

**MINIMASI *LEAD TIME* MENGGUNAKAN *VALUE STREAM MAPPING* PADA
PROSES PRODUKSI *CYLINDER BLOCK* PT ASIAN ISUZU CASTING
CENTER**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-syarat Penyelesaian Program
Studi D-IV Teknik Industri Otomotif
Pada Politeknik STMI Jakarta



OLEH:

NAMA: FIFI ARUM WIJAYANTI

NIM : 1114028

POLITEKNIK STMI JAKARTA

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I

2018

Abstrak

PT Asian Isuzu Casting Center merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur menghasilkan produk pengecoran logam (*casting*). Produk yang dihasilkan adalah *cylinder block*, *Front Hub*, *Brake Drum* dan *Differential carrier*. Satu produk harus melewati proses, *core*, *moulding*, *melting*, *pouring* dan *finishing*. PT AICC sedang mengalami kendala terutama pada proses produksi *cylinder block* yang membutuhkan waktu proses lebih lama karena *pattern* untuk mencetak *core pipe* (alat bantu mengeluarkan gas) tidak sesuai dengan kebutuhan. Sebelumnya, kebutuhan *core pipe* adalah 70mm namun setelah adanya perubahan dan peningkatan standar di *cylinder block* saat ini kebutuhan *core pipe* menjadi ukuran 50mm sedangkan jumlah cetakan *core pipe* untuk ukuran 50mm sebanyak 18pcs, 70mm sebanyak 20pcs dan 90mm sebanyak 3pcs. Sehingga *core pipe* yang dihasilkan harus dilakukan pemotongan secara manual dari ukuran 70mm dan 90mm menjadi ukuran 50mm dari pemotongan tersebut maka menghasilkan *scrap* 0,20kg. Selain itu, pada lini *finishing* proses gerinda dilakukan secara berulang. Pendekatan yang digunakan untuk mengatasi masalah yang terjadi di lini *core* dan lini *finishing* adalah *Value Stream Mapping* (VSM). VSM membantu perusahaan untuk mengetahui adanya pemborosan pada suatu sistem dan mengeliminasi pemborosan tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan dengan *Process Activity Mapping* (PAM) didapatkan nilai PAM sebesar 90,19%. Usulan perbaikan yang diberikan untuk mengurangi kegiatan VA, NVA dan NNVA dengan menghilangkan dua elemen kerja pada lini *core* yaitu sebesar 5,55 detik, dengan mengusulkan penggantian *pattern core pipe* berjumlah 48pcs dengan detail 45pcs ukuran 50mm dan 3pcs ukuran 90mm. serta penerapan Standar Urutan Kerja (SUK) pada proses gerinda produk di lini *finishing*. Perbaikan tersebut menghasilkan total *lead time* manufaktur sebesar 302,08 detik yang sebelumnya 307,63 detik. Terjadi penurunan *production lead time* sebesar 5,55 detik. *Process Cycle Efficiency* pada produksi *cylinder block* meningkat 0,69% menjadi 70,66% yang sebelumnya 69,97%.

Kata Kunci: *Value Stream Mapping*, *Process Activity Mapping*, *Process Cycle Efficiency*, *Production Lead Time*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

PT Asian Isuzu Casting Center merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur menghasilkan produk pengecoran logam (*casting*). *Casting* adalah proses pengecoran logam yang dilakukan untuk membuat satu produk dengan penambahan *material* dan *additive* untuk di cetak agar dapat menghasilkan produk *cylinder block* ES01, *cylinder block* 4JA1, *cylinder block* 4JJ1, *cylinder Block* C240, *Front & Rear Hub* (F-Series), *Front Hub*, dan *Differential carrier*. Dunia perindustrian baik manufaktur maupun jasa diperlukan komitmen perusahaan dalam melakukan perbaikan secara terus menerus dalam berbagai aspek agar perusahaan dapat mengefektifkan proses produksi sehingga produktifitas terus meningkat dan tidak adanya pemborosan didalamnya. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar perusahaan dapat bersaing dengan para pelaku industri lainnya.

Pada saat ini, PT AICC sedang mengalami kendala terutama pada proses produksi *cylinder block* yang membutuhkan waktu proses lebih lama karena *pattern* (cetakan) untuk mencetak *core pipe* (alat bantu mengeluarkan gas) tidak sesuai dengan kebutuhan. Sebelumnya, kebutuhan *core pipe* adalah 70mm namun setelah adanya perbaikan dan peningkatan standar di *cylinder block* saat ini kebutuhan *core pipe* menjadi ukuran 50mm sedangkan jumlah cetakan *core pipe* untuk ukuran 50mm sebanyak 18pcs, 70mm sebanyak 20pcs dan 90mm sebanyak 3pcs. Sehingga *core pipe* yang dihasilkan harus dilakukan pemotongan secara manual dari ukuran 70mm dan 90mm menjadi ukuran 50mm dari pemotongan tersebut maka menghasilkan waktu proses yang lebih lama dan menghasilkan banyak *scrap*.

Cylinder block terdapat 5 lini produksi yaitu lini *core*, *molding*, *melting*, *pouring* dan *finishing*. Berdasarkan ke lima lini produksi tersebut, *lini core* dan *finishing* memiliki *lead time* produksi yang paling panjang. Hal ini disebabkan karena pada ke dua lini tersebut masih terdapat kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah terhadap produk. Kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah tersebut adalah memisahkan *core pipe* setelah di produksi berdasarkan ukuran, memotong *core pipe* secara manual dan melakukan proses gerinda *cylinder block* yang dilakukan berulang untuk mendapatkan ketinggian bari 0-2mm. Waktu kegiatan tersebut tidak memberi nilai tambah dan termasuk pemborosan. Sebab, keadaan tersebut menyebabkan *production lead time* semakin panjang.

Usaha dalam mengefektifkan proses produksi, perusahaan perlu menghilangkan pemborosan guna meningkatkan efisiensi serta mengurangi *lead time* produk di lini produksi pembuatan *cylinder block*. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi hal tersebut dengan menggunakan metode *value stream mapping*. Dengan *value stream mapping* perusahaan akan melihat berapa besar *Process Cycle Efficiency* (PCE) pada proses produksi *cylinder block* sebelum perbaikan, lalu dibuatkan usulan perbaikan dengan *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM). Oleh sebab itu *value stream mapping* perlu dilakukan untuk menganalisa pemborosan yang ada di lini produksi *cylinder block* dan mengkaji perbaikan guna meningkatkan produktivitas perusahaan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang dijelaskan di atas, maka beberapa hal yang menjadi inti permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Apa saja pemborosan yang terjadi pada proses produksi produk

cylinder block di PT Asian Isuzu Casting Center?

2. Bagaimana nilai *process cycle efficiency* pada proses produksi *Cylinder Block* di PT Asian Isuzu Casting Center?
3. Bagaimana perbaikan yang dapat dilakukan guna mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi *Cylinder Block* di PT Asian Isuzu Casting Center?
4. Bagaimana perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan pada proses produksi *Cylinder Block* di PT Asian Isuzu Casting Center?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa tujuan dari penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Menentukan jenis pemborosan yang terdapat pada proses produksi *cylinder block* di PT Asian Isuzu Casting Center.
2. Menentukan nilai *process cycle efficiency* pada proses produksi *Cylinder Block* di PT Asian Isuzu Casting Center.
3. Menghasilkan usulan perbaikan guna mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi *Cylinder Block* di PT Asian Isuzu Casting Center.
4. Mendapatkan hasil perbandingan sebelum dan setelah perbaikan pada proses produksi *Cylinder Block* di PT Asian Isuzu Casting Center.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan agar penelitian menjadi lebih terarah guna mencapai tujuan dan memberikan ruang lingkup penelitian. Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Asian Isuzu Casting Center pada bulan April – Juli 2018

2. Penelitian dilakukan pada proses produksi *cylinder block* di *plant 1* dan *plant 2*.
3. Penelitian dilakukan dari proses *core* sampai *finishing*, pembuatan *cylinder block*.
4. Penelitian tidak membahas mengenai biaya pembelian dan penggantian *pattern*.
5. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Value Stream Mapping* untuk mengetahui tingkat efisiensi produksi yang dapat dihasilkan perusahaan..
6. Jenis Pemborosan yang diteliti adalah gerakan yang tidak perlu, proses berlebih dan menunggu berdasarkan *Waste Relationship Matrix*.
7. *Tools* yang digunakan adalah *Process Activity Mapping* (PAM).
8. Data yang dikumpulkan adalah data produksi produk *cylinder block* dan *Core Pipe*, pada bulan Januari – Mei 2018.
9. Data dalam penelitian ini terdiri dari data primer yang didapatkan dari hasil pengamatan secara langsung dan wawancara, serta data sekunder yang didapatkan dari perusahaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Bagi perusahaan

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam pengambilan kebijakan perusahaan, dalam mengurangi pemborosan. Perusahaan dapat mengetahui aktifitas yang memberikan nilai tambah dan aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah pada proses produksi

cylinder block.

2. Bagi penulis

Hasil ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai penting mengurangi waktu pemborosan dalam perusahaan. Selain penelitian ini dapat memberikan pengalaman dalam mengumpulkan, menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori-teori yang diperoleh selama masa kuliah.

3. Bagi pihak lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi, sebagai tambahan ilmu, bahan pertimbangan dan perbandingan bagi penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan masalah, penulis membuat sistematika berdasarkan pokok-pokok permasalahan yang terbagi menjadi enam bab dan beberapa sub bab, yaitu:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini memberikan gambaran secara umum mengenai penelitian berupa latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori dasar menunjang pokok permasalahan serta teori-teori yang erat kaitannya dengan langkah-langkah yang diambil dalam proses pemecahan masalah yaitu minimasi *lead time* pada proses *cylinder block* untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi agar dapat digunakan

sebagai dasar pemikiran untuk membahas dan menganalisa permasalahan yang ada.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi urutan langkah-langkah pemecahan masalah secara sistematis mulai dari perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai, studi pustaka, pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi data-data yang diperoleh dari hasil wawancara dan pengamatan. Data yang diperoleh yaitu data sekunder dan data primer. Selain itu, pada bab ini dilakukan pengolahan data terhadap masalah yang diteliti, dapat dilakukan dengan menggunakan metode-metode yang dipilih sehingga dapat memberikan usulan dalam memperbaiki masalah yang ada.

BAB V : ANALISIS MASALAH

Bab ini membahas mengenai analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh agar hasil pengolahan data dapat diterapkan di perusahaan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang

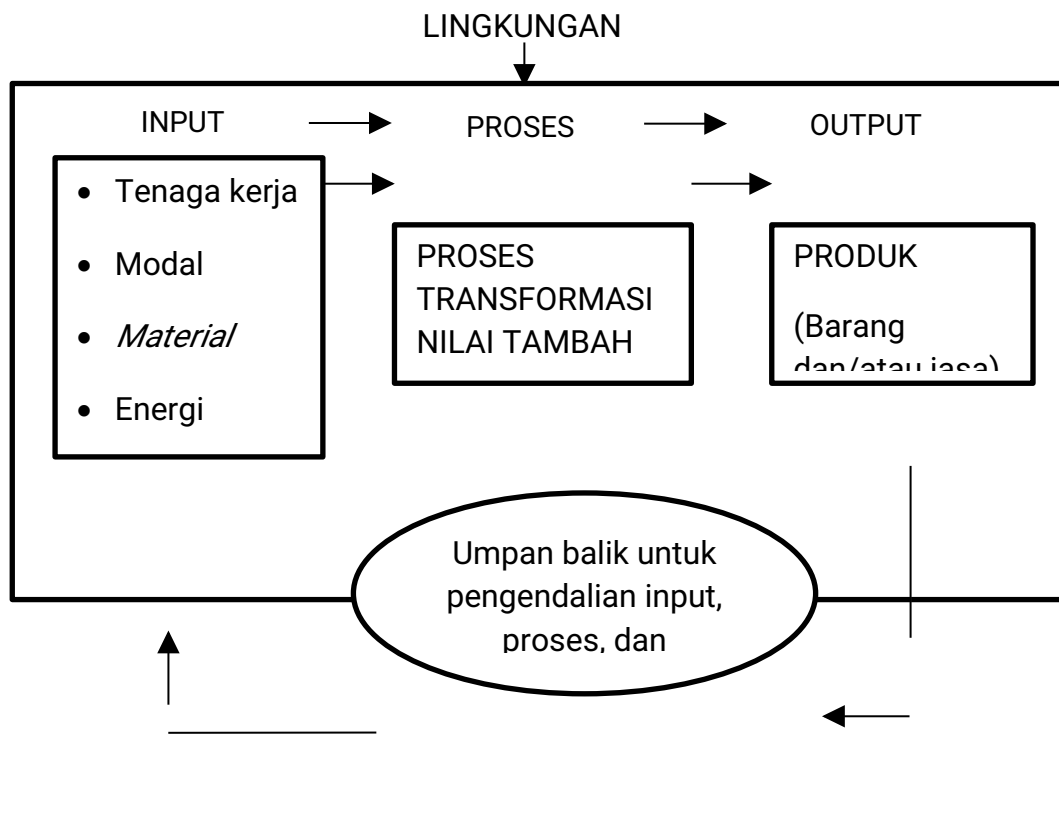
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Produksi

2.1.1 Pengertian Sistem Produksi

Menurut Gaspersz (2001) sistem produksi adalah bidang yang terus berkembang selaras dengan perkembangan teknologi, dimana produksi memiliki suatu jalinan hubungan timbal balik (dua arah) yang sangat erat dengan teknologi. Sedangkan menurut Nasution (2008) sistem produksi merupakan suatu kumpulan dari subsistem-subsistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi *input* produksi menjadi *output* produksi. Berdasarkan kedua pengertian tersebut, dapat dibuatkan suatu skema sistem produksi. Adapun skema sistem produksi menurut Gaspersz (2001) adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi

(Sumber: Gaspersz, 2001)

Sistem produksi memiliki beberapa karakteristik (Gaspersz, 2001) diantaranya sebagai berikut:

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan dan membentuk satu kesatuan yang utuh.
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yakni menghasilkan suatu produk baik barang maupun jasa yang berkualitas sehingga dapat dijual dengan harga yang kompetitif di pasar.
3. Mempunyai aktivitas berupa proses transformasi nilai tambah *input* menjadi *output* secara efektif dan efisien.
4. Mempunyai mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya, berupa optimalisasi pengalokasian sumber daya.

2.2 *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing adalah praktik produksi yang mempertimbangkan segala pengeluaran sumber daya yang ada untuk mendapatkan nilai ekonomis terhadap pelanggan tanpa adanya pemborosan, dan pemborosan inilah yang menjadi target untuk dikurangi.

2.2.1 Konsep Dasar *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing atau *lean production* atau lebih dikenal sebagai *lean* merupakan metode optimal yang digunakan untuk memproduksi barang melalui peniadaan *waste* (Wilson, 2010). Metode tersebut terdiri dari sekumpulan teknik yang jika dikombinasikan dapat mengurangi dan menghilangkan *waste*. *Lean* sebagai suatu filosofi bisnis yang berlandaskan pada minimasi penggunaan sumber daya termasuk penggunaan waktu dalam berbagai aktivitas perusahaan (Gaspersz dan Fontana, 2011). Konsep pendekatan ini dirintis oleh Taiichi Ohno dan Shigeo Shingo dimana implementasi dari konsep ini didasarkan pada 5

prinsip, yaitu *understand the customer value, value stream analysis, flow, pull, dan perfection* (Anvari et al, 2011).

Karakteristik dari *lean* meliputi struktur rantai produksi yang aktif melakukan pemecahan masalah dengan penerapan *kaizen* dan *continuous improvement*, serta pelaksanaan *lean manufacturing* melalui tingkat *inventory* yang rendah, manajemen kualitas yang mengutamakan tindakan *preventive* (pencegahan) dibandingkan tindakan *corrective* (perbaikan), penggunaan pekerja yang sedikit, ukuran lot yang kecil serta penerapan konsep *Just In Time* (JIT) (Feld, 2001). *Lean manufacturing* adalah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System* (TPS), yang terkenal karena menitikberatkan pada peniadaan *waste* dengan tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan (Liker, 2006). Konsep dasar dalam *lean manufacturing* dapat diringkas sebagai berikut:

1. Pendefinisian *Waste* (Pemborosan)

Berdasarkan seluruh aktivitas untuk menghasilkan produk dari tahap awal hingga akhir dapat dikategorikan atas *value added* (yang memberikan nilai tambah) dan *non-value added* (tidak memberikan nilai tambah). Setiap proses *yang non-value added* dari sudut pandang konsumen harus dieliminasi.

2. Standarisasi Proses

Lean menuntut adanya implementasi dari panduan produksi yang rinci, disebut sebagai standarisasi kerja. Ini mengeliminasi variasi pekerja dalam melakukan pekerjaannya.

3. *Continuous Flow*

Lean bertujuan mengimplementasikan aliran produksi secara *continou*, bebas dari *bottlenecks, interruption, atau waiting*. Bila hal ini berhasil diimplementasikan maka waktu siklus produksi dapat dikurangi hingga 90%.

4. *Pull Production*

Pull production disebut juga *just in time* (JIT) yang bertujuan untuk

memproduksi produk yang dibutuhkan dan pada waktu dibutuhkan.

5. *Quality at the Source*

Lean bertujuan mengeliminasi sumber kecacatan dan pemeriksaan kualitas dilakukan pekerja pada lini proses produksi.

6. *Continuous Improvement*

Lean ditujukan untuk mencapai kesempurnaan dengan perbaikan bertahap untuk mengeliminasi pemborosan secara terus-menerus.

2.2.2 Konsep *Value Added*

Untuk dapat menerapkan *lean production*, maka perlu adanya pemahaman mengenai nilai (*value*) yang didefinisikan oleh konsumen menjadi hal yang seharusnya diperhatikan. Nilai dapat diartikan sama dengan segala sesuatu yang ingin dibayar oleh konsumen untuk suatu produk maupun jasa. Adapun nilai tersebut dapat dikategorikan sebagai berikut (Hines dan Taylor, 2000):

1. Menciptakan nilai bagi produk (*Value Added Activities*)

Value added activities merupakan suatu aktivitas yang mentransformasi *material* atau informasi yang diinginkan berdasarkan sudut pandang konsumen atau dapat memberi nilai tambah.

2. Tidak dapat menciptakan nilai, tetapi tidak dapat dihindari (*Necessary non value added activities*)

Necessary non value added activities merupakan aktivitas-aktivitas dari suatu proses bisnis yang tidak memberikan nilai tambah bagi *output* proses secara langsung, namun aktivitas ini diperlukan dalam proses bisnis sebagai pendukung.

3. Tidak dapat menciptakan nilai bagi produk (*Non value added activities*)

Non value added activities merupakan aktivitas-aktivitas dari suatu proses bisnis yang tidak memberikan nilai tambah kepada pelanggan maupun dalam proses bisnis itu sendiri dan tidak dapat menciptakan nilai tambah bagi produk.

Aktivitas produksi yang dimaksudkan adalah mengubah bahan baku

menjadi produk setengah jadi atau produk jadi merupakan kegiatan yang memberikan nilai tambah. Perubahan bahan baku menjadi produk jadi tersebut dapat memberikan nilai kepada pelanggan karena produk memiliki fungsi yang dapat dimanfaatkan oleh pelanggan sesuai kebutuhannya. Kegiatan yang tidak memberi nilai tambah salah satunya adalah memindahkan *material*, walaupun terkadang dianggap sebagai kegiatan yang tidak memberi nilai tambah, namun kegiatan tersebut sulit untuk dihindarkan atau dihilangkan terkecuali melakukan perubahan pada tata letak fasilitas produksi.

2.2.3 Jenis-Jenis Pemborosan

Lean berfokus pada peniadaan atau pengurangan pemborosan dalam bahasa Jepang dikenal dengan sebutan “Muda”, dimana pemborosan adalah segala aktivitas dalam proses kerja yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk. Minimasi pemborosan merupakan hal yang penting untuk mendapatkan *value stream* yang baik. Selain dari pengurangan pemborosan *lean* juga melakukan peningkatan atau pemanfaatan secara total aktivitas yang akan meningkatkan nilai ditinjau dari sudut pandang konsumen. Produktivitas yang meningkat mengarah pada operasi yang lebih baik, yang pada gilirannya akan membantu menentukan pemborosan dan problem kualitas di dalam sistem. Penanganan pemborosan secara sistematis secara tidak langsung juga merupakan pemecahan sistematis terhadap faktor-faktor yang mengakibatkan problem dalam manajemen.

Pemborosan (*waste*) didefinisikan sebagai segala aktivitas pemakaian sumber daya yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Pada dasarnya semua *waste* yang terjadi berhubungan erat dengan dimensi waktu. Menurut Liker (2006), mendefinisikan 8 jenis *waste* yang tidak memberikan nilai dalam proses bisnis atau manufaktur, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Produksi berlebih

Memproduksi sesuatu lebih awal dari yang dibutuhkan pelanggan internal dan eksternal atau memproduksi dalam jumlah yang lebih

besar dari pada yang dibutuhkan pelanggan. Dimana, stasiun kerja atau unit kerja sebelumnya memproduksi terlalu banyak sehingga mengakibatkan terganggunya aliran *material* dan *inventory* berlebih.

2. Menunggu

Kondisi dimana tidak terdapat aktivitas yang terjadi pada produk, maupun pekerja (misalnya: operator menunggu *material* atau *part* yang akan diproses, *material* atau *part* menunggu untuk diproses, operator menunggu instruksi kerja, pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan, waktu menunggu informasi dan lain sebagainya) sehingga mengakibatkan waktu tunggu yang lama.

3. Transportasi berlebih

Proses perpindahan *material* dengan jarak yang dekat maupun jauh dari satu proses ke proses berikut yang dapat mengakibatkan waktu penanganan *material* bertambah. Kriteria transportasi yang berlebih adalah memindahkan barang dalam proses (*WIP*) dari satu tempat ke tempat yang lain dalam satu proses, bahkan jika hanya dalam jarak dekat, menciptakan angkutan yang tidak efisien dan lain sebagainya. Akar penyebab adalah tata letak yang kurang tepat, kurang berkoordinasi dalam proses, *poor housekeeping*, lokasi penyimpanan *material* yang banyak dan saling berjauhan.

4. Proses berlebih

Melakukan langkah yang tidak perlu untuk memproses komponen. Proses yang tidak efisien karena alat atau rancangan produk yang kurang baik menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan menghasilkan barang cacat. Pemborosan terjadi ketika membuat suatu produk yang memiliki kualitas lebih tinggi daripada yang diperlukan. Seringkali melakukan pekerjaan ekstra untuk mengisi kelebihan waktu daripada dihabiskan untuk menunggu.

5. Persediaan berlebih

Menyembunyikan masalah dan menimbulkan aktivitas penanganan

tambahan yang seharusnya tidak diperlukan, penyimpanan berlebih dan penundaan *material* dan produk sehingga mengakibatkan peningkatan biaya. Akar penyebabnya adalah aliran kerja yang tidak seimbang, peramalan kebutuhan yang kurang akurat, ukuran *batch* yang besar, dan lain sebagainya.

6. Gerakan tidak perlu

Pergerakan dari operator yang berhubungan dengan kondisi lingkungan kerja dapat mempengaruhi performansi operator misalnya terlalu banyak membungkuk, berjongkok, tidak memberi nilai tambah kepada barang dan jasa yang akan diserahkan kepada pelanggan, tetapi hanya menambah biaya dan waktu saja. Akar penyebabnya adalah metode kerja yang tidak konsisten, organisasi lokasi kerja yang kurang tepat dan lain sebagainya.

7. Produk cacat

Pengerjaan ulang (*rework*) pada produk maupun pada desain serta cacat pada produk yang dihasilkan maka harus dimusnahkan. Akar penyebabnya adalah ketiadaan prosedur-prosedur operasi standar dan lain sebagainya.

8. Kreativitas karyawan yang tidak dimanfaatkan

Kehilangan waktu, gagasan, keterampilan, peningkatan dan kesempatan belajar hanya karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan.

Apabila membahas pemborosan, maka perlu didefinisikan tiga jenis aktivitas yang terjadi di dalam suatu sistem produksi (Hines dan Taylor, 2000). Ketiga jenis aktivitas tersebut adalah sebagai berikut:

1. Aktifitas yang memberikan nilai tambah, merupakan aktivitas yang mampu memberikan nilai tambah pada suatu produk atau jasa sehingga *customer* mau membayar untuk aktivitas tersebut.
2. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada suatu produk atau jasa.

Aktivitas ini merupakan pemborosan yang harus segera dihilangkan.

3. Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi dibutuhkan, merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk atau jasa tetapi dibutuhkan pada prosedur atau sistem operasi yang ada. Aktivitas ini tidak dapat dihilangkan dalam jangka pendek tetapi dapat dibuat lebih efisien.

2.2.4 Metode yang Digunakan Dalam *Lean Manufacturing*

Pada metode yang digunakan dalam penerapan *lean manufacturing*, perusahaan dapat memilih untuk menggunakan metode sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang ingin dicapai serta kemungkinan penerapannya diperusahaan. Adapun metode yang dapat digunakan untuk menerapkan *lean manufacturing* adalah sebagai berikut:

1. Standarisasi Kerja

Pembentukan proses dan prosedur yang terstandarisasi merupakan kunci dalam menciptakan kinerja yang konsisten. Standarisasi digerakkan oleh pekerja, bukan diterapkan pada pekerja. Pekerja yang memahami pekerjaannya dengan cukup detail dapat memberikan kontribusi yang besar terhadap standarisasi. Standarisasi pekerjaan dapat diartikan bahwa proses dan panduan dalam proses produksi didefinisikan dan dikomunikasikan secara jelas, dengan tingkat kerincian yang tinggi, untuk mengeliminasi variasi dan asumsi yang salah dalam melakukan pekerjaan. Presiden Toyota, Cho, menyatakan bahwa terdapat 3 elemen dalam standarisasi kerja (Liker, 2006), adalah sebagai berikut:

- a. Standarisasi urutan pekerjaan, merupakan aturan bagi pekerja dalam melakukan tugasnya, termasuk gerakan dan urutan proses.
- b. Standarisasi *timing* merupakan *takt time*. *Takt* dalam bahasa Jerman artinya *ritme* atau meter. *Takt time* digunakan untuk menunjukkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu pekerjaan sesuai dengan tingkat kecepatan permintaan pelanggan. *Takt time* dapat

digunakan untuk menetapkan kecepatan produksi dan memberi sinyal kepada para pekerja jika mereka terlalu cepat atau terlalu lambat.

- c. Standarisasi persediaan antar proses, merupakan jumlah minimum unit persediaan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang terstandarisasi tersebut. Hal ini diperlukan untuk menjaga supaya proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

2. Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

Diagram SIPOC dapat digunakan untuk memberikan batasan atau ruang lingkup penelitian sepanjang *value stream*. Diagram SIPOC adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi elemen yang berkaitan untuk pengembangan proses sebelum proses pengembangan itu dapat dimulai. Penggambaran ruang lingkup dilakukan sebelum penggambaran lebih rinci untuk disetiap prosesnya. Nama SIPOC merupakan akronim dari lima elemen utama dalam sistem kualitas, antara lain sebagai berikut (Liker, 2006):

a. *Suppliers*

Suppliers adalah orang, departemen atau organisasi yang memberikan informasi kunci, *material*, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya dapat dianggap sebagai petunjuk pemasok internal.

b. *Input*

Input adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*supplier*) kepada proses.

c. *Process*

Process adalah sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal menambah nilai kepada *input* (proses transformasi nilai tambah kepada input). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub-proses.

d. *Output*

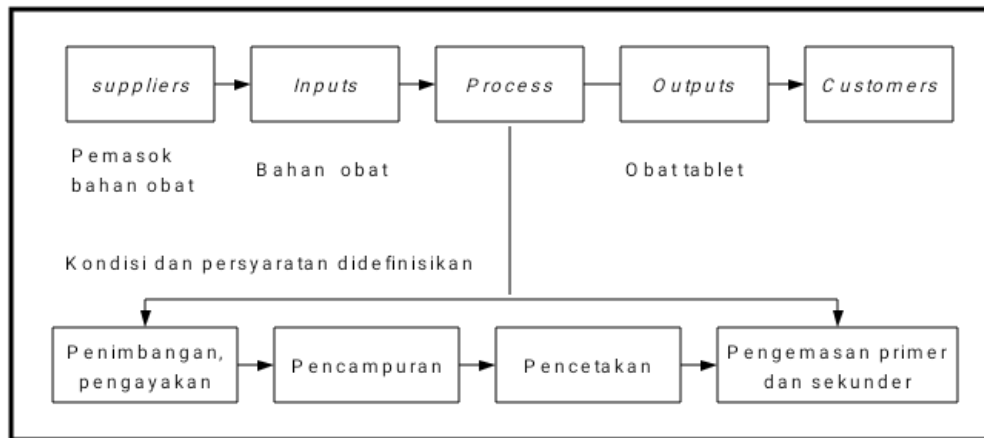
Output adalah produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*). Termasuk kedalam *output* adalah informasi-informasi kunci dari proses.

e. *Customer*

Customer adalah orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *output*. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customers*).

Adapun langkah-langkah dalam membuat Diagram SIPOC adalah sebagai berikut:

- a. Membuat suatu wilayah diagram yang memungkinkan untuk diisi dengan elemen-elemen berkaitan. Diagram diberi keterangan *supplier, input, process, output, dan customer* pada bagian atas.
- b. Identifikasikan setiap level proses produksi.
- c. Identifikasikan *output* dari setiap proses.
- d. Identifikasikan konsumen yang akan menerima *output* dari proses.
- e. Identifikasikan *input* yang diperlukan untuk setiap proses agar dapat berfungsi dengan baik.
- f. Identifikasikan *supplier* dari *input* yang dibutuhkan proses.



g. Identifikasikan kebutuhan dari konsumen.

Gambar 2.2 Diagram SIPOC
(Sumber: Gaspersz, 2002)

3. Pengendalian *Visual (Visual Control)*

Sistem kendali visual adalah sebuah alat komunikasi mengenai prosedur dan status produksi yang akan digunakan dalam lingkungan kerja, alat tersebut akan menunjukkan bagaimana pekerjaan seharusnya dilakukan dan mengidentifikasi ada atau tidaknya penyimpangan yang terjadi selama proses pekerjaan terhadap standar, sehingga pekerja dapat melaksanakan pekerjaannya secara efektif (Liker, 2006). Pengendalian visual tidak hanya digunakan untuk mengungkapkan penyimpangan dari target yang telah ditentukan ataupun tujuan melalui bagan dan grafik dan menempatkannya agar dapat dilihat oleh siapa saja. Adapun beberapa alat yang termasuk ke dalam sistem kendali *visual* adalah sebagai berikut:

- a. *Visual displays*, berupa grafik, tabel, prosedur dan dokumentasi proses sebagai referensi bagi pekerja produksi.
- b. *Visual controls*, merupakan indikator yang berfungsi sebagai

pengendali atau sinyal. Termasuk ke dalamnya adalah informasi status produksi, informasi kualitas. Contoh dari *visual control* adalah kartu *kanban*.

- c. *Visual process indicators*, mengkomunikasikan proses produksi atau aliran bahan baku yang benar. Contoh dari *visual process indicators* adalah area lantai produksi yang di cat untuk menyimpan produk yang tidak cacat.

4. *Continuous Improvement* dengan 5S

- a. *Seiri* (Ringkas)

Seiri merupakan langkah awal implementasi 5S, yaitu pemilihan barang yang berguna dan tidak berguna. Dalam langkah awal ini dikenal dengan istilah *red tag strategy*, yaitu menandai barang-barang yang sudah tidak berguna dengan label merah (*red tag*) agar mudah dibedakan dengan barang-barang yang masih berguna. Barang-barang dengan label merah kemudian disingkirkan dari tempat kerja. Semakin ramping (*lean*) tempat kerja dari barang-barang yang tidak dibutuhkan, maka akan semakin efisien tempat kerja tersebut.

- b. *Seiton* (Rapih)

Seiton adalah langkah kedua setelah pemilihan, yaitu penataan barang yang berguna agar mudah dicari dan aman serta diberi indikasi. Dalam langkah kedua ini dikenal dengan istilah *signboard strategy*, yaitu menempatkan barang-barang berguna secara rapih dan teratur kemudian diberikan indikasi atau penjelasan tentang tempat, nama barang dan berapa banyak barang tersebut agar pada saat akan digunakan barang tersebut mudah dan cepat diakses. *Signboard strategy* mengurangi pemborosan dalam bentuk gerakan bolak-balik ketempat yang sama untuk mencari barang.

c. *Seiso* (Resik)

Seiso adalah langkah ketiga setelah penataan, yaitu pembersihan barang yang telah ditata dengan rapih agar tidak kotor, termasuk tempat kerja dan lingkungan serta mesin, baik mesin yang *breakdown* maupun dalam rangka program *preventive maintenance* (PM). Sebisa mungkin tempat kerja dibuat bersih agar menciptakan lingkungan kerja sehat dan nyaman sehingga mencegah motivasi kerja yang turun akibat tempat kerja yang kotor.

d. *Seiketsu* (Rawat)

Seiketsu adalah langkah selanjutnya setelah *seiri*, *seiton*, dan *seiso*, yaitu penjagaan lingkungan kerja yang sudah rapih dan bersih menjadi suatu standar kerja. Keadaan yang telah dicapai dalam proses *seiri*, *seiton*, dan *seiso* harus distandarisasi. Standar-standar tersebut harus mudah untuk dipahami, diimplementasikan ke seluruh anggota organisasi, dan dapat diperiksa secara teratur dan berkala.

e. *Shitsuke* (Rajin)

Shitsuke adalah melatih dan menanamkan kemampuan untuk melakukan sesuatu dengan cara yang benar, dimana *shitsuke* merupakan langkah terakhir yaitu penyadaran diri dan etika kerja. Etika kerja tersebut seperti disiplin terhadap standar, saling menghormati, dan senang melakukan perbaikan.

2.3 *Value Stream Mapping* (VSM)

Salah satu *tools Lean Manufacturing* yang membantu dalam melihat aliran *material* dan informasi yang dibutuhkan pada saat produk berjalan di seluruh proses bisnis. Dengan begitu maka perjalanan produk dapat dilihat mulai dari bentuk *raw material*/hingga produk *final* sampai di tangan pelanggan.

2.3.1 Pengertian *Value Stream Mapping* (VSM)

Menurut Rother dan Shook (1998), *Value Stream Mapping* adalah salah satu metode pemetaan aliran produksi dan aliran informasi untuk memproduksi satu produk atau satu *family* produk, tidak hanya pada masing-masing area kerja, tetapi pada tingkat total produksi serta mengidentifikasi kegiatan yang *value added* dan *non value added*.

Value Stream Mapping secara visual memetakan aliran *material* dan informasi secara menyeluruh dimulai dari kedatangan bahan baku dari *supplier* melalui semua tahap proses produksi hingga pengiriman produk kepada pelanggan akhir.

Tujuan pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan di sepanjang proses produksi dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut. Langkah yang diambil dalam upaya mengeliminasi pemborosan adalah dengan cara memperbaiki keseluruhan aliran bukan hanya mengoptimalkan aliran secara sebagian. Hal ini dapat membantu pihak perusahaan mengambil keputusan dalam memperbaiki keseluruhan proses produksi.

Kunci keuntungan membuat *Value Stream Mapping* adalah fokus kepada seluruh *value stream* untuk menemukan sistem pemborosan dan mengoptimalkan beberapa situasi lokal pada biaya dari keseluruhan *value stream* (Wilson, 2010). *Value stream mapping* merupakan suatu alat yang penting karena:

- a. Membantu memvisualisasikan banyak tingkatan proses tunggal seperti perakitan, pengelasan, dan lain-lain pada produksi, sehingga aliran dapat dilihat.
- b. Membantu melihat banyak *waste*. *Mapping* membantu melihat sumber *waste* pada *value stream*.
- c. Menyediakan bahasa yang umum untuk membahas mengenai proses manufaktur.

- d. Membuat keputusan mengenai aliran yang jelas kelihatan, sehingga dapat didiskusikan. Selain itu, banyak perincian dan keputusan pada rantai produksi dari kegagalan yang terjadi..

Terdapat dua langkah utama dalam pemetaan *value stream mapping* yaitu:

- a. Pembuatan *Current State Map* untuk memetakan kondisi di lantai pabrik saat ini, sehingga dapat mengidentifikasi pemborosan apa saja yang terjadi.
- b. Pembuatan *future state map* sebagai usulan rancangan perbaikan dari *current state map* yang ada.

2.3.2 Value Stream Mapping Kondisi Saat Ini (*Current State Map*)

Pemetaan kondisi saat ini adalah digunakan untuk memetakan kondisi lantai produksi aktual, dimana segala informasi yang terdapat dalam setiap proses dicantumkan dalam pemetaan. *Current state map* digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dan sumber pemborosan yang terjadi. Setelah teridentifikasi pemborosan dilakukan, maka dapat digambarkan *future map*. Tujuan dari pemetaan keadaan saat ini adalah untuk memahami kondisi aliran *material* dalam *value stream* dan penghambat aliran serta memahami proses aliran informasi dari tingkat aktivitas yang diperlukan untuk mempertahankannya.

Dalam membuat peta kondisi saat ini adalah penting untuk mengevaluasi proses dengan membayangkan keadaan di masa depan. Berikut ini adalah beberapa sasaran yang merupakan karakteristik umum dari sebuah *lean value stream*.

1. Proses yang fleksibel dalam merespon dengan cepat permintaan pelanggan yang berubah-ubah, terutama bila menyangkut keanekaragaman produk. Apakah mampu untuk memproduksi komponen apapun pada waktu kapanpun.
2. *Lead time* yang singkat, mulai dari saat pelanggan memesan hingga penyelesaian dan pengiriman produk.
3. Proses yang saling terhubung dengan aliran yang *continue* dan tarikan

material.

4. Setiap *value stream* mungkin memiliki sejumlah putaran aliran yang terpisah di dalam *value stream* yang diidentifikasi oleh titik-titik dimana tidak mungkin terjadinya aliran.
5. Aliran informasi yang disederhanakan dalam *value stream* yang datang dari pelanggan internal (proses berikutnya).
6. Setiap *value stream* dan putaran aliran dalam *value stream* akan memiliki proses penentu kecepatan yang akan menentukan kecepatan (melalui *takt time*) untuk semua operasi lainnya.

Tahapan pembuatan *current state map* adalah sebagai berikut (Rother dan Shook, 1998):

1. Penentuan *Family Product* yang akan dijadikan sebagai *Model Line*
Tahap ini merupakan tahap awal dalam menggambar *Current State Map*. Setelah mengetahui konsep yang benar tentang *Lean*, maka pada tahap ini perlu ditentukan produk yang akan dijadikan *model line* sebagai target perbaikannya. Tujuan pemilihan *model-line* adalah agar penggambaran sistem fokus pada satu produk saja yang bisa dianggap sebagai acuan dan representasi dari sistem produksi yang ada. Womack, *et al.* (1996) menyatakan bahwa langkah pertama dalam memetakan aktivitas adalah dengan mengidentifikasi *family product*. *Family product* merupakan sekumpulan produk yang memiliki tahapan dan menggunakan mesin yang sama dalam pemrosesan. Mengidentifikasi suatu *family product* dapat dilakukan baik dengan menggunakan produk dan matriks proses untuk mengklasifikasikan langkah proses yang sama untuk produk yang berbeda. Untuk menentukan *family product* mana yang akan dipetakan tergantung keputusan perusahaan yang dapat ditentukan dari pandangan bisnis seperti tingkat penjualan, atau menurut fokus perusahaan.
2. Penentuan *Value Stream Manager*
Untuk melihat *value stream* suatu produk secara keseluruhan tentunya

perusahaan perlu dilihat sebagai satu kesatuan yang utuh, sehingga batasan-batasan organisasi dalam perusahaan perlu diterobos. Pada dasarnya perusahaan cenderung terorganisir untuk setiap departemen (proses) dan terbatas pada fungsinya masing-masing. Oleh karena itu dalam memetakan *value stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value stream manager* yakni orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut terbatas pada fungsinya masing-masing. Sehingga biasanya orang hanya bertanggungjawab pada apa yang menjadi bagiannya (pada areanya saja) tanpa perlu mengetahui proses secara keseluruhan menurut sudut pandang *value stream*. Oleh karena itu dalam memetakan *value stream* agar nantinya dapat dibuat suatu usulan perancangan, diperlukan seorang *value stream manager* yakni orang yang paham mengenai proses keseluruhan dalam *value stream* suatu produk sehingga dapat membantu dalam memberikan saran bagi perbaikan *value stream* produk tersebut.

3. Pembuatan Peta Untuk Setiap Kategori Proses (*Door to Door Flow*) di Sepanjang *Value Stream*

Keadaan sebenarnya di lapangan diperoleh saat penggambar berjalan di sepanjang proses aktual *value stream* dari proses produksi yang aktual. Melakukan pengamatan mendetail untuk setiap kategori proses. Untuk setiap proses, maka seluruh informasi kritis termasuk *lead time, cycle time, changeover time, defect, uptime*, ukuran *batch* produksi, jumlah mesin, jumlah operator, dan waktu kerja (sudah dikurangi dengan waktu istirahat). Dimana semuanya akan dimasukkan dalam suatu *data box* untuk masing-masing proses. Level *inventory* pada peta seharusnya disesuaikan dengan level pada waktu pemetaan aktual dan bukan berdasarkan rata-rata karena penting untuk

menggunakan gambar aktual daripada rata-rata historis yang disediakan oleh perusahaan. Untuk setiap pembuatan *data box*, maka ukuran-ukuran yang diperlukan adalah sebagai berikut:

a. PCE (*Process Cycle Efficiency*)

Adalah tingkat keefisienan dari seluruh proses produksi. PCE menggunakan rumus:

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\%$$

Keterangan:

- 1) *Value added time* adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan yang akan menambah nilai produk bagi pelanggan atau dianggap penting bagi pelanggan.
- 2) *Total lead time* adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan keseluruhan proses dari awal sampai akhir.

b. *Cycle Time* (C/T)

Cycle time (C/T) merupakan salah satu ukuran penting yang dibutuhkan dalam kegiatan *lean* selain *Value-creating time* (VCT) dan *Lead time* (L/T). *Cycle time* menyatakan waktu yang dibutuhkan oleh satu operator untuk menyelesaikan seluruh elemen/kegiatan kerja dalam membuat satu part sebelum mengulangi kegiatan untuk membuat part berikutnya. *Value creating time* (VCT) menyatakan waktu keseluruhan elemen kerja yang biasa mentransformasikan suatu produk dalam cara yang rela dibayar oleh konsumen. *Lead time* (L/T) menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk seluruh proses atau dalam satu value stream, mulai dari awal hingga akhir proses.

Biasanya : VCT < C/T < L/T

c. *Change Over Time (C/O)*

Menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk merubah posisi (*switch*) dari memproduksi satu jenis produk menjadi produk yang lainnya. Dalam hal ini biasanya *changeover time* menyatakan waktu untuk memindahkan dari posisi kiri menjadi posisi kanan dalam pembuatan satu produk simetris.

d. *Uptime*

Menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses. Kapasitas mesin bersifat *on-demand machine uptime*. Artinya informasi mesin ini tetap. Rumus untuk *uptime* adalah:

$$\text{Uptime} = \frac{\text{Availability} - \text{Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\%$$

e. Jumlah Operator


Menyatakan jumlah orang yang dibutuhkan saat untuk melakukan satu proses.

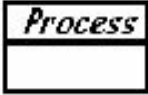

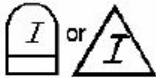
f. Waktu Kerja

Waktu kerja yang dibutuhkan untuk setiap *shift* pada suatu proses sesudah dikurangi dengan waktu istirahat (*break*), waktu rapat (*meeting*), dan waktu membersihkan area kerja (*clean up times*).

Untuk menggambarkan aliran proses dengan *value stream mapping* dibutuhkan lambang-lambang dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.


Tabel 2.1 Lambang-lambang yang digunakan pada Peta Kategori Proses



No	Nama	Lambang	Fungsi
1	<i>Customer /Supplier</i>		Merepresentasikan <i>supplier</i> bila diletakkan di kiri atas, yakni sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran <i>material</i> . Sementara gambar akan

			merepresentasikan <i>customer</i> bila ditempatkan di kanan atas, biasanya sebagai titik akhir aliran <i>material</i> .
2	<i>Dedicated Process</i>		Menyatakan proses, operasi, mesin atau departemen yang melalui aliran <i>material</i> . Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan, maka lambang ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang <i>continue</i> .
3	<i>Data Box</i>	 Data Box	Lambang ini memiliki lambang-lambang didalamnya yang menyatakan informasi/data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem.
4	<i>Inventory</i>		Menunjukkan keberadaan suatu <i>inventory</i> diantara dua proses. Ketika memetakan <i>current state</i> jumlah <i>inventory</i> dapat diperkirakan dengan satu perhitungan cepat dan jumlah tersebut dituliskan dibawah gambar segitiga.

Lanjutan . . .

Tabel 2.1 Lambang-lambang yang digunakan pada Peta Kategori Proses (Lanjutan)

No	Nama	Lambang	Fungsi
			Jika terdapat lebih dari satu akumulasi <i>inventory</i> , gunakan satu lambang untuk masing-masing <i>inventory</i> . Lambang ini juga dapat digunakan untuk merepresentasikan penyimpanan bagi <i>raw material</i> dan <i>finished good</i> .
5	Operator		Lambang ini merepresentasikan operator yang menunjukkan jumlah

			operator yang dibutuhkan untuk melakukan suatu proses.
6	<i>Shared Process</i>		Menyatakan operasi proses, departemen atau stasiun kerja dengan <i>family-family</i> yang saling berbagi dalam <i>value stream</i> . Perkiraan jumlah operator yang dibutuhkan dalam <i>value stream</i> dipetakan, bukan sejumlah operator yang dibutuhkan untuk memproduksi seluruh produk.
7	<i>Work Cell</i>		Mengindikasikan banyak proses yang terintegrasi dalam sel-sel kerja manufaktur, seperti sel-sel yang biasa memproses <i>family</i> terbatas dari produk yang sama atau produk tunggal. Produk berpindah dari satu langkah proses ke langkah proses lain dalam berbagai <i>batch</i> yang kecil.

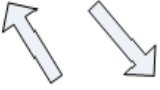


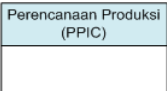


(Sumber: Rother, dan Shook, 2003)

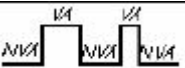
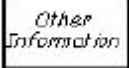
4. Pembuatan Peta Aliran *Material* dan Informasi Keseluruhan Pabrik

Kesatuan peta alur *value stream* mencakup aliran material yang harus ada dalam peta. Selain aliran *material*, maka yang tak kalah pentingnya dalam peta *value-stream* adalah aliran informasi yang juga mencakup aliran yang ditunjukkan dengan ikon *push arrow*. Penggambaran *shipments* dan *lead-time bar* dari bahan mentah hingga produk jadi (*finished good*) yang telah berada di *shipping-end* untuk dikirim ke konsumen. Dengan demikian peta *Current State Map* telah lengkap. Pada tahapan ini, maka gambar yang telah dibuat pada tahap sebelumnya, disempurnakan dengan lambang-lambang yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Lambang-lambang yang Melengkapi Peta Keseluruhan

No	Nama	Lambang	Fungsi
----	------	---------	--------

1	<i>Shipments</i>		Merepresentasikan pergerakan <i>raw material</i> dari <i>supplier</i> hingga menuju gudang penyimpanan akhir di pabrik atau pergerakan dari produk akhir di gudang penyimpanan pabrik hingga sampai ke konsumen.
2	<i>Push Arrows</i>		Merepresentasikan pergerakan <i>material</i> dari satu proses menuju proses berikutnya. <i>Push</i> memiliki arti bahwa proses dapat memproduksi sesuatu tanpa memandang kebutuhan cepat dari proses yang bersifat <i>downstream</i> .
3	<i>External Shipments</i>		Melambangkan pengiriman yang dilakukan dari <i>supplier</i> ke konsumen atau pabrik ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal (di luar pabrik).
4	<i>Production Control</i>		Merepresentasikan penjadwalan produksi atau departemen pengontrolan orang atau operasi
5	<i>Manual Info</i>		Gambar anak panah yang lurus dan tipis menunjukkan aliran informasi umum yang bisa diperoleh melalui catatan, laporan ataupun percakapan. Jumlah dan jenis catatan lain bisa jadi relevan.
6	<i>Electronic Info</i>		Merepresentasikan aliran elektronik seperti melalui: <i>Electronic Data Interchange</i> (EDI), internet, intranet, LAN (<i>Local Area Network</i>). Melalui anak panah tersebut, maka dapat diindikasikan jumlah informasi atau data yang dipertukarkan, jenis media yang digunakan seperti fax, telepon.

7	<i>Timeline</i>		Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah (<i>cycle times</i>) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (Waktu menunggu). Lambang ini digunakan untuk menghitung <i>lead time</i> dan total <i>cycle time</i> .
8	<i>Other</i>		Menyatakan informasi atau hal lain yang penting

(Sumber: Rother, M dan Shook, J., 2003)

Contoh *Current State Value Stream Mapping* dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.

Gambar 2.3 Contoh *Current State Value Stream Mapping*

Sumber: Rother dan Shook, 1998)

2.3.3 *Value Stream Mapping* Masa Depan (*future state map*)

Langkah terakhir dalam *value stream mapping* adalah membuat suatu

future state map. Tujuan dari VSM adalah untuk mengetahui dengan jelas sumber-sumber pemborosan dan membantu membuat area target bagi proses perbaikan yang nyata. *Future state map* tidaklah lebih dari sekedar pengimplementasian rencana yang menjelaskan *tool*/yang dibutuhkan dalam proses *lean* untuk mengeliminasi pemborosan dan dimana (pada proses apa) *tool* tersebut diperlukan dalam *value stream* suatu produk. Petunjuk untuk pembuatan *future state map* adalah sebagai berikut:

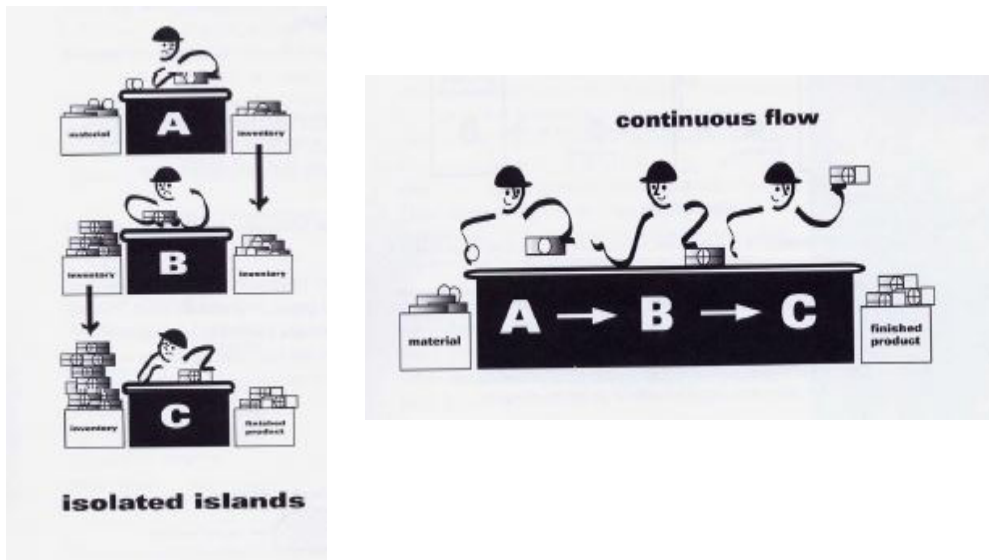
1. Penentuan *Takt Time*

Takt time menyatakan seberapa sering seharusnya perusahaan memproduksi satu *part* atau produk dalam sehari berdasarkan rata-rata harian penjualan produk agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. *Takt time* dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Available Work Time per Day}}{\text{Customer Demand per Day}}$$

2. Mengembangkan aliran dan *continuous flow* di tempat yang memungkinkan

Continuous flow menunjukkan proses untuk memproduksi suatu produk dalam satu waktu, dimana setiap item dengan segera melewati satu proses untuk berlanjut ke proses berikutnya tanpa adanya stagnasi (tidak terdapat pemborosan) diantara proses tersebut. Contoh stasiun kerja sebelum dan sesudah menerapkan *continuous flow* dapat dilihat pada gambar 2.4. *Icon* pemetaan yang digunakan secara sederhana untuk menunjukkan *continuous flow* adalah *process box*. Dalam menggambarkan *future state*, setiap *process box* sebaiknya mendeskripsikan suatu area aliran. Jadi jika dalam suatu *future state* terdapat lebih banyak *continuous flow*, maka dua atau lebih *process box* yang terdapat dalam *current state* akan dikombinasikan menjadi satu *box* dalam *future state map*.



Gambar 2.4 Proses Sebelum dan Sesudah Penerapan *Continuous Flow*

(Sumber: Rother dan Shook, 1998)

3. Menggunakan supermarket untuk mengontrol produksi saat aliran *continuous flow* tidak sampai tahap *up stream*.

Ada kalanya beberapa area di dalam *value stream* dimana *continuous flow* tidak mungkin untuk diimplementasikan, sementara pengelompokkan diperlukan. Terdapat beberapa alasan yang dapat menyebabkan hal tersebut dapat terjadi, antara lain sebagai berikut:

- a. Beberapa proses yang memang dirancang untuk beroperasi dalam waktu siklus yang sangat cepat atau bahkan sangat lambat dan butuh *changeover* untuk melayani *family product* sekaligus.
 - b. Beberapa proses, seperti proses yang terdapat pada *supplier*, memiliki letak yang jauh sehingga pengiriman satu produk dalam satu waktu menjadi tidak realistis.
 - c. Beberapa proses memiliki terlalu banyak *lead time* atau sangatlah tidak masuk akal untuk menggabungkan secara langsung antara proses yang satu dengan proses yang lain dalam satu *continuous flow*.
4. Pemilihan *pacemaker process*
 Dengan menggunakan supermarket *pull system*, maka hanya akan

dibutuhkan satu poin penjadwalan dalam *value stream* yang dibuat secara *door to door*. Poin tersebutlah yang disebut dengan proses utama (*pacemaker process*), sebab bagaimana pengontrolan produksi dilakukan pada proses tersebut dapat menentukan secara keseluruhan proses *upstream*.

5. Membangun level produksi yang konsisten

Volume kerja yang tidak menentu, terlebih berubah besar dapat menyebabkan *overtime* (waktu lembur) yang tidak menentu dan akan menyebabkan tambahan beban baik di mesin, operator maupun *supermarket*. Dengan permasalahan demikian, perlu dibuatnya satu level produksi perintis yang dapat menangani aliran produksi yang dapat diprediksi, dapat membantu mengatasi masalah dan kemampuan pengambilan tindakan perbaikan yang cepat. Berikut dibawah ini adalah contoh dari penerapan *future state map* dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Gambar 2.5 Contoh *Future State Value Stream Mapping*
(Sumber: Rother dan Shook, 1998)

2.4 Konsep *Value Stream Mapping*

Value Stream Mapping (VSM) adalah alat bantu untuk mengidentifikasi aktivitas yang *value added* dan *non value added* pada industri manufaktur, sehingga mempermudah untuk mencari akar permasalahan pada proses (McWilliams dan Tetteh, 2008). Alat bantu ini mampu menunjukkan *error* dalam suatu gambaran pada *current state system* dan digunakan untuk membuat kondisi yang ideal pada *future state system*.

VSM memetakan tidak hanya aliran *material* tetapi juga aliran informasi yang menandakan dan mengontrol aliran material. Jalur aliran material dari suatu produk ditelusuri balik dari operasi akhir dan perjalanannya ke lokasi penyimpanan bahan mentah. Aliran ini menggambarkan representasi fasilitas proses dari implementasi *lean* dengan cara membantu mengidentifikasi tahapan-tahapan *value added* pada suatu *value stream*, dan mengeliminasi tahapan-tahapan *non value added* atau *waste (muda)*. Dimana *Value stream mapping* terdiri dari 2 tipe yakni *current state map* dan *future state map*.

Kedua tipe tersebut mengindikasikan semua informasi penting terkait *value stream* produk seperti waktu siklus, tingkatan penyimpanan, dan lain-lain yang akan membantu untuk membuat perbaikan yang nyata.

Indeks pengukuran atau indikator performansi dari VSM adalah kualitas, biaya, dan *lead time* (Wee dan Wu, 2009), secara detail diantaranya yaitu:

1. FTT (*First Time Trough*)

Persentase unit yang diproses sempurna dan sesuai dengan standar kualitas pada saat pertama proses (tanpa *scrap, rerun, retest, repair* atau *returned*).

2. BTS (*Build to Schedule*)

Pembuatan penjadwalan untuk melihat eksekusi rencana pembuatan produk yang tepat pada waktu dan urutan yang benar.

3. DTD (*Dock to Dock*)

Waktu antara *unloading raw material* dan selesainya produk jadi untuk dikirim.

4. OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Mengukur ketersediaan, efisiensi dan kualitas dari suatu peralatan dan juga sebagai batasan utilisasi kapasitas dari suatu operasi.

5. *Value rate (ratio)*

Persentase dari seluruh kegiatan yang *value added*.

6. Indikator lainnya:

a. A/T : *Available time* = Total waktu kerja – waktu istirahat

b. T/T : *Takt time* = *Available time*/*Volume production*

c. C/T : *Cycle time*

d. W/T : *Work time* = waktu kerja dari setiap operator

e. VA : waktu yang *value added*

f. NVA : waktu yang *non value added* (termasuk pemborosan)

2.5 *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*

Menurut Hines dan Rich (1997), *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* digunakan sebagai alat bantu untuk memetakan secara detail aliran nilai (*value stream*) yang berfokus pada *value adding process*. *Detailed mapping* ini kemudian dapat digunakan untuk menemukan penyebab *waste* yang terjadi.

Terdapat 7 (tujuh) macam *detailed mapping tools* yang paling umum digunakan, yaitu sebagai berikut:

1. *Process Activity Mapping*

Merupakan pendekatan teknis yang bisa dipergunakan pada aktivitas-aktivitas di rantai produksi. Perluasan dari *tools* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan produktivitas baik aliran produk fisik maupun aliran informasi, tidak hanya dalam ruang lingkup perusahaan namun juga pada area lain dalam *supply chain*.

Menurut Hines dan Taylor (2000) didalam *process activity mapping* terdapat empat macam aliran dengan simbol yang berbeda, yaitu:

O = *Operation*

T = *Transportation*

I = *Inspection*

D = *Delay*

S = *Storage*

Konsep dasar dari *tools* ini adalah memetakan setiap tahap aktivitas yang terjadi mulai dari *operation, transportation, inspection, delay, dan storage*, kemudian mengelompokkan kedalam tipe-tipe aktivitas yang ada mulai dari *value adding activities, necessary non value adding activities, dan non value adding activities*. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pendekatan ini terbagi menjadi lima tahapan, yaitu:

- a. Memahami aliran proses.
- b. Mengidentifikasi *waste*.
- c. Mempertimbangkan apakah suatu proses dapat diatasi kembali menjadi urutan yang lebih efisien.

- d. Mempertimbangkan pola aliran yang lebih baik, yang melibatkan tata letak aliran yang berbeda atau rute transportasi.
- e. Mempertimbangkan apakah segala sesuatu yang sedang dilakukan pada setiap tahap benar-benar diperlukan dan apa yang akan terjadi jika aktivitas yang berlebih dihilangkan.

2. *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)

Merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara *inventory* dengan *lead time* pada jalur distribusi, sehingga dapat diketahui adanya peningkatan maupun penurunan tingkat persediaan dan waktu distribusi pada tiap area dalam *supply chain*. Dari fungsi yang diberikan, selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan manajemen untuk menaksir kebutuhan stok apabila dikaitkan pencapaian *lead time* yang pendek. Tujuannya untuk memperbaiki dan mempertahankan tingkat pelayanan pada setiap jalur.

3. *Production Variety Funnel* (PVF)

Merupakan teknik pemetaan visual yang mencoba memetakan jumlah variasi produk di tiap tahapan proses manufaktur. *Tools* ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik dalam sebuah produk *generic* diproses menjadi beberapa produk yang spesifik. Selain itu, *tools* ini juga dapat digunakan untuk menunjukkan area *bottleneck* pada desain proses. Dengan fungsi-fungsi tersebut, selanjutnya dapat digunakan untuk merencanakan perbaikan kebijakan *inventory* (apakah dalam bentuk bahan baku, produk setengah jadi atau produk jadi).

4. *Quality Filter Mapping* (QFM)

Merupakan *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi tata letak permasalahan cacat kualitas pada rantai *supply* yang ada. Evaluasi

hilangnya kualitas yang sering terjadi dilakukan untuk pengembangan jangka pendek. *Tools* ini mampu menggambarkan tiga tipe cacat kualitas yang berbeda, yaitu:

a. *Product defect*

Cacat fisik produk yang lolos ke *customer* karena tidak berhasil diseleksi pada saat proses inspeksi.

b. *Scrap defect*

Sering disebut juga sebagai internal *defect*, dimana cacat ini masih berada dalam internal perusahaan dan berhasil diseleksi pada saat proses

c. *Service defect*

Permasalahan yang dirasakan *customer* berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan. Hal yang paling utama berkaitan dengan cacat kualitas pelayanan adalah ketidaktepatan waktu pengiriman (terlambat atau terlalu cepat). Selain itu dapat disebabkan karena permasalahan dokumentasi, kesalahan proses *packing* maupun *labelling*, kesalahan jumlah (*quantity*), dan permasalahan fraktur.

5. *Demand Amplification Mapping* (DAM)

Peta yang digunakan untuk memvisualisasikan perubahan *demand* disepanjang rantai *supply*. Fenomena ini menganut *law of industrial dynamics*, dimana *demand* yang ditransmisikan disepanjang rantai *supply* melalui rangkaian kebijakan *order* dan *inventory* akan mengalami variasi yang semakin meningkat dalam setiap pergerakannya mulai dari *downstream* sampai dengan *upstream*. Dari informasi tersebut dapat digunakan dalam pengambilan keputusan dan analisis lebih lanjut baik untuk mengantisipasi adanya perubahan permintaan, me-*manage* fluktuasi, serta kebijakan *inventory*.

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

Menunjukkan berbagai *option* sistem produksi yang berbeda, dengan *trade off* antara *lead time* masing-masing *option* dengan tingkat *inventory* yang diperlukan untuk meng-*cover* selama proses *lead time*.

7. *Physical Structure (PS)*

Merupakan sebuah *tools* yang digunakan untuk memahami kondisi rantai *supply* di level produksi. Hal ini diperlukan untuk memahami kondisi industri itu, bagaimana operasinya, dan dalam mengarahkan perhatian pada area yang mungkin belum mendapatkan perhatian yang cukup untuk pengembangan.

Pemakaian dari tujuh *tools* tersebut didasarkan pada pemilihan yang tepat berdasarkan kondisi perusahaan itu sendiri dan dilakukan dengan menggunakan tabel *Value Stream Mapping Tools (VALSAT)* sebagai berikut:

Tabel 2.3 *The Seven Stream Mapping Tools*

Waste	Mapping Tools						
	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
Overproduction	L	M		L	M	M	
Time Waiting	H	H	L		M	M	
Transportation	H						L
Inappropriate Processing	H		M	L		L	
Unnecessary Inventory	M	H	M		H	M	L
Unnecessary Motion	H	L					
Defect	L			H			
Overall Structure	L	L	M	L	H	M	H
Origin of Tool	Industrial Engineering	Time Compression Logistic	Operation Management	New Tool	System Dynamics	Efficient Consumer Response Logistic	New Tool

(Sumber: Hines dan Rich, 1997)

Keterangan:

H = *High correlation and usefulness* (kegunaan dan korelasi tinggi)

faktor pengali = 9

M = *Medium correlation and usefulness* (kegunaan dan korelasi sedang)

faktor pengali = 3

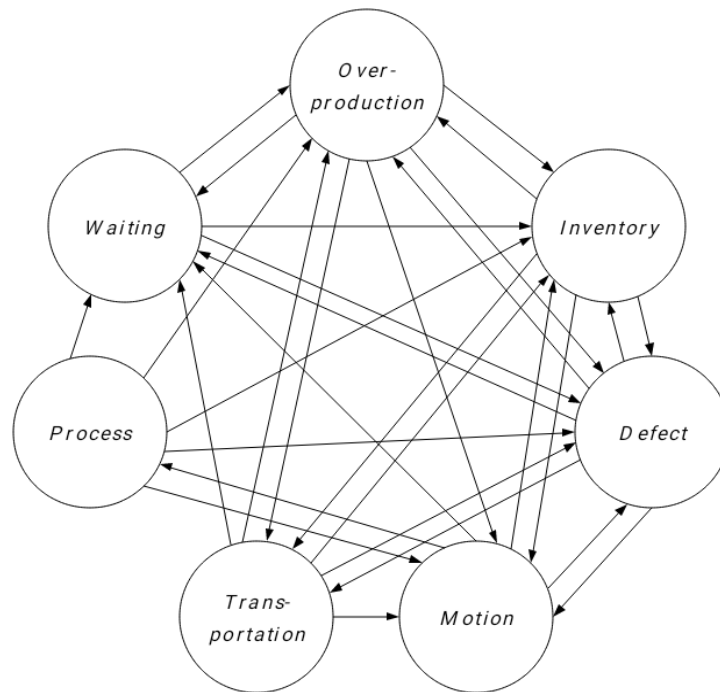
L = *Low correlation and usefulness* (kegunaan dan korelasi rendah)

faktor pengali = 1

2.6 Konsep *Waste Assessment Model*

Waste Assessment Model (WAM) merupakan suatu model dari elemen *Just in Time* (JIT) yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* dan mengidentifikasi untuk mengeliminasi pemborosan di lingkungan kerja (Rawabdeh, 2005). Model ini menggambarkan hubungan antar *seven waste* (O: *Overproduction*, P: *Processing*, I: *Inventory*, T: *Transportation*, D: *Defects*, W: *Waiting*, M: *Motion*).

Semua jenis pemborosan bersifat *inter-dependent*, dan berpengaruh terhadap jenis lain. Gambar 2.5 Menunjukkan pengaruh antar *waste*.



Gambar 2.6 Hubungan antar Pemborosan

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Jenis pemborosan *overproduction* merupakan pemborosan yang memiliki pengaruh besar terhadap jenis pemborosan yang lain (Wee dan Wu, 2009). Untuk membuktikan bahwa *overproduction* merupakan jenis pemborosan yang berpengaruh, maka dibuatlah sebuah matriks keterkaitan antara pemborosan untuk mengetahui kekuatan dari setiap pemborosan. Untuk memvalidisasi hal tersebut maka dikembangkan sebuah model kuesioner yang berfungsi sebagai pedoman/kriteria untuk menyederhanakan proses identifikasi pemborosan di lingkungan kerja. Model penilaian pemborosan ini dimulai dengan sistem *brainstorming* antara para *leader/supervisor* dari departemen terkait mengenai definisi dari setiap pemborosan dan pengaruh setiap jenis pemborosan terhadap jenis pemborosan lainnya. Setiap hubungan antara pemborosan selanjutnya dimasukkan kedalam kuesioner yang menjadi kriteria pengukuran. Kuesioner tersebut berupa enam pertanyaan dengan tiap jawaban memiliki rentang bobot 0 sampai 4.

Tabel 2.4 Kriteria Kuesioner untuk Pembobotan *Waste Relationship*

No	Pertanyaan	Bobot
1	Apakah i mengakibatkan j? Selalu Kadang-kadang Jarang	4 2 1
2	Apakah tipe keterkaitan antara i dan j? Jika i naik, maka j naik Jika i naik, maka j pada level konstan Acak, tidak tergantung kondisi	2 1 0
3	Dampak j dikarenakan oleh i: Terlihat langsung dan jelas Butuh waktu agar terlihat Tidak terlihat	4 2 0
4	Mengeliminasi akibat i pada j dicapai melalui: Metode teknik Sederhana dan langsung Solusi intruksi	2 1 0
5	Dampak j dikarenakan oleh i, berpengaruh kepada: Kualitas produk Produktivitas sumber daya <i>Lead time</i> Kualitas dan produktivitas Produktivitas dan <i>lead time</i> Kualitas dan <i>lead time</i> Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	1 1 1 2 2 2 4
6	Pada tingkat apa dampak i pada j meningkat <i>lead time</i> manufaktur? Tingkatan tinggi Tingkatan menengah Tingkatan rendah	4 2 0

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Penjelasan keterkaitan antar pemborosan dapat dilihat pada Lampiran H. Hasil pembobotan dihitung dalam tabulasi dengan contoh

pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Contoh Tabulasi Perhitungan Keterkaitan Antar Pemborosan

Question Relationship	1		2		3		4		5		6		Score
	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	Ans	Wght	
O_I	a	4	a	2	a	4	a	2	f	2	a	4	18
O_D	b	2	c	0	b	2	b	1	a	1	c	0	6

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan skor keterkaitan antar pemborosan yang kemudian dikonversikan kedalam simbol pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar Pemborosan

Range	Type of Relationship	Simbol
17 - 20	Mutlak	A
13 - 16	Sangat Penting	E
9 - 12	Penting	I
5 - 8	Biasa	O
1 - 4	Tidak Penting	U

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Hasil konversi ini selanjutnya akan digunakan dalam pembuatan *waste relationship matrix*

2.6.1 Waste Relationship Matrix (WRM)

Waste Relationship Matrix (WRM) merupakan *matrix* yang digunakan untuk menganalisis kriteria pengukuran. Baris pada *matrix* menunjukkan efek suatu pemborosan tertentu terhadap enam pemborosan lainnya, sedangkan kolom pada *matrix* menunjukkan pemborosan yang dipengaruhi oleh pemborosan lainnya. Diagonal dari *matrix* ditempatkan dengan nilai *relationship* tertinggi, dan secara *default*, tiap jenis pemborosan akan memiliki hubungan pokok dengan *waste* itu sendiri. *Waste matrix* menggambarkan hubungan nyata diantara jenis-jenis pemborosan. WRM dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Waste Relationship Matrix (WRM)

From/ To	O	I	D	M	T	P	W
O	A	A	O	O	I	X	E

I	I	A	I	I	I	X	X
D	I	I	A	I	E	X	I
M	X	O	E	A	X	I	A
T	U	O	I	U	A	X	I
P	I	U	I	I	X	A	I
W	O	A	O	X	X	X	A

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Untuk penyederhanaan *matrix* maka hasil dari WRM dikonversikan kedalam bentuk *Waste Matrix Value* dengan bobot nilai dari masing-masing simbol adalah A=10; E=8; I=6; O=4; U=2; dan X=0. Kemudian dihitung total skor nilai dari masing-masing hubungan yang ada dalam WRM serta bobot masing-masing *waste* dalam persentase. *Waste Matrix Value* diperlihatkan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 *Waste Matrix Value*

From/To	O	I	D	M	T	P	W	Total/Skor	%
O	10	10	4	4	6	0	8	42	17%
I	6	10	6	6	4	0	0	32	13%
D	6	6	10	6	8	0	6	42	17%
M	0	4	8	10	0	6	10	38	15%
T	2	4	6	2	10	0	6	30	12%
P	6	2	6	6	0	10	6	36	15%
W	4	10	4	0	0	0	10	28	11%
Total/Skor	34	46	44	34	28	16	46	248	
%	14%	19%	18%	14%	11%	6%	19%		100%

(Sumber: Rawabdeh, 2005)

Berdasarkan hasil total/skor pada Tabel 2.8 dari masing-masing *waste*, maka dapat diperoleh nilai bobot dari tiap jenis *waste*. Nilai bobot dari tiap jenis *waste* diperoleh dari skor masing-masing pemborosan dibagi dengan banyaknya jenis pemborosan (Karuniawan et al, 2013). Hasil dari nilai bobot dari tiap pemborosan dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Rata-Rata Bobot Pemborosan

<i>Waste</i>	Skor	Bobot
<i>Overproduction</i>	42	6.00
<i>Inventory</i>	32	4.57

<i>Defect</i>	42	6.00
<i>Motion</i>	38	5.43
<i>Transportation</i>	30	4.29
<i>Process</i>	36	5.14
<i>Waiting</i>	28	4.00

(Sumber: Karuniawan et al, 2013)

Hasil dari pemborosan nilai pada Tabel 2.9 menunjukkan peringkat pemborosan *overproduction* dan *defect* merupakan pemborosan yang dominan dan sangat berpengaruh terhadap pemborosan lainnya. Total dari bobot nilai ini digunakan pada tahap berikutnya yaitu metode VALSAT, berfungsi untuk menentukan alat bantu yang tepat untuk melakukan analisis pemborosan secara lebih detail.

2.7 Pengukuran Waktu

Pada penelitian ini, metode yang digunakan dalam pengukuran waktu terbagi atas dua bagian yakni (Sutalaksana et al, 1979).

1. Pengukuran waktu secara langsung

Pengukuran waktu secara langsung adalah pengukuran yang dilakukan ditempat pekerjaan dilaksanakan. Adapun pengukuran waktu secara langsung terbagi atas dua jenis, yaitu:

- a. Metode sampling pekerjaan, yakni pengamatan yang dilakukan pada waktu-waktu tertentu yang telah ditentukan secara acak maupun random.
- b. Metode jam henti, yakni pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan instrumen *stopwatch* dimana metode tersebut baik untuk diaplikasikan pada pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang.

2.7.1 Perhitungan Waktu Standar

Waktu standar atau waktu baku menunjukkan lamanya waktu yang

dibutuhkan seorang pekerja terampil untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan dalam kecepatan normal yang disesuaikan dengan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran yang diberikan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Jika data yang digunakan telah mencukupi syarat $N1 < N$, maka tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk memperoleh besaran nilai waktu standar pekerjaan adalah sebagai berikut (Purnomo, 2004):

1. Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja (Purnomo, 2004). Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dari siklus ke siklus lainnya, sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal atau *uniform*, tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu akan bisa diselesaikan dalam waktu yang persis sama. Adapun cara menghitung waktu siklus adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu siklus} = \frac{\sum_{i=0}^n X_i}{N}$$

Dimana : X_i = waktu siklus pada pengamatan ke- i

N = banyaknya pengamatan yang dilakukan

2. Waktu normal

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada tempo kerja yang normal. Adapun cara menghitung waktu normal adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Siklus} (1 + \text{Rating Factors})$$

3. Waktu standar/baku

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Wignjosoebroto, 1995). Penentuan waktu baku untuk menentukan target produksi ini dilakukan dengan cara pengukuran langsung dengan menggunakan jam henti. Waktu baku didapatkan dengan mengalikan waktu normal dengan kelonggaran (*allowance*). Adapun cara menghitung waktu standar/baku adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Standar} = \text{Waktu Normal} (1 + \textit{Allowance})$$

2.8 Faktor Penyesuaian Kelonggaran

Faktor penyesuaian dan kelonggaran merupakan hal yang perlu diperhatikan, faktor tersebut digunakan dalam perhitungan waktu normal dan waktu standar. Faktor penyesuaian sangat erat kaitannya untuk mengetahui waktu normal, sedangkan faktor kelonggaran erat kaitannya untuk dapat mengetahui waktu standar. Pemberian faktor penyesuaian dan kelonggaran kepada pekerja tentu berbeda yang didasari beberapa hal, dimana penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. Faktor penyesuaian (*Rating Factors*)

Kemungkinan besar bagian yang paling sulit didalam pelaksanaan pengukuran kerja adalah kegiatan evaluasi kecepatan kerja dari pekerja pada saat pengukuran kerja berlangsung. Teknik untuk menilai ataupun mengevaluasi kecepatan kerja operator dikenal dengan "Faktor Penyesuaian (*Rating Factors*)". Secara umum kegiatan faktor penyesuaian tersebut dapat didefinisikan sebagai cara yang digunakan untuk menormalkan suatu ketidaknormalan kerja yang dilakukan oleh pekerja pada saat melakukan observasi.

Dengan melakukan *rating* diharapkan waktu kerja yang telah diukur

pada saat penelitian dilapangan dapat dinormalkan kembali. Ketidaknormalan dari waktu kerja ini biasanya diakibatkan oleh operator/pekerja yang bekerja secara kurang wajar yakni melakukan pekerjaan dalam kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Untuk dapat menormalkan waktu kerja yang telah diperoleh berdasarkan hasil penelitian, maka perlu dilakukan penyesuaian. Dalam penerapannya terdapat berbagai macam cara untuk menentukan suatu penyesuaian kepada pekerja, salah satu teknik dalam menentukan faktor penyesuaian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Westing House System Rating*.

Westing House System Rating pertama kali diperkenalkan oleh *Westing house company*(1927) yang memperkenalkan sebuah sistem *rating* yang merupakan penyempurnaan dari sistem *rating* sebelumnya. Dimana dalam sistem ini tidak hanya melihat dari sisi kemampuan (*skill*) dan usaha (*effort*) yang telah ada sebelumnya, pada faktor penyesuaian *westing house* ini juga menambahkan kondisi kerja (*condition*) dan konsistensi (*consistency*) dari pekerja yang melaksanakan pekerjaan tersebut. Berdasarkan permasalahan yang ada kemudian *westing house* berhasil membuat sebuah tabel penyesuaian yang berisi mengenai nilai-nilai yang didasarkan pada tingkatan yang ada disetiap masing-masing faktor tersebut. Tabel faktor penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 2.10 sebagai berikut:

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Berdasarkan *Westing House Rating Factors*

WESTING HOUSE RATING FACTORS					
SKILL			EFFORT		
0,15	A1	Super Skill	0,13	A1	<i>Excessive</i>
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	<i>Excellent</i>	0,1	B1	<i>Excellent</i>

0,08	B2		0,08	B2	
------	----	--	------	----	--

Lanjutan . . .

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Berdasarkan *Westing House Rating Factors* (Lanjutan)

WESTING HOUSE RATING FACTORS					
SKILL			EFFORT		
0,06	C1	<i>Good</i>	0,05	C1	<i>Good</i>
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	<i>Average</i>	0	D	<i>Average</i>
-0,05	E1	<i>Fair</i>	-0,04	E1	<i>Fair</i>
-0,1	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	<i>Poor</i>	-0,12	F1	<i>Poor</i>
-0,22	F2		-0,17	F2	
WESTING HOUSE RATING FACTORS					
CONDITION			CONSISTENCY		
0,06	A	<i>Ideal</i>	0,04	A	<i>Perfect</i>
0,04	B	<i>Excellent</i>	0,03	B	<i>Excellent</i>
0,02	C	<i>Good</i>	0,01	C	<i>Good</i>
0	D	<i>Average</i>	0	D	<i>Average</i>
-0,03	E	<i>Fair</i>	-0,02	E	<i>Fair</i>
-0,07	F	<i>Poor</i>	-0,04	F	<i>Poor</i>

(Sumber: Wignjosoebroto, 1995)

2. Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Dalam praktik sehari-hari, pengamatan akan dihadapkan pada keadaan dimana seorang pekerja tidaklah mungkin bekerja secara

terus-menerus sepanjang hari dengan kegiatan yang sama tanpa adanya interupsi sama sekali. Pada pelaksanaannya seringkali operator/pekerja dapat menghentikan kerja baik sering ataupun tidak, hal itu dilakukan sebab pekerja membutuhkan waktu-waktu khusus untuk berbagai macam keperluan seperti kebutuhan pribadi, istirahat, menghilangkan rasa lelah dan hambatan-hambatan lainnya yang mungkin dapat mengganggu pekerjaan.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu adanya faktor kelonggaran yang diberikan kepada pekerja. Faktor kelonggaran tersebut merupakan waktu tambahan yang diberikan sebagai kompensasi bagi pekerja atas berbagai keperluan, keterlambatan dan kerugian yang dilakukan oleh pekerja. Faktor kelonggaran tersebut terdiri dari beberapa faktor yakni *personal allowance*, *delay allowance*, dan *fatigue allowance*. Untuk menilai seberapa besar faktor kelonggaran yang diberikan pada pekerja, maka perlunya alat bantuan berupa tabel persentase kelonggaran berdasarkan faktor yang sekiranya berpengaruh dalam pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 2.11 sebagai berikut:

Tabel 2.11 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh

FAKTOR		NILAI (%)
KEBUTUHAN PRIBADI		
●	Pria	0 – 2,5
●	Wanita	2 – 5,0
KEADAAN LINGKUNGAN		
1	Bersih, Sehat, Tidak Bising	0
2	Siklus Kerja Berulang – Ulang antara 5-10 detik	0 – 1
3	Siklus Kerja Berulang – Ulang antara 0-5 detik	1 – 3

4	Sangat Bising		0 – 5	
5	Ada Faktor Penurunan Kualitas		0 – 5	
6	Ada Getaran Lantai		5 – 10	
7	Keadaan yang Luar Biasa		5 – 10	
TENAGA YANG DIKELUARKAN			PRIA	WANITA
1	Dapat Diabaikan	Tanpa Beban	0	
2	Sangat Ringan	0 – 2,25 kg	0 – 6	0 – 6
3	Ringan	2,26 – 9 kg	6 – 7,5	6 – 7,5
4	Sedang	9 – 18 kg	7,5 – 12	7,5 – 16
5	Berat	18 – 27 kg	12 – 19	16 – 30
6	Sangat Berat	27 – 50 kg	19 – 30	
7	Luar Biasa Berat	>50 kg	30 – 50	
SIKAP KERJA				
1	Duduk		0 - 1	
2	Berdiri di Atas Dua Kaki		1 – 2,5	
3	Berdiri di Atas Satu Kaki		2,5 – 4	
4	Berbaring		2,5 – 4	
5	Membungkuk		4 – 10	
GERAKAN KERJA				
1	Normal		0	
2	Agak Terbatas		0 – 5	
3	Sulit		0 – 5	
4	Pada Anggota – anggota Badan Terbatas		5 – 10	

5	Seluruh Anggota Badan Terbatas	10 – 15
---	--------------------------------	---------

Lanjutan . . .

Tabel 2.11 Persentase Kelonggaran Berdasarkan Faktor yang Berpengaruh (Lanjutan)

KELELAHAN MATA		PENCAHAYAAN BAIK	BURUK	
1	Pandangan yang Terputus-putus	0 – 6	0 – 6	
2	Pandangan yang Sampai Terus menerus	6 – 7,5	6 – 7,5	
3	Pandangan Terus-menerus dengan Fokus Berubah-ubah	7,5 – 12 12 – 19	7,5 – 16	
4	Pandangan Terus menerus dengan Fokus Tetap	19 – 30 30 – 50	16 – 30	
TEMPERATUR TEMPAT KERJA		TEMPERATUR (°C)	KELEMAHAN NORMAL	BERLEBIHAN
1	Beku	Dibawah 0	Diatas 10	Diatas 12
2	Rendah	0 -13	10 – 0	12 – 5
3	Sedang	13 – 22	5 – 0	8 – 0
4	Normal	22 – 28	0 – 5	0 – 8
5	Tinggi	28 – 28	5 – 40	8 – 100
6	Sangat Tinggi	Diatas 38	Diatas 40	Diatas 100

(Sumber: Satalaksana et al, 1979)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan bab yang menjelaskan mengenai data-data yang akan dikumpulkan dan diperiapkan secara matang dalam rangka mencapai tujuan penelitian, yaitu menjawab permasalahan dan persoalan yang dibahas dalam penulisan tugas akhir ini. Dalam bab ini akan diuraikan langkah-langkah sistematis dalam pemecahan masalah, serta untuk mengetahui urutan-urutan yang akan ditempuh guna menyelesaikan permasalahan yang ada dan mendapatkan suatu analisa yang baik.

3.1 Jenis Data

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan, penulis mengelompokkan data tersebut ke dalam dua jenis data, diantaranya sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung berdasarkan sumber aslinya berupa wawancara maupun hasil observasi dari suatu obyek. Data primer yang dikumpulkan meliputi waktu siklus. Pengukuran waktu siklus dilakukan dengan metode jam henti (*stopwatch time study*) dari setiap elemen kerja dari proses *core* sampai *finishing*

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku, catatan, bukti yang telah ada atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum. Adapun data

sekunder yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

1. Data umum perusahaan, diantaranya adalah sebagai berikut:
 - a. Sejarah perusahaan
 - b. Visi, misi perusahaan
 - c. Produk yang dihasilkan dan pelanggan perusahaan
 - d. Tata nilai perusahaan
 - e. Struktur organisasi perusahaan
 - f. Ketenagakerjaan dan waktu kerja perusahaan
 - g. *Layout perusahaan*
2. *Master Production Schedule (MPS) Cylinder Block* bulan Mei 2018
3. *Changeovertime* pada mesin
4. Jadwal waktu kerja
5. Data luas area *JSH*line
6. Aliran Informasi pada proses produksi *cylinder block*
7. Aliran bahan baku
8. Jumlah operator dan mesin di proses *core* sampai *finishing*

3.2 Sumber Data

Berdasarkan sumber datanya baik primer maupun data sekunder, adapun sumber dari data tersebut adalah :

1. Data primer bersumber dari pengukuran waktu secara langsung di lini *core* sampai *finishing* pada proses produksi *cylinder block*.

2. Data sekunder bersumber dari HRD *departement*, *Production Departement*, dan *foreman* lini *core* sampai *finishing*.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah suatu cara pengadaan data primer maupun data sekunder untuk keperluan penelitian. Untuk dapat memperoleh data dalam penelitian ini, maka penulis menggunakan metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Penelitian lapangan

Penelitian lapangan merupakan observasi atau pengamatan yang dilakukan secara langsung terhadap kegiatan yang diteliti. Pada penelitian ini pengamatan yang dilakukan yaitu melihat proses produksi pada produk *cylinder block*.

2. Wawancara

Metode yang digunakan untuk mencari data melalui teknik tanya jawab langsung pada saat melakukan pengamatan secara langsung kepada kepala bagian produksi dan para pekerja yang berhubungan dengan permasalahan yang menghambat pekerja dalam melaksanakan pekerjaannya.

3. Studi Kepustakaan

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca buku-buku atau *literatur* yang berhubungan dengan masalah yang dibahas dalam penelitian, buku tersebut digunakan sebagai penunjang dalam penyelesaian masalah yang ada.

3.4 Teknik Analisis

Langkah-langkah dalam metodologi pemecahan masalah ini dimulai dari perumusan masalah yang terjadi pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian yakni PT Asian Isuzu Casting Center. Langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.4.1. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap untuk menentukan pokok permasalahan yang terjadi di tempat penelitian guna mencari cara untuk pemecahan masalah tersebut.

3.4.2. Tujuan Penelitian

Langkah utama yang perlu ditetapkan untuk melakukan penelitian adalah tujuan dari dilaksanakan penelitian tersebut. Pada dasarnya tujuan penelitian menjadi landasan berfikir untuk menentukan langkah-langkah penelitian dan pemecahan masalah yang tercapai. Tujuan penelitian yang ditentukan telah dijelaskan pada bab I.

3.4.3. Studi Lapangan

Dalam melakukan penelitian tidak hanya menggunakan studi pustaka namun melakukan studi lapangan juga. Objek penelitian dilakukan pada bulan April hingga Juli 2018 bertempat di PT Asian Isuzu Casting Center, tepatnya pada proses produksi *Cylinder Block* dari proses *core* hingga *finishing*.

3.4.4. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari buku-buku referensi, baik yang bersifat umum seperti cara-cara menyusun tugas akhir, maupun yang bersifat khusus yakni yang berkaitan dengan pokok permasalahan

yang dibahas dalam penelitian.

3.4.5. Pengumpulan Data

Untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya, perlu dilakukan pengumpulan data sebagai penunjang dari penyelesaian masalah tersebut. Pengumpulan data tersebut dapat membantu pada tahap pengolahan data. Kemudian data yang telah dikumpulkan dan diolah digunakan sebagai informasi yang berguna untuk menjadi dasar dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah.

3.4.6. Pengolahan Data

Langkah-langkah dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja. Perhitungan waktu siklus didapat dengan cara membagi total waktu siklus per stasiun kerja dengan jumlah sub grup.

2. Perhitungan Waktu Standar

Waktu standar atau waktu baku adalah lamanya waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja dalam menyelesaikan satu siklus pekerjaan dalam kecepatan normal yang disesuaikan dengan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran yang diberikan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

a. Menghitung waktu siklus

Waktu siklus diperoleh dari total waktu siklus keseluruhan dibagi banyaknya pengamatan.

b. Menghitung waktu normal

Waktu normal diperoleh dari total *rating factors* ditambah satu kemudian dikalikan dengan waktu siklus. Untuk menentukan besaran nilai *Rating Factors*, dapat dilakukan dengan memberikan nilai faktor penyesuaian bagi faktor yang bekerja.

c. Menghitung waktu standar

Waktu standar diperoleh dari total nilai *allowance* ditambah satu kemudian dikali waktu normal. Untuk besaran nilai faktor kelonggaran (*Allowance*) dilakukan dengan cara memberikan nilai faktor kelonggaran bagi setiap pekerja berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi operator dalam melaksanakan pekerjaannya.

3. Perhitungan *Lead Time*

Tahap selanjutnya ialah menghitung *lead time*, *lead time* merupakan kebutuhan waktu untuk keseluruhan proses dari barang diterima, hingga barang dikirim ke konsumen. *Lead time* itu sendiri terdiri dari *lead time* proses, *lead time* transportasi, *lead time* stagnasi, dan *lead time* informasi. *Lead time* proses merupakan penjumlahan dari waktu baku disetiap proses dari *line core* sampai *finishing*.

4. Perhitungan *Availability* dan *Uptime*

Availability merupakan waktu kerja yang tersedia dalam memproduksi produk setiap harinya sedangkan *uptime* menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses.

5. Pemetaan Proses Produksi Dengan *Current State Mapping*

Tahap selanjutnya untuk membuat *current state mapping* adalah membuat aliran proses. Aliran proses meliputi proses penerimaan bahan baku dari *supplier* sampai dengan proses pengiriman barang jadi kepada *customer*. Proses yang telah diamati tersebut akan menjadi gambaran yang akan dibuat pada *current state mapping*.

Current state mapping memuat informasi yang terdiri dari *cycle time*, *changeover time*, jumlah operator, dan *uptime*. Ukuran-ukuran ini akan dimasukkan pada satu data *box*.

6. Perhitungan *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

WRM digunakan untuk menentukan skor dan bobot dari *seven relationship waste* sedangkan VALSAT digunakan dalam pemilihan *value stream analysis tools* dengan cara mengalikan hasil pembobotan *waste* dengan tujuh macam *detailed mapping tools* yang paling umum digunakan.

7. Detail *Mapping* Dengan *Process Activity Mapping* (PAM)

Tahap terakhir ialah membuat PAM untuk mengetahui proporsi dari kegiatan yang termasuk *Value Added* (VA) dan *Non Value Added* (NVA). PAM dibuat dengan cara mengelompokan setiap elemen kerja mulai dari operasi, transportasi, inpeksi, penyimpanan, dan menunggu. Kemudian menghitung perbandingan antara aktivitas yang memberikan nilai tambah dengan keseluruhan aktivitas.

8. Perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE)

PCE adalah tingkat keefisienan dari seluruh proses produksi. *Process Cycle Efficiency* (PCE) didapat dengan membandingkan *Total Value Added Time* dengan *Total Lead Time* dikali seratus persen.

3.4.7. Analisis dan Pembahasan

Pada bagian analisis dan pembahasan akan diketahui hasil analisis dari pengolahan data yang dapat membantu mengurangi masalah yang terjadi pada PT Asian Isuzu Casting Center. Adapun pada tahap ini dilakukan analisa terhadap data-data yang telah diperoleh diantaranya sebagai berikut:

1. Analisis Waktu Standar

Analisis waktu standar dilakukan untuk menemukan waktu dari proses produksi *cylinder block* yang terlalu lama, sehingga waktu tersebut sebaiknya dikurangi.

2. Analisis *Production Lead Time*

Analisis *production lead time* untuk mengetahui total *lead time* yang terdiri dari *lead time* informasi, stagnasi, transportasi dan proses sebelum melakukan perbaikan.

3. Analisis *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM)

Analisis CSVSM untuk mengetahui pemborosan yang terjadi pada proses produksi *cylinder block*.

4. Analisis Hasil *Process Activity Mapping* (PAM)

Analisis PAM adalah untuk mengetahui proporsi kegiatan *Value Added* (VA) dan *Non Value Added* (NVA) selama proses produksi *cylinder block*. Peta ini mampu mengidentifikasi adanya pemborosan pada *value stream* dan mengoptimalkan proses agar lebih efektif dan efisien.

5. Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Analisis ini digunakan untuk melihat hasil perbandingan sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan, apakah usulan yang diberikan lebih baik terhadap proses sebelum adanya perbaikan.

6. Usulan Perbaikan Dengan *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM)

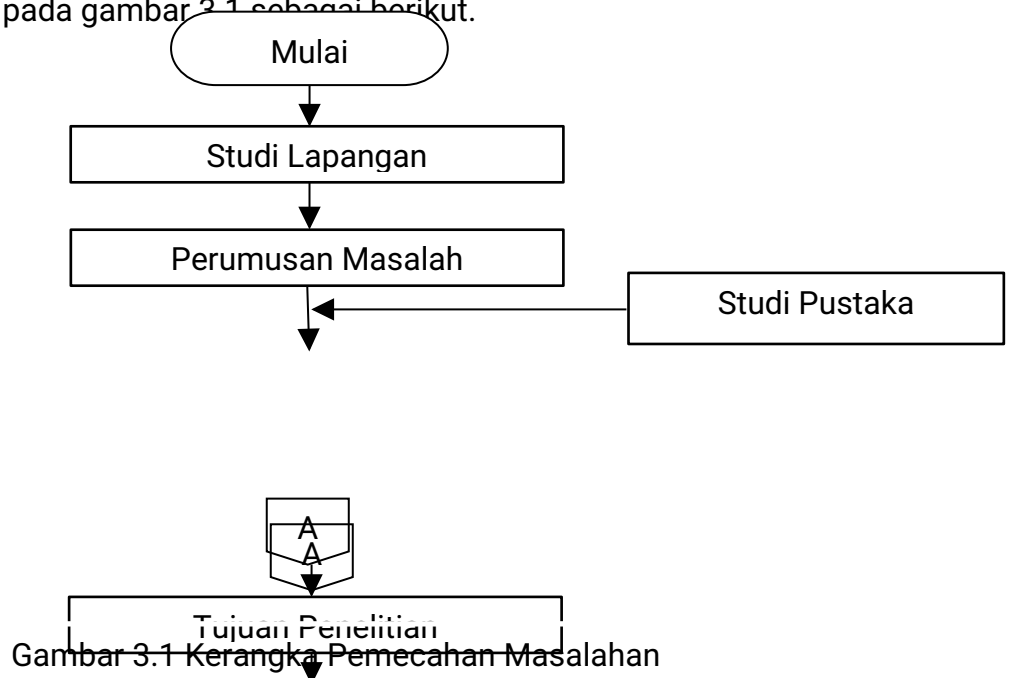
Setelah melakukan perbaikan dengan mengurangi kegiatan *Non Value Added* (NVA) pada proses produksi *cylinder block*, maka selanjutnya dibuat usulan perbaikan dengan FSVSM untuk melihat aliran informasi dan *material* yang baru.

3.4.8. Kesimpulan dan Saran

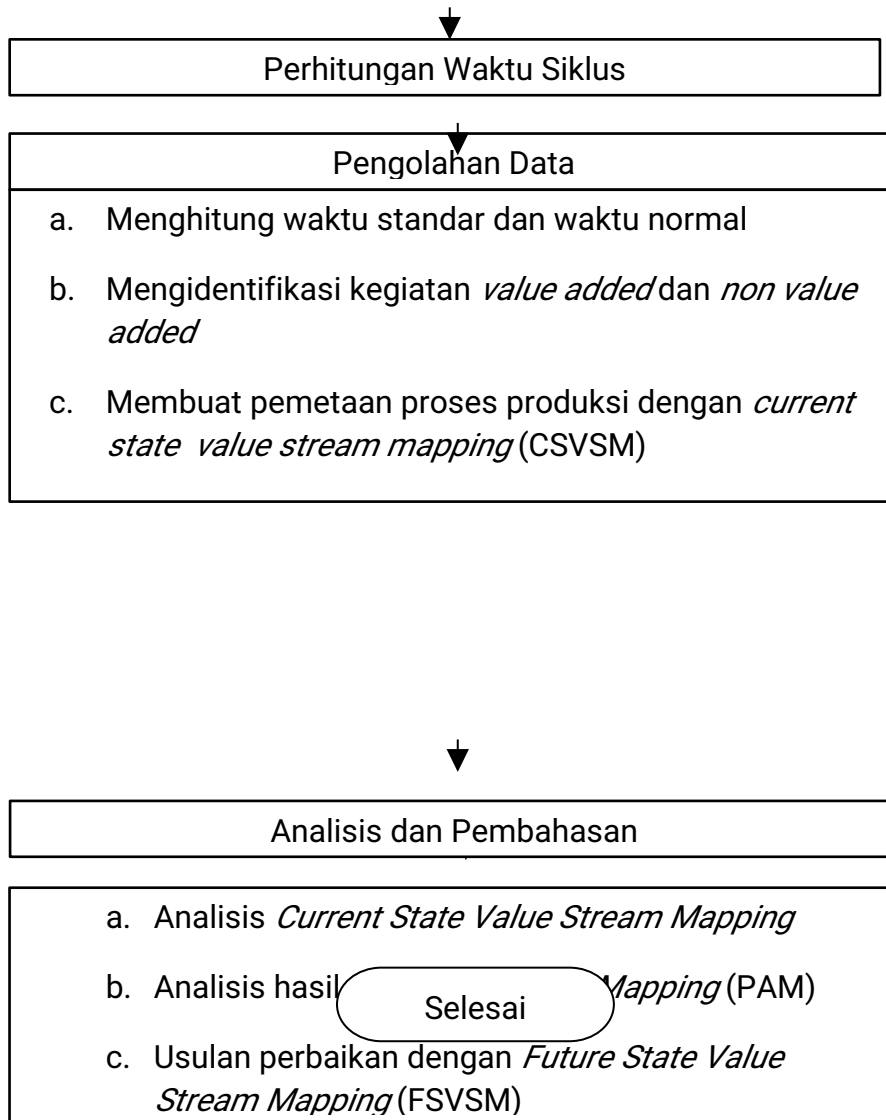
Kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari proses penelitian. Dimana, penelitian ini akan menghasilkan kesimpulan yang selanjutnya akan diberikan saran-saran yang dianggap penting dan mungkin untuk tindak lanjut hasil penelitian.

3.5 Diagram Kerangka Pemecahan Masalah

Berdasarkan penjelasan teknik analisis diatas, maka dapat dibuat kerangka berfikir untuk pemecahan masalah. Kerangka berfikir tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Pengumpulan Data
Data Primer : 1. Data pengukuran waktu siklus setiap stasiun kerja.
Data Sekunder 1. Data umum perusahaan. 2. Data jam kerja produksi. 3. Elemen kerja setiap operator



Kesimpulan dan Saran



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah (Lanjutan)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah dan Perkembangan PT Asian Isuzu Casting Center

PT. Asian Isuzu Casting Center (AICC) berdiri pada bulan April tahun 1997 sebagai perusahaan PMA Jepang yang bergerak di bidang manufaktur pengecoran logam. Pada awal berdiri perusahaan ini masih bernama PT Astra Isuzu Casting Company, baru setelah adanya perubahan struktur kepemilikan saham pada tahun 2004 berubah nama menjadi PT Asian Isuzu Casting Center.

PT Asian Isuzu Casting Center (AICC) merupakan salah satu industri yang berada di kawasan Karawang International Industry City (KIIC) Lot N6 -9 JL. Tol Jakarta - Cikampek Km.47 Desa Wadas dan Marga Karya Kecamatan Teluk Jambe Timur dan Teluk Jambe Barat Kabupaten Karawang dengan jumlah karyawan sampai dengan pada tahun 2017 sekitar 723 karyawan, terdiri dari 465 karyawan tetap dan 258 karyawan tidak tetap. Perusahaan ini berdiri pada luas tanah sekitar 78,854 m² dengan luas bangunan 32,295 m². Kepemilikan modal saat ini seluruhnya 100% sebagai perusahaan PMA Jepang yang dipegang oleh 3 (tiga) pemegang saham yaitu, I Metal Technology Cp., Ltd., Isuzu Motor Asia Limited, Isuzu Motor Limited.

Pada tahun 2007, PT Asian Isuzu Casting Center mendapatkan sertifikat ISO 9001:2000 yang menunjukkan komitmen perusahaan terhadap Sistem Manajemen Mutu (*Quality Management System*). Berikutnya ditahun 2010 PT Asian Isuzu Casting Center mendapatkan sertifikat ISO 14001:2004 untuk bidang Sistem Manajemen Lingkungan.

4.1.2 Lokasi Perusahaan

PT Asian Isuzu Casting Center terletak di Karawang *International Industrial City* (KIIC) Lot N6-9, Jl. Tol Jakarta – Cikampek Km 47, Karawang, 41361, Indonesia

4.1.3 Visi dan Misi PT Asian Isuzu Casting Center

Pengembangan operasional PT Asian Isuzu Casting Center yang bergerak dibidang *Manufacturing of Casting Products for Automobile* berpedoman pada visi dan misi yang mendorong perusahaan memiliki fokus dalam meraih pencapaian keberhasilan adapun visi dan misi PT Asian Isuzu Casting Center adalah sebagai berikut:

1. Visi

Menjalankan terus menerus *improvement* kualitas atas produk dan dapat dipercaya untuk memuaskan kebutuhan pelanggan.

2. Misi

- a. Membangun lingkungan kerja yang aman dan padat aktivitas.
- b. Dalam setiap hal yang kami lakukan, kami selalu terus menerus tertantang bagaimana menjadi lebih baik. Inovasi adalah salah satu tolak ukur untuk mencapai tujuan.
- c. Selalu melakukan analisa terhadap suatu fenomena dan berusaha menyelesaikan dengan cara *sangen-shugi* (tiga hal faktual).
- d. *Seijitsu* (ketulusan) sebagai motto dan kami berusaha menerapkan hukum atau peraturan yang ada dengan sepenuh hati.

4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Dalam suatu perusahaan struktur organisasi sangat diperlukan untuk menjaga kelancaran usaha dan mencapai tujuan. Struktur organisasi dibentuk dengan maksud agar setiap anggota organisasi dapat bekerja sama secara efektif dan efisien. Unsur dalam organisasi adalah sebagai berikut:

1. Adanya dua orang atau lebih
2. Adanya pengaturan hubungan
3. Adanya maksud kerja sama
4. Adanya tujuan yang hendak dicapai
5. Adanya pembagian pesan untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara bersama-sama.

Adapun ciri atau atribut organisasi dapat terperinci sebagai berikut:

1. Organisasi adalah lembaga sosial yang terdiri dari sekumpulan orang dengan berbagai pola interaksi yang ditetapkan.
2. Organisasi dikembangkan untuk mencapai tujuan tertentu, oleh karena itu organisasi adalah kreasi yang memerlukan aturan.
3. Organisasi secara sadar dikoordinasi dengan sengaja memerlukan penegasan, wewenang dan komunikasi.

Adapun bentuk dari organisasi yang dapat dibagi menjadi:

1. Organisasi Garis (*Line Organisation*)
2. Organisasi Staff (*Staff Organisation*)
3. Organisasi Garis dan Staff (*Line and Staff Organisation*)
4. Organisasi Fungsional

5. Organisasi Panitia (*Comitee*)

PT Asian Isuzu Casting Center menganut struktur organisasi fungsional yang terpusat, dimana setiap fungsi bertanggung jawab kepada atasannya masing-masing. Adapun struktur organisasi fungsional ini terbagi atas 3 fungsi besar yaitu produksi, pemasaran, serta administrasi dan keuangan.

Untuk menunjang pelaksanaan tugas-tugas PT Asian Isuzu Casting Center, saat ini mempunyai karyawan sebanyak 723 orang, agar mengetahui dengan jelas profil tenaga kerja PT Asian Isuzu Casting Center dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah Karyawan Berdasarkan Level Jabatan

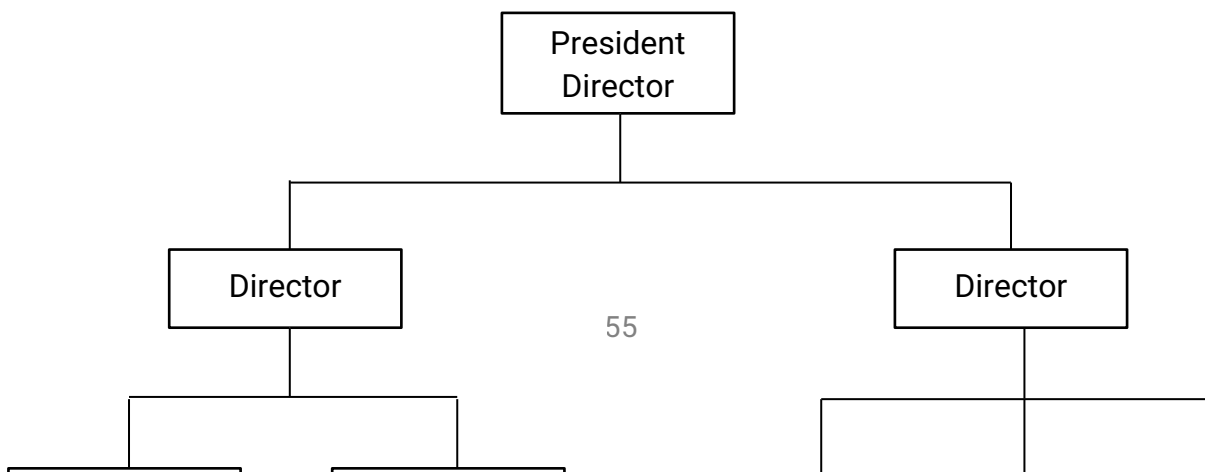
Level Jabatan	Jumlah	Persentase
Executive Manager	2	0,30%
GM/Plant Manager	4	0,50%
Manager	10	1,40%
Section Chief	8	1,10%
Section Head	12	1,60%
Staff	66	9,00%
Foreman	26	3,60%
Leader	42	5,70%
Operator	562	76,80%

(Sumber: HRD Departement, PT Asian Isuzu Casting Center)

Struktur Organisasi PT Asian Isuzu Casting dapat dilihat pada Gambar 4.1

STRUKTUR ORGANISASI

PT ASIAN ISUZU CASTING CENTER



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Asian Isuzu Casting Center

(Sumber Data: PT Asian Isuzu Casting Center)

4.1.5 Produk dan Pelanggan Perusahaan

Kegiatan usaha PT Asian Isuzu Casting Center meliputi pemenuhan kebutuhan pasar lokal (Domestik) dan untuk pemenuhan Export ke Thailand dan Jepang. Sejak tahun 2016 PT Asian Isuzu Casting Center terus melakukan berbagai perbaikan di berbagai aspek termasuk pengembangan produk yang tidak hanya memenuhi pelanggan *casting* untuk *part* otomotif namun termasuk juga perluasan pada produk sektor lainnya seperti agrikultur. Produk jadi yang dihasilkan dari PT Asian Isuzu Casting Center diantaranya saat ini dibagi kedalam 3(tiga) kategori produk yaitu:

1. *Engine Parts* : *cylinder block, cylinder head, flywheel, flywheel housing, exhaust manifold.*
2. *Transmission & Axle Parts* : *transmission case, differential cage, differential carrier.*
3. *Wheel & Brake Parts* : *bearing case, hub, brake drum, disc rotor, seat spring.*

Produk jadi yang dihasilkan dari PT Asian Isuzu Casting Center di pasarkan baik lokal maupun ekspor. Adapun rincian produk dan pelanggan PT AICC dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Produk dan Pelanggan

Pasar	Pelanggan	Produk
Lokal	PT Hino Motors Manufacturing Indonesia	Brucket trunnion, differential cas, hub, brake drum, flywheel.
	PT Iseki Indonesia	Transmission case, housing
	PT Isuzu Astra Motor Indonesia	Hub, brake drum, disc rotor, holder bearing, seat spring

	PT Krama Yudha Tiga Berlian Motors	Hub
	PT Mesin Isuzu Indonesia	Cylinder block, cylinder head
	PT Mitsubishi Krama Yudha Motors & Manufacturing	Case differential
Ekspor	Isuzu Engine Manufacturing Co., (Thailand) Ltd.	Cylinder block, exh manifold, diff box & carrier
	Isuzu Motors Co., (Thailand) Ltd	Hub bearing, disc rotor
	I Metal Technology Co., Ltd	Brake drum
	Jibuhin (Thailand) Co., Ltd	Flywheel

(Sumber Data: HRD Departement)

PT Asian Isuzu Casting Center menghasilkan produk casting diantaranya *cylinder block, cylinder head, differential carrier, transmission* dan lain sebagainya. Hasil produk yang diproduksi oleh PT Asian Isuzu Casting Center dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai dengan Gambar 4.4:



Exhaust Manifold FC

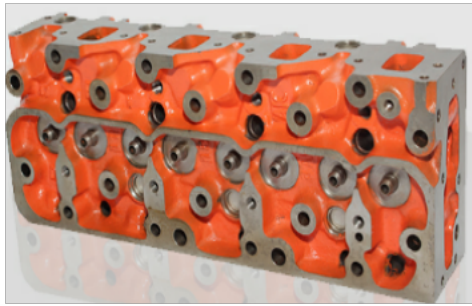


PRODUK ENGINE PARTS

Flywheel Housing FC



Flywheel FC



Cylinder Head FC



Cylinder Block FC



Cylinder Block FC

Gambar 4.2 Produk Engine Parts
(Sumber: PT Asizan Isuzu Casting Center)

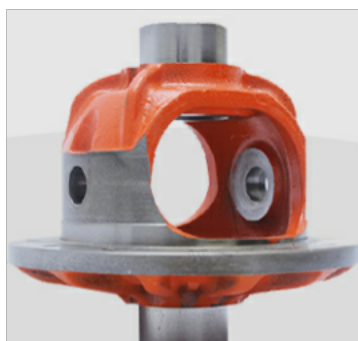
PRODUK TRANSMISSION & AXLE PARTS



Transmission Case FC



Transmission Case FC



Differential Cage

Differential Carrier FC

Gambar 4.3 Produk Transmission & Axle Parts
(Sumber: PT Asizan Isuzu Casting Center)

PRODUK WHEEL & BRAKE PARTS



Spring Sear FCD



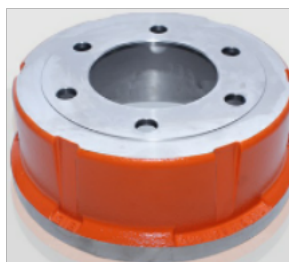
Disc Rotor FC



Hub Fcd



Hub FCD
FCD



Brake Drum FC



Bearing Case

Gambar 4.4 Produk Wheel & Brake Parts
(Sumber: PT Asizan Isuzu Casting Center)

4.1.6 Waktu Kerja

Hari kerja normal pada PT Asian Isuzu Casting Center adalah hari

Senin s.d. Jumat, namun jika ada permintaan yang belum terpenuhi maka hari sabtu digunakan sebagai hari kerja tambahan. Satu hari kerja di PT Asian Isuzu Casting Center terdiri dari dua *shift* kerja yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Waktu Kerja PT Asian Isuzu Casting Center

No	Jam Kerja					Keterangan
	Day Shift			Night Shift		
	Senin – Kamis	Jumat	Normal/OT	Senin-Jumat	Normal/OT	
1				20:00 – 20:10	OT	Persiapan
2	07:00 – 09:30	07:00 – 09:30	Normal	20:10 – 22:30	OT	Kerja
3	09:30 – 09:40	09:30 – 09:40	Normal	22:30 - 22:40	Normal	Istirahat
4	09:40 – 11:50	09:40 – 11:50	Normal	22:40 – 00:00	Normal	Kerja
5	11:50 – 12:30	11:50 – 12:50	Normal	00:00 – 00:10	Normal	Istirahat
6	12:30 – 14:20	12:50 – 14:20	Normal	00:10 – 02:15	Normal	Kerja
7	14:20 – 14:30	14:20 – 14:30	Normal	02:15 – 02:45	Normal	Istirahat
8	14:30 – 15:40	14:30 – 15:40	Normal	02:45 – 04:40	Normal	Kerja
9	15:40 – 15:50	15:40 – 15:50	Normal			<i>Cleaning</i>
10	15:50 – 16:00	15:50 – 16:00	OT	04:40 – 05:00	Normal	Istirahat
11	16:00 – 18:00	16:00 – 18:00	OT	05:00 – 06:30	Normal	Kerja
12	18:00 – 18:30	18:00 – 18:30	OT			Istirahat

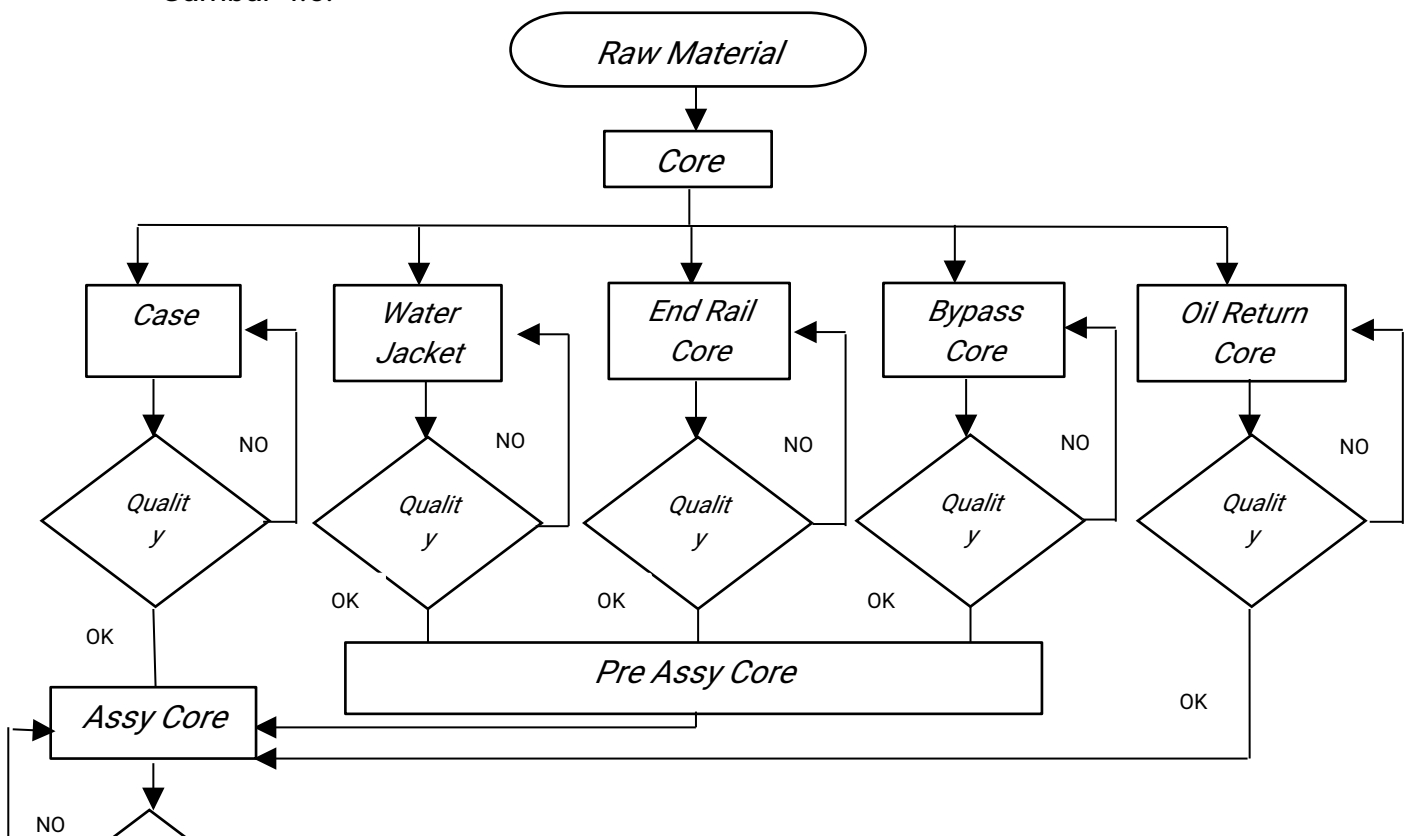
13	18:30 – 19:50	18:30 – 19:50	OT			Kerja
14	19:50 – 20:00	19:50 – 20:00	OT	06:30 – 06:40	Normal	Cleaning

(Sumber: PT Asian Isuzu Casting Center)

4.1.7 Proses Produksi *Cylinder Block*

PT Asian Isuzu Casting Center terdapat 2 plant, yaitu Plant 1 (*JSH Line*) dan Plant 2 (*ACE Line*), setiap harinya rata-rata memproduksi sekitar 2500pcs produk yang diantaranya 700pcs pada Plant 1 (*JSH Line*) dan 1800pcs pada Plant 2 (*ACE Line*). Untuk produk *cylinder block* diproduksi kurang lebihnya 490 pcs setiap harinya tergantung dari permintaan konsumen. Waktu produksinya menggunakan sistem *cycle time*.

Pembuatan produk *cylinder block* di PT Asian Isuzu Casting Center disetiap *plant* terbagi beberapa tahan proses pdruksi yaitu *core, molding, melting, pouring, finishing, quality control, dan packing*. Produk yang telah selesai diproduksi selanjutnya dikirimkan ke konsumen. Konsumen itu sendiri biasanya adalah perusahaan *machining* seperti PT TJForge Indonesia, PT IAMI, dan di ekspor ke beberapa negara seperti Thailand dan Jepang. Adapun tahapan proses produksi *cylinder block* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Berdasarkan skema proses produksi *cylinder block* pada divisi produksi *plant 1*, berikut ini adalah penjelasannya.

1. *Core*

Core adalah suatu bentuk pasir yang dipasang pada rongga cetakan untuk mencegah pengisian logam pada bagian yang seharusnya berbentuk lubang atau berbentuk rongga dalam suatu coran. Bentuk *core* tiap produk berbeda-beda, bahkan ada pula produk yang tidak menggunakan *core*, misalnya *case bearing*. Produk yang tidak menggunakan *core* biasanya produk yang relatif mudah atau bentuk *pattern* yang juga mempengaruhi penggunaan *core* atau tidak. Proses *core* pada pembuatan *cylinder block* terdiri dari lima bagian yakni *case*, *water jacket*, *end rail core*, *bypass core* dan *oil return core*. Berikut adalah *Flow Process* dari proses *core* untuk pembuatan *cylinder block*.

a. *Core Making*

Core making adalah pembuatan cetakan inti yang diletakkan di cetakan untuk pembuatan lubang atau rongga di dalam cetakan yang terbuat dari pasir khusus. Proses pembentukan pasir dengan cara dipanaskan menggunakan gas LPG dan *heater* sampai menjadi *core*. *Core* dibuat dengan bahas *RCS (Resin Coated Sand)*. Proses *RCS* adalah proses awal dalam *core making* yaitu proses daur ulang pasir silika hasil dari proses pembuatan blok silinder, sehingga pasir silika tersebut dapat digunakan kembali untuk pembuatan *core*. *RCS* merupakan pasir yang berpengikat *resin phenol* dengan *resin resol/novolak*, pasir ini umum digunakan karena cara penggunaannya efektif.

b. *Visual Checking*

Visual checking adalah proses pengecekan hasil *core* yang telah jadi. Pengecekan dilakukan dengan cara *visual*. *Core* yang tidak dapat digunakan untuk cetakan adalah *crack core* dan *broken core*. Namun untuk *broken core* maksimal 2mm masih dapat diperbaiki. Namun apabila *broken core* lebih dari 2mm, maka *core* tersebut NG.

c. *Baritori*

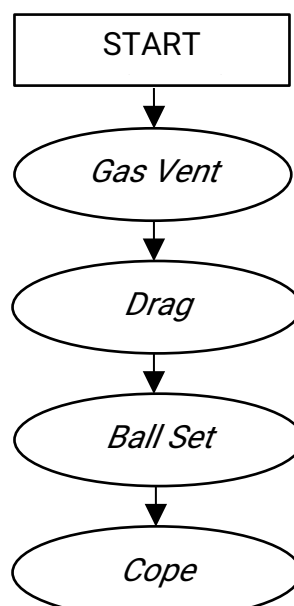
Baritori adalah proses menghilangkan bari atau *burr* pada *core*. *Core* yang telah jadi mengandung bari pada permukaannya. Tujuan dari proses ini yaitu untuk merapikan *core* dari bari tersebut. Alat yang digunakan adalah *burr removal*.

d. *Coating*

Coating adalah proses pelapisan bagian-bagian tertentu dari *core* dengan bahan yang digunakan adalah *tellurite*. Fungsi dari proses *coating* yaitu untuk mempercepat pendinginan, dan bisa pula sebagai penetrasi gas.

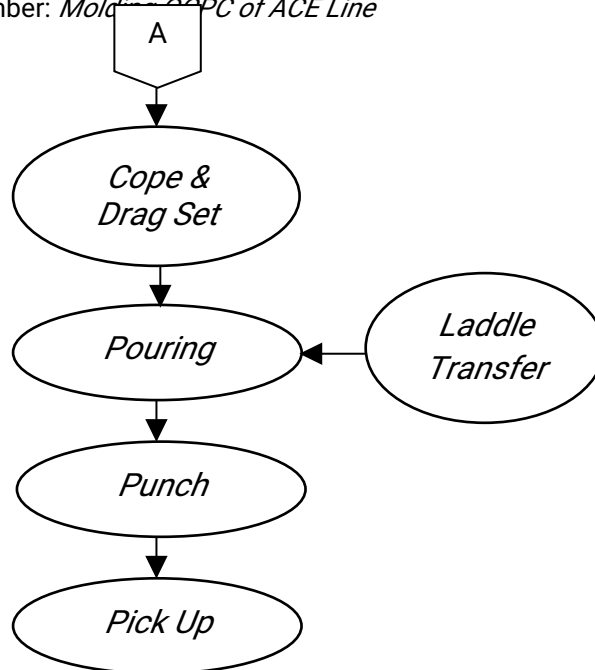
2. *Molding*

Molding adalah proses pembuatan cetakan sesuai dengan *pattern* dari masing-masing produk. Bahan cetakan yang digunakan pada proses ini berupa pasir yang telah diolah sedemikian rupa sehingga pasir tersebut mudah dibentuk dengan menggunakan *pattern*. Proses *molding* ini akan menghasilkan masing-masing produk sesuai *pattern* sebelum diproses lebih lanjut pada proses *finishing*. Proses *moulding* dapat dilihat pada Gambar 4.6.





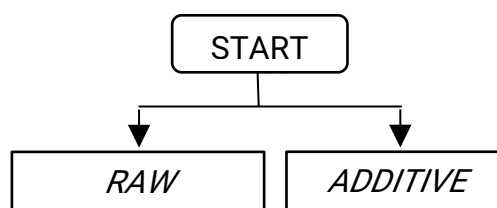
Gambar 4.6 Skema Proses *Moulding*
 Sumber: *Molding QCPC of ACE Line*



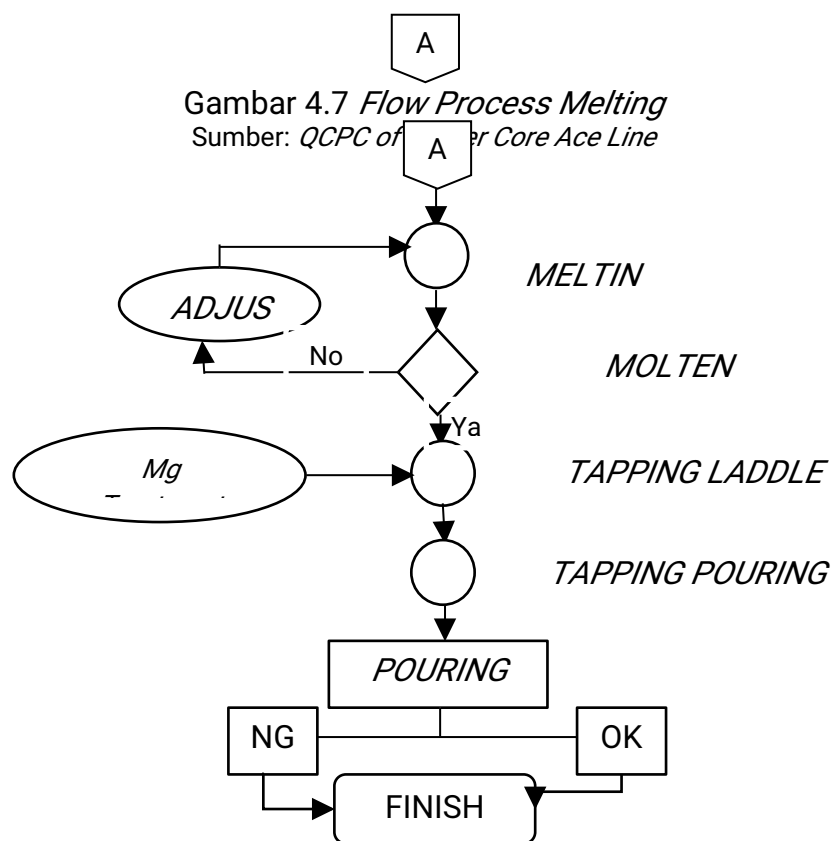
Gambar 4.6 Skema Proses *Moulding* (Lanjutan)
 Sumber: *Molding QCPC of ACE Line*

3. *Melting*

Proses *melting* adalah proses pemanasan dalam *furnace* (tungku pembakaran) sampai mencapai titik lebur dari *raw material* maupun *additive material* tersebut sehingga *material* mencapai titik *melting* atau meleleh. Proses ini merupakan proses paling utama dalam industri *casting*, sebab pada saat *melting* komposisi dari suatu produk dibuat dan diperhitungkan. Proses *melting* terdiri dari proses *raw material*, *additive material*, *charging*, *melting*, *molten composition*, *tapping ladle transfer & mg treatment*, *tapping pouring ladle*, dan



pouring. Adapun *flow process* secara keseluruhan dari proses *melting* dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 *Flow Process Melting* (Lanjutan)
 Sumber: *QCPC of Carrier Core Ace Line*

4. *Pouring*

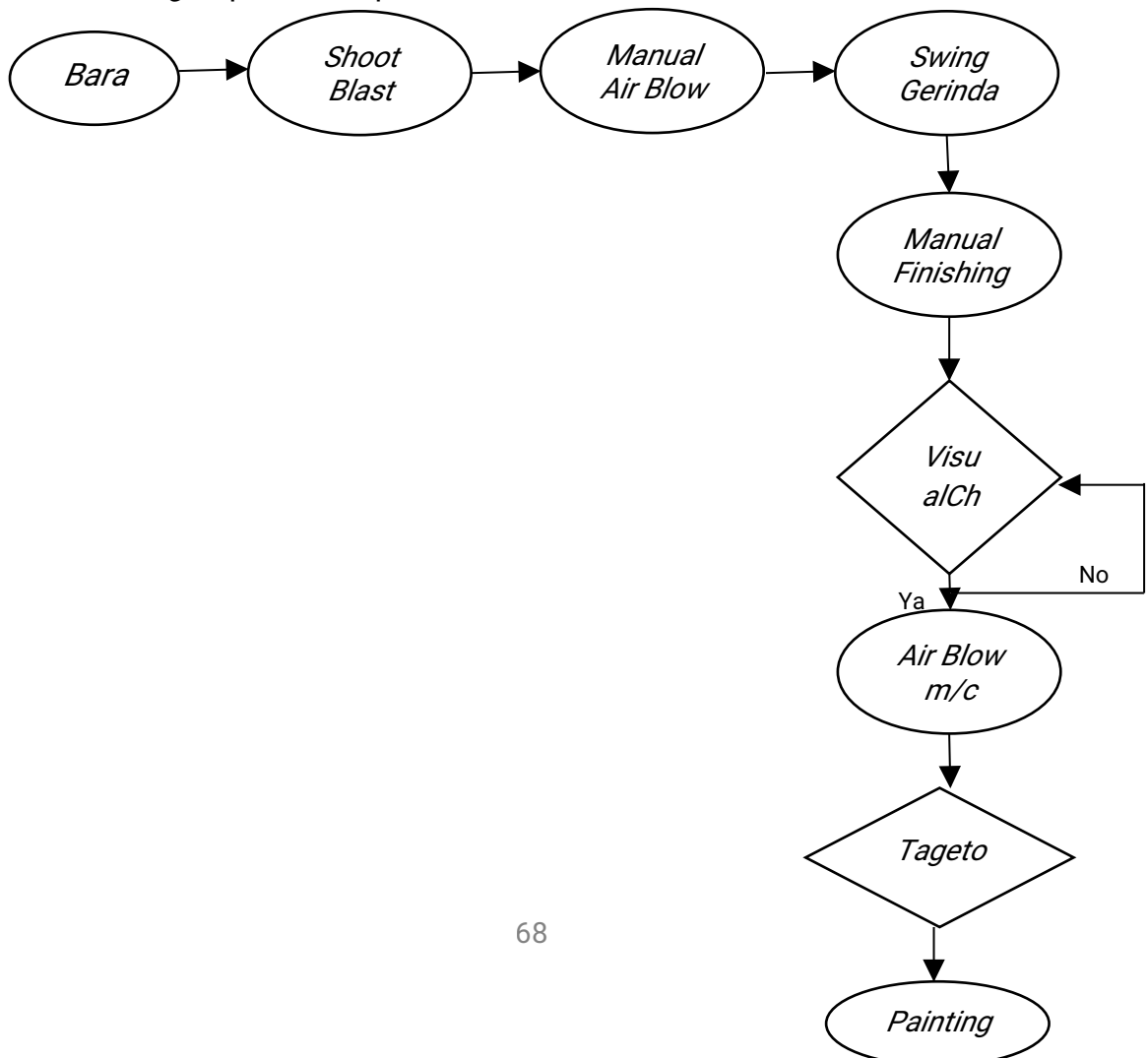
Pouring adalah proses penuangan *molten* ke dalam cetakan. Proses ini krusial dimana cairan logam mengalir dari *ladle* ke cawan tuang. Proses ini berlangsung singkat namun cukup menentukan keberhasilan rangkaian pengecoran logam, sehingga operator perlu menguasai teknik penuangan cairan logam yang benar. Pada proses

pouring terdiri dari grup penuang yaitu operatur pengarah *ladle*, operator pemutar *ladle*, dan operator pemberi aba-aba. Operator pemberi aba-aba biasanya memegang kendali *crane* dan cukup operator ini saja yang memberikan perintah.

Panci tuangan (*ladle*) yang digunakan untuk mengangkat logam cair dari dapur peleburan dan menuangkannya ke dalam cetakan terbuat dari baja dengan lapisan material tahan panas.

5. *Finishing*

Finishing adalah proses penyempurnaan produk agar produk siap untuk masuk ke proses *painting*. Proses *finishing* ini juga sebagai proses pembersihan produk dari *gating* ataupun pasir dari sisa-sisa proses *molding*. Proses *finishing* terdiri dari *barasi*, *shoot blast*, *manual air blow*, *swing gerinda*, *manual finishing*, *check*, *air blow*, *tageto*, dan *painting*. Berikut *flow process* secara keseluruhan dari lini *finishing* dapat dilihat pada Gambar 4.8.





Gambar 4.8 *Flow Process Finishing*
Sumber: *QCPC of Cylinder Block Finishing JSH Line*

a. *Barasi*

Barasi adalah proses memisahkan *reiser* dan *gating* dari produk, merontokkan pasir pada permukaan produk, serta menghilangkan bari pada sisi *top*, *bottom*, *front* dan *rear*. Alat yang digunakan pada proses *barasi* ini ialah palu dengan ukuran 1,5kg dan 0,5kg dimana 1,5kg digunakan untuk memisahkan *reiser* dengan produk sedangkan 0,5kg digunakan untuk memisahkan *bari* pada produk. Standar dari proses *barasi* ini adalah sisa bari diperbolehkan maksimal 5mm. Setelah melewati proses *barasi* selanjutnya akan masuk ke dalam proses *shoot blast*, jika semua bari telah di rapihkan kemudian bari pada sisi *top* dan *bottom* di rapihkan dengan *swing gerinda*. Pada proses barasi terdapat dua bagian yakni:

- Barasi pick up

Barasi pick up adalah pemilihan produk yang telah selesai di produksi untuk di pick up dengan menggunakan *hoist* mata 2 untuk mengangkat produk yang dikaitkan pada posisi list area cope dan list posisi front.

- Barasi baritori

Barasi baritori ialah proses setelah barasi *pick up* dimana sebagai proses untuk mematahkan bari dan agari di posisi bottom, rear cope, cope dan front produk dengan menggunakan palu.

b. *Knock Out Machine*

Proses untuk merontokkan pasir di bagian dalam produk dengan menggunakan *hammering*/ketokan. Standar dari ketokan untuk semua produk adalah 2 ketokan, sedangkan untuk produk adalah 3 ketokan

waktu yang dibutuhkan adalah 30 detik. Pada proses *knock out* terdapat dua bagian yaitu:

- *Knock out manual*

Knock out manual adalah proses pengecekan hasil dari ketukan *knock out* mesin serta lubang mizuana, lubang oil return dan melakukan proses pelubangan jika masih tertutup. Selain itu, pada proses ini melakukan pengecekan terhadap ketinggian pasir di dalam lubang water jacket dan mengangkat produk dengan pengait bermata 3 untuk mengangkat produk ke atas deck.

- *Knock out 3* (menaikkan produk)

Knock out 3 adalah proses dimana untuk memukul bari rear dengan paku 1,5 kg. Selanjutnya produk dipindahkan ke atas jig dengan posisi menghadap ke operator. Proses ini dilakukan setelah proses swing gerinda barasi.

c. *Shoot Blast*

Shoot blast adalah proses pembersihan untuk lebih menghaluskan permukaan benda kerja dan menghilangkan pasir yang menempel. *Shoot blas* terdiri dari 2 jenis yakni *shoot blast SHINTO* dan *shoot blast DIA*.

1. *Shoot Blast "SHINTO"*

Pada mesin *shoot blast* benda kerja tersebut disemprot dengan bola-bola baja (*sheel shot*) dengan diameter 0,3mm – 1,8mm dengan kekuatan impeller 40 – 50A dan jumlah mesin impeller tersebut ada 6 buah yang terbagi menjadi 3 posisi yakni sisi *front*, sisi *center* dan sisi *back*, waktu yang dibutuhkan pada proses *shoot blast* selama 75 detik.

2. *Shoot Blast "DISA"*

Pada umumnya cara kerja *shoot blast shinto* dan *shoot blast disa* sama saja, yang membedakan hanyalah standar waktu dan hanger serta asal mesin tersebut. Jika *shoot blast shinto* berasal dari jepang maka *shoot blast disa* berasal dari china.

d. *Manual Air Blow*

Manual air blow adalah proses pengeluaran pasir dengan sistem manual atau dikerjakan langsung oleh operator melalui proses pemukulan dengan palu dan penyemprotan dengan menggunakan pipa stainless. Untuk *cylinder head* dilakukan dengan 2 alat yakni alat yang berbentuk lurus dan lengkung. Sedangkan untuk *cylinder block* hanya 1 alat dengan bentuk lengkung dan sisa pasir yang ada pada benda kerja di ukur dengan timbangan (proses zansa *check*) setiap 12pcs. Standar pada proses *manual air blow* adalah sisa pasir maksimal 10gram.

e. *Swing Gerinda*

Swing gerinda adalah proses yang sama dengan proses gerinda pada umumnya, perbedaan proses gerinda ini terdapat pada ukuran gerinda yang digunakan yakni sebesar 405x50x50,6, sehingga menggunakannya dengan cara di ayun-ayun dan posisi gerinda menggantung pada *crane*. Bagian yang digerinda pada produk *cylinder block* adalah sirip-sirip yang besar bilamana menggunakan *hand gerinda* akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan tenaga yang berlebih. Standar dari proses *swing gerinda* ini adalah ketinggian bari 0-2mm.

f. *Manual Finishing*

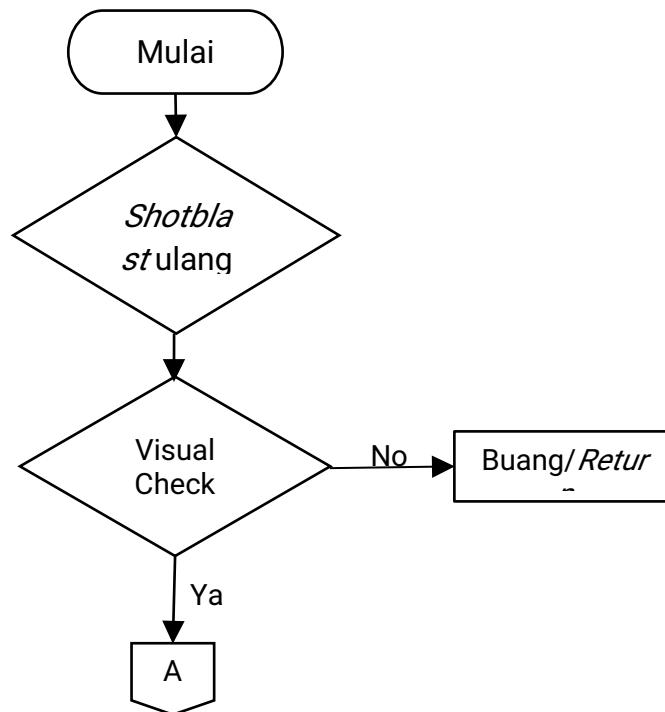
Manual finishing adalah proses lanjutan dari *swing gerinda* dimana pada prosesnya lebih banyak kepada penggunaan gerinda tangan. Adapun proses pada *manual finishing* adalah sebagai berikut:

- Penggerindaan sirip/bari
- Pemukulan sirip/bari dengan pahat khusus

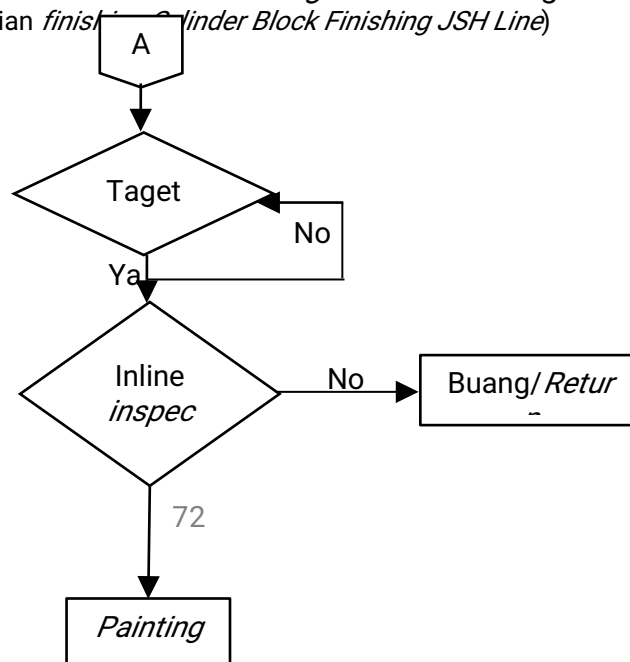
- Pengecekan

Pada prosesnya *manual finishing* terdiri atas beberapa stasiun kerja diantaranya sebagai berikut:

- *Finishing* proses produk *shot blast* ulang
- Pada proses ini, produk di *shot blast* ulang dimana produk digantungkan pada hanger *shot blast* dan dimasukkan ke *manual finishing* untuk di teruskan ke *line* tageto dan in *line inspection* qc. Adapun *flow process* pada proses *manual finishing* proses produk *shot blast* ulang adalah sebagai berikut:



Gambar 4.9 *Flow Process Finishing shot blast* ulang
 (Sumber: bagian *finishing* *Cylinder Block Finishing JSH Line*)



Ya

Gambar 4.9 *Flow Process Finishing shot blast* ulang (Lanjutan)
(Sumber: bagian *finishing Cylinder Block Finishing JSH Line*)

- *Manual finishing* pos 4 lubang bore
Proses dimana kulit lubang bore pada produk di kupas dengan gerinda dan mengoleskan penetrant di area front dengan menggunakan kuas lukis.
- *Manual finishing* pos 1
Proses menyemprotkan *water jacket* dengan gun angin agar pasir dan sisa-sisa kotoran yang berada di produk dapat keluar. Tidak hanya proses pembersihan pasir pada water jacket, namun juga menggerinda permukaan top face dan gerinda bari lubang abura pada posisi bottom.
- *Manual finishing* pos 2
Proses menggerinda setiap sudut dari produk namun dengan menggunakan mesin hanya dengan menekan tombol on.
- *Manual finishing* pos 3
Proses menggerinda bari sisi front dan rear, bari bosu cetakan atas, seki di posisi crank bottom 5 titik.
- *Manual finishing* pos 4
Proses menggerinda kakitsuki dan bari dilubang abura 4 posisi, gerinda yakitsuki posisi front, gerinda bari beetween journal 4 posisi dan gerinda yakitsuki *crank case*.
- *Manual finishing* pos 5

Proses menggerinda yakitsuki area rear dan bari dilubang *water jacket* rear, gerinda yakitsuki di front dan bari lubang *water jacket* dan *plug cope*.

- *Manual finishing* pos 5 lubang bore

Proses mengupas kulit lubang bore dimana posisi area keren dengan gerinda dari sisi rear ke front dengan menggunakan gerinda FG 4HL.

- *Manual finishing* pos 6

Proses pengecekan dan penghilangan yakitsuki, gasubari dan *defect* pada lubang oil return dengan lampu check dan paham dari sisi cope.

- *Manual finishing* pos 7

Proses pengecekan dan paha lalu cek dan *repair water jacket* dan area *top cope*, *repair water jacket* dan area *top drag* serta pembersihan yakitsuki *water jacket* dan lubang abura *top drag* dan *bypass*.

g. *Visual Check*

Visual check adalah pengecekan yang dilakukan secara total terhadap benda kerja dengan cara visual dan menggunakan alat bantu (lampu *check*), pahat khusus dan piano *wire* yang sudah di bentuk khusus.

h. *Air Blow* Mesin/Sunafuki

Perontokan pasir dengan *chipping hammer* dan pengeluaran pasir dengan semprotan angin/udara pada benda kerja bagian dalam (*water jacket*). Semua itu dilakukan dengan sistem *auto* dengan tekanan yang ditentukan. Proses manual dilakukan untuk pengujian/pengecekan saja.

i. *Tageto Check*

Tageto adalah proses pengukuran untuk menentukan batas garis *machining* dengan menggunakan *gauge* dan gerinda tangan.

Acuannya adalah titik kijunboru yang berjumlah 6 buah yang terbagi dalam 3 proses yaitu:

- Proses 1 adalah titik kijunboru no 1,2
- Proses 2 adalah titik kijunboru no 4 dan 5
- Proses 3 adalah titik kijunboru no 3

j. *Painting*

Painting adalah proses pengecatan untuk menghindari karat pada produk export, selain proses *painting* dilakukan juga proses anti *rusting*.

4.1.8 Mesin dan Alat yang Digunakan Dalam Proses Produksi *Cylinder Block*

Mesin-mesin yang digunakan dalam proses produksi *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Mesin dan Peralatan Produksi *Cylinder Block*

Proses	Stasiun Kerja	Mesin/Peralatan	Jumlah (Unit)
<i>Core (Core Pipe)</i>	1	Mesin ISH V-500 (Otomatis)	1
		Pisau	1
		Alas Pemotong	1
		Mesin Pemotong	1
		Alat Pemotong Batang	1
<i>Core</i>	1 (<i>Case</i>)	<i>Pattern case</i> CS 46,47,63(Semi Otomatis)	2
		Sangka Yasuri	1
		<i>Dipping Machining</i> (Semi Otomatis)	1

		Manual <i>cutter/saw</i>	1
		Gondola	1
	2 (<i>Water Jacket</i>)	Mesin HT 860 B-2	1
		Mesin HT 860 B-6	1
		Mesin HT 860 B-50	1
		Sangka Yasuri	1
		<i>Dipping Tank</i>	1
		<i>Oven 850</i>	1
		<i>Manual Cutter/saw</i>	1
	3 (<i>Pre Assembly</i>)	<i>Screw</i>	1
		<i>Air hand drill</i>	1
		<i>Nailing Tools</i>	1
		<i>Compressor</i>	1
	4 (<i>End Rail</i>)	Mesin HT 860 B-3 & B-4	2
		Sangka Yasuri	1
		<i>Dipping Tank</i>	1
		<i>Dipping Jig</i>	1
		<i>Manual Cutter/saw</i>	1

Lanjutan . . .

Tabel 4.4 Mesin dan Peralatan Produksi *Cylinder Block* (Lanjutan)

Proses	Stasiun Kerja	Mesin/Peralatan	Jumlah (Unit)
<i>Core</i>	5 (<i>Bypass</i>)	Mesin VTOP 753 (Semi Otomatis)	2
		<i>Grinder Plate</i>	1
		<i>Grinder Pencil</i>	1

		Dipping Tank (Manual)	1
		<i>Auto Drilling Machine</i>	1
		<i>Manual Cutter / Saw</i>	1
	6 (<i>Assembly 1</i>)	<i>Bolt</i>	1
		<i>Mane one touch</i>	1
	7 (<i>Assembly 2</i>)	<i>Compressor</i>	1
		<i>Nail Gun</i>	1
		<i>Nail</i>	1
		<i>Torque</i>	1
		<i>Dolly</i>	1
<i>Moulding</i>	1	<i>Nail Gun</i>	1
		Mesin A (Otomatis)	1
		Jig	1
		Conveyor	1
		<i>Bridge</i>	1
<i>Melting</i>	1	<i>Furnace</i>	9
		<i>Hoist Charging CAR</i>	1
		<i>Spectrometer</i>	1
		CE meter	1
		<i>Ladle</i>	5
		<i>Hoist bermata 3</i>	1
		Garpu slag	1
<i>Pouring</i>	1	<i>Hoist bermata 3</i>	1
		Garpu slag	1

		<i>Ladle</i>	1
<i>Finishing</i>	1 (Barasi <i>Pick Up</i>)	Palu ukuran 1,5kg	1
		Palu ukuran 0,5kg	1
		<i>Hoist</i> Mata 2	1
	2 (Barasi Baritori)	Palu ukuran 1,5kg	1
		Palu ukuran 0,5kg	1
		<i>Conveyor</i>	1
	3 (<i>Knock Out</i>)	<i>Hammering</i>	1
	4 (<i>Swing Gerinda Barasi</i>)	Gerinda besar uk 40,5x50x50,6	1
	5 (<i>Knock Out</i> 3)	Palu ukuran 1,5kg	1
		Palu ukuran 0,5kg	1
		Jig	1
		Pengait dan <i>hoist</i> mata 2	1

Lanjutan . . .

Tabel 4.4 Mesin dan Peralatan Produksi *Cylinder Block* (Lanjutan)

Proses	Stasiun Kerja	Mesin/Peralatan	Jumlah (Unit)
<i>Finishing</i>	6 (<i>shot blast</i> ulang)	<i>Hammering</i>	1
		<i>Shot blast</i> "Shinto"	1
		<i>Shot blast</i> "Disa"	1
	7 (Manual <i>finishing</i> Pos 4)	Gerinda FG 4HL	1
		Pisau kecil	1
	8 (Manual	Gun angin	1

	<i>finishing</i> Pos 1)	Gerinda G40	1
	9 (Manual <i>finishing</i> Pos 2)	<i>Roiler/clamp</i>	1
		<i>Swing gerinda</i>	1
	10 (Manual <i>finishing</i> Pos 3)	Gerinda FG4HL	1
		<i>Roiler/clamp</i>	1
	11 (Manual <i>finishing</i> Pos 4)	<i>Rotary bar</i> FG3H	1
	12 (Manual <i>finishing</i> Pos 5)	Gerinda FG3H	1
	13 (Manual <i>finishing</i> Pos 5)	Gerinda FG4HL	1
		<i>Point maker</i>	1
	14 (Manual <i>finishing</i> Pos 6)	<i>Nozlerp</i> 2000	1
		<i>Lampu check</i>	1
		Pahat	1
		<i>Roiler/clamp</i>	1
	15 (Manual <i>finishing</i> Pos 7)	<i>Lampu check</i>	1
		Pahat	1
	16 (<i>Painting Sprayer</i> 1)	<i>Spray gun</i>	1
	17 (<i>Painting Sprayer</i> 2)	<i>Spray gun</i>	1

(Sumber: Pengumpulan Data)

4.1.9 Proses Produksi *Cylinder Block*

Pada proses *core* untuk produksi *cylinder block* memerlukan produk pendukung agar cairan kimia yang dituangkan pada proses *melting* tidak sampai mengenai produk. Produk pendukung tersebut adalah *core pipe* dengan ukuran 50, *core pipe* dipasangkan pada lubang yang berada di *jig* cetakan *cylinder block* agar saat proses *pouring* cairan tersebut tidak sampai mengenai produk. *Core pipe* diproduksi pada proses *core*, namun tidak di JSH *line* melainkan di ACE *line*.

1. Proses Kerja/Urutan Proses Kerja *Cylinder Block*

Secara umum aliran proses produksi pembuatan *cylinder block* di PT Asian Isuzu Casting Center diawali dengan penerimaan bahan baku dasar yakni pasir hijau yang ditempatkan di gudang. Setelah bahan baku diperiksa dan dicampurkan dengan berbagai macam bahan kimia maka bahan baku tersebut dapat langsung digunakan untuk proses produksi. Setelah komposisi yang dibutuhkan sesuai, selanjutnya bahan baku dimasukkan ke dalam *hopper* agar dapat diproses mesin yang berada di *line 63*.

a. *Line Core/Line 63*

Pada proses ini awal dari pembuatan produk *cylinder block* dimana suatu bentuk pasir yang dipasang pada rongga cetakan untuk mencegah pengisian logam pada bagian yang seharusnya berbentuk lubang atau berbentuk rongga dalam suatu coran. *Cylinder block* itu sendiri terdiri atas lima bagian yakni, *case*, *water jacket*, *end rail*, *bypass* dan *oil return*. Semua bagian tersebut pada awalnya di proses *core* maka dari itu pada proses *core* ini terdapat lima stasiun kerja yang menangani masing – masing bagian agar

dapat di *assembly* secara bersamaan. Oleh sebab itu, *cycle time* yang dibutuhkan dalam membuat *cylinder block* adalah 2,4 menit pada masing-masing bagian. Proses ini pada masing-masing bagian terdiri atas 2 mesin, kendala terbesar yang sering dialami adalah ketika salah satu mesin mengalami kerusakan di salah satu stasiun kerja maka produksi secara keseluruhan untuk mesin 1 akan terhenti. Sebab jika dilanjutkan akan mengalami *bottle neck* diakhir proses. Elemen kerja yang terdapat pada tiap stasiun kerja proses pembuatan *cylinder block* dijelaskan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Elemen Kerja *Line Core*

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
Stasiun Kerja 1(<i>Case</i>)			
1	Proses mesin untuk <i>case</i>		Ahmad
2	Membersihkan dan menghaluskan bari yang ada di <i>case</i>	Agar saat proses pencetakan tidak ada bagian yang menonjol	

Lanjutan . . .

Tabel 4.5 Elemen Kerja *Line Core* (Lanjutan)

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
3	Operator memindahkan <i>case</i> dan memasukkan <i>case</i> setelah dirapatkan ke <i>jig dipping</i> .	<i>Case</i> harus tersusun rapih dan rapat	Ahmad
4	Mengeluarkan <i>case</i> dari <i>jig dipping</i> , menggeser dan mendorong ke area <i>touch up</i>	Seluruh bagian telah terlapisi cairan	
5	Meratakan lehan/tonjolan <i>coating</i> pada seluruh <i>case</i> bagian sisi <i>cope</i> , <i>liner</i> sisi <i>cope</i> , bottom sisi <i>drag</i> , <i>drag</i> , <i>liner</i> dan	Tidak ada tonjolan dan lehan yang berada di <i>case</i>	

	habaki atas sisi <i>drag</i>		
6	Melakukan pengecekan dan memasukkan <i>case</i> ke oven mendorong <i>case</i> ke gondola.	<i>Case</i> ditransfer menuju stasiun kerja <i>assembly</i>	
Stasiun Kerja 2 (<i>Water Jacket</i>)			
1	Menekan dan memutar <i>selector switch pattern</i> bawah ke posisi turun dan <i>switch baisu</i> dan <i>ireko</i> ke posisi buka		Abdul
2	Proses Mesin untuk <i>water jacket</i>		
3	Membersihkan <i>pattern</i> dengan manual air blow	<i>Pattern</i> dalam keadaan bersih	
4	Memberi silicon dengan <i>spray tool</i> dan mengolesi <i>zipslip</i> pada <i>keren</i>	Bagian yang diolesi harus sesuai dan tepat	
5	Mengambil produk dan melakukan pengecekan dimeja proses baritori sambil menandai jika produk NG	Produk cacat di tandai dan dipisahkan	Zaka
6	Memotong <i>blow chip</i> dan meratakan sisa potongan <i>blow</i> dengan kakoyasuri	<i>Blow chip</i> tidak tersisa	
7	Bersihkan baritori bagian dalam dinding liner dengan piano voire dan bersihkan keren dari sisa pasir dan baritori bagian luar dengan piano voire	Tidak ada pasir yang tersisa	
8	Meratakan sisa <i>flow chip</i> yang tidak sesuai dengan <i>profile product</i> lalu tutup lubang <i>water plug</i> dengan karet penutup	<i>Flow chip</i> rata dan sesuai dengan <i>profile product</i>	
9	Meletakkan produk di meja		

	<i>before dipping</i> dan pindahkan <i>water jacket</i> yang sudah di <i>drilling</i> ke <i>roiler pre assy</i>		
--	---	--	--

Lanjutan . . .

Tabel 4.5 Elemen Kerja *Line Core* (Lanjutan)

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
Stasiun Kerja 3 (Pre Assy)			
1	Menunggu <i>water jacket</i>		Bambang
2	Ambil rail dari roiler transfer lalu baritory pada bagian parting line, lubangi hole		
3	Pasang pada jig rail dan pasang missing tight dan ambil water jacket dari roiler dan letakan di meja putar cleaning keren 2		
4	Melakukan proses <i>cleaning</i> keren lalu isi <i>check sheet</i>	Keren dalam keadaan bersih	
5	<i>Setting</i> W/J ke rail lalu diangkat, balik dan diletakkan di meja <i>before screwing</i>		
6	Ambil dan pasang <i>screw</i> di rail pada posisi mizuana, kencangkan dengan air <i>tools</i>	<i>Screw</i> harus dalam kondisi kuat	
7	Pindahkan <i>pre assy</i> ke meja <i>before assy</i> 1 dan pasang missin tight pada produk <i>end front after touch up before assy</i> 1		
Stasiun Kerja 4 (End Rail Core)			
1	Proses mesin untuk <i>end rail</i>		Eka
2	Membersihkan <i>pattern</i> dengan manual air <i>blow</i>	<i>Patteren</i> dalam keadaan bersih dan siap	

		digunakan	
3	Memberi silicon dengan menggunakan <i>engine cleaner</i> dan merubah <i>slector switch panel</i> /ke posisi auto	Mesin bekerja sesuai dengan waktu yang telah ditentukan	
4	Mengambil produk <i>end front</i> dan <i>end rear</i> lalu diletakkan di <i>jig</i> mesin baritori		
5	Mengambil produk <i>rail</i> lalu diletakkan di <i>jig</i> baritori dan menekan tombol <i>unloader swing</i>		
6	Memonitor pergerakan mesin baritori dan mengambil produk <i>rail</i> yang sudah di baritori dari <i>jig</i> mesin lalu mendorong <i>rail troiler</i> untuk ditransfer	<i>rail troiler</i> di transfer secara tepat waktu	Sunyoto

Lanjutan . . .

Tabel 4.5 Elemen Kerja *Line Core* (Lanjutan)

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
7	Mengambil dan memeriksa produk <i>end front</i> , <i>end rear</i> yang sudah di baritori dari <i>jig</i> mesin lalu letakkan produk di <i>jig</i> mesin <i>dipping</i> .		
Stasiun Kerja 5 (<i>Bypass Core</i>)			
1	Proses mesin untuk <i>bypass core</i>		Indra
2	Mengambil produk dari mesin lalu mematahkan <i>blow chip</i> pada habaki <i>product</i>	Tidak ada <i>blow chip</i> diproduksi	
3	Meratakan <i>blow chip</i> di habaki dengan sankayasuri dan membersihkan bari pada <i>excess</i>	<i>Blow chip</i> tidak boleh tersisa dalam produk	

	<i>sand fin</i> , habak atas dan lubang abura otoshi dengan sankayasuri		
4	Membersihkan bari pada parting <i>line</i> dengan kawat baritori	Tidak ada bari dalam produk	
5	Memasukkan kawat gasubari ke dalam lubang lalu menutup lubang gasubari 2 posisi dengan <i>core bar</i> yang telah diolesi <i>specly tight</i>	Kawat terpasang sesuai standar	
6	Membersihkan sisa <i>specly tight</i> dan menutup <i>core bar</i> dengan <i>slip mud</i> lalu menaruh produk meja.	<i>Core baryang</i> tertutup dengan <i>slip mud</i> harus rata	
Stasiun Kerja 6(Assembly1)			
1	Menunggu <i>end rail</i>		
2	Tarik Produk <i>Case</i> dari roiler	Produk berada dimeja <i>assembly</i> dari gondola	
3	Olesi <i>mane one touch</i> sesuai alur pada case lalu rapatkan case		
4	Angkat <i>pre assy</i> dan letakkan di jig meja pasang <i>by pass</i>		
5	Pasang <i>by pass</i> ke <i>pre assy</i> satukan dengan <i>finish nail</i>	produk sudah tergabung	Ilham
6	Ambil dan pasang <i>pre assy</i> ke <i>case</i> lalu isi <i>check sheet</i>		
7	Ambil product <i>end front</i> dan <i>end rear</i> pasang dengan <i>case</i> dan <i>pre assy</i> set		
8	Pasang dan kencangkan <i>assy bolt, ring</i> dan nut	Bolt, ring dan nut terpasang dengan kencang	

Lanjutan . . .

Tabel 4.5 Elemen Kerja *Line Core* (Lanjutan)

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
9	Congkel dan baritori posisi parting line lalu dorong ke <i>assy core</i> ke area wip <i>assy2</i>		
Stasiun Kerja 7 (<i>Assembly2</i>)			
1	Tarik <i>assy dari roiler wip assy 2</i> dan naikkan <i>product</i> di meja putar lalu tulis tanggal produksi serta tandai <i>assy ok</i> pada rail dengan kapur putih	Produk telah ditandai jika proses <i>assyok</i>	Sarjono
2	Baritori <i>end rail</i> dan <i>end front</i> lalu air blow semua permukaan <i>assy</i> dan gas <i>hole</i> serta <i>plug oil return</i> dan <i>by pass</i>		
3	Putar produk lalu baritori <i>end rail</i> dan <i>end front</i> sisi drag	Pposisi drag menghadap operator	
4	Melakukan <i>visual check</i> pada semua komponen dan lubang gas pada <i>end rear</i>		Adi
5	Melakukan <i>check</i> pada kekencangan <i>assy bolt</i> dan gap antara <i>case</i> dengan <i>case</i> , <i>case</i> dengan <i>end front</i> dan <i>end front</i> dengan <i>end rail</i> dan cam dengan cam	Dalam kondisi kencang	
6	Meletakkan produk pada dolly		

(Sumber: Pengolahan Data)

b. *Line Molding*

Molding adalah proses pembuatan cetakan sesuai dengan *pattern*

dari masing-masing produk. Bahan cetakan yang digunakan pada proses ini berupa pasir yang telah diolah sedemikian rupa sehingga pasir tersebut mudah dibentuk dengan menggunakan *pattern*. Proses *molding* ini akan menghasilkan masing-masing produk sesuai *pattern* waktu dari setiap proses pada *line molding* adalah 50 detik untuk 1 *flask* yang menghasilkan 2 produk. Adapun elemen-elemen kerja pada proses pembuatan *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Elemen Kerja *Line Molding*

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
Stasiun Kerja 1			Zaki
1	Proses mesin membuat cetakan		
2	Membersihkan cetakan yang telah di proses oleh mesin	Cetakan terhindar dari pasir dan hasil yang diberikan baik	

Lanjutan . . .

Tabel 4.6 Elemen Kerja *Line Moulding*

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
Stasiun Kerja 2			Dedi
3	Mengontrol dan membersihkan cetakan bagian atas dan bawah	Tidak ada pasir yang tersisa di dalam cetakan atas dan bawah	
Stasiun Kerja 3			Adam
4	Memasang <i>core cylinder block</i> ke <i>jig</i> dan membersihkan <i>core cylinder block</i>	<i>Core cylinder block</i> terpasang dengan tepat dan bersih tidak ada pasir tersisa	
Stasiun Kerja 4			

5	Pemasangan <i>shill</i> pada <i>cylinder block</i>	Menghindari terjadinya kebocoran saat pengisian cairan kimia	Roni
Stasiun Kerja 5			
5	Pemasangan <i>Bridge</i> pada <i>cylinder block</i>	Menghubungkan produk	Alan
Stasiun Kerja 6			
6	Pemasangan <i>core pipe</i> pada cetakan bagian atas	Terpasang pada lubang yang telah ditentukan	Ridho

(Sumber: Pengolahan Data)

c. *Line Melting*

Proses *melting* adalah proses pemanasan dalam *furnace* (tungku pembakaran) sampai mencapai titik lebur dari *raw material* maupun *additive material* tersebut sehingga *material* mencapai titik *melting* atau meleleh. Proses ini merupakan proses paling utama dalam industri *casting*, sebab pada saat *melting* komposisi dari suatu produk dibuat dan diperhitungkan. Jika terdapat kesalahan pada komposisi yang dihasilkan, kemungkinan produk yang dihasilkan tidak sempurna atau cacat. Adapun elemen-elemen kerja pada proses pembuatan *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Elemen Kerja *Line Melting*

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
1	Mengaduk dan menuang cairan Cairan Molten ke tungku untuk di kirim ke proses pouring	Cairan molten sesuai dengan standar	Haris
2	Mentransfer <i>Ladle</i> berisi cairan <i>molten</i>	Cairan terisi sesuai standar didalam <i>ladle</i>	Andy

(Sumber: Pengolahan Data)

d. *Line Pouring*

Pouring adalah proses penuangan *molten* ke dalam cetakan. Proses ini krusial dimana cairan logam mengalir dari *ladle* ke cawan tuang. Proses ini berlangsung singkat namun cukup menentukan keberhasilan rangkaian pengecoran logam, sehingga operator perlu menguasai teknik penuangan cairan logam yang benar. Pada proses *pouring* terdiri dari grup penuang yaitu operatur pengarah *ladle*, operator pemutar *ladle*, dan operator pemberi aba-aba. Operator pemberi aba-aba biasanya memegang kendali *crane* dan cukup operator ini saja yang memberikan perintah.

Panci tuangan (*ladle*) yang digunakan untuk mengangkat logam cair dari dapur peleburan dan menuangkannya ke dalam cetakan terbuat dari baja dengan lapisan material tahan panas. Pada proses penuangan cairan *molten* pekerja menuang secara manual dan tidak ada indikator khusus yang memperingati jika cetakan telah terisi dengan cairan secara *full*. Proses ini dikatakan menjadi hal yang sangat penting sebab, jika cairan yang dituang berlebih memungkinkan produk yang dihasilkan tidak sempurna. Adapun elemen-elemen kerja pada proses pembuatan *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Elemen Kerja *Line Pouring*

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
1	Menunggu cetakan dari proses molding		Rifky
2	Penuangan <i>molten</i> ke dalam cetakan produk	Cairan tidak berlebih hingga mengenai bagian <i>core</i> produk	

3	Pemeriksaan produk	Pengikisan terhadap cairan kimia berlebih pada produk	
4	Transfer produk	Produk di transfer sesuai hasil produksi	

(Sumber: Pengolahan Data)

e. *Line Finishing*

Finishing adalah proses penyempurnaan produk agar produk siap untuk masuk ke proses *painting*. Proses *finishing* ini juga sebagai proses pembersihan produk dari *gating* ataupun pasir dari sisa-sisa proses *molding* dan *pouring*. Proses *finishing* terdiri dari *shoot blast*, *product fettling*, *seki grinding*, *manual finishing*, dan *inline inspection*. Proses *finishing* sebagian besar dilakukan secara manual, oleh sebab itu proses pembersihan produk dari pasir dilakukan secara berulang menghindari pasir masih tersisa didalam produk. Selain itu, untuk memastikan tidak terdapat pasir yang tersisa dalam produk pengecekan dilakukan dengan lampu kecil yang dimasukkan ke beberapa titik dari produk untuk memastikan produk bersih dari pasir yang menempel. Adapun elemen-elemen kerja pada proses pembuatan *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Elemen Kerja *Line Finishing*

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
Stasiun Kerja 1 Barasi (Pick Up)			
1	Menarik pallet pick up	Posisi produk di depan operator	Agus
2	Mengambil palu 1,5 kg dan memisahkan reiser dan gating dari produk.	Reiser dan gating tidak ada di produk	

3	Ambil hoist mata 2, untuk angkat produk dimana salah satu pengait di posisi list cope dan list posisi front.	Pasir tidak tebal disekitar produk	
Stasiun Kerja 2 Barasi Baritori			
1	Menarik produk dari proses sebelumnya	Posisi bottom menghadap ke atas dan posisi drag ke arah operator	Irawan
2	Patahkan bari dan agari di bottom dengan palu	Sisa bari dan agari max 5mm dan jangan sampai dakon	
3	Patahkan bari di sisi rear dengan palu	Sisa bari dan agari max 5mm dan jangan sampai dakon	
4	Rontokkan pasir diposisi cope dengan menggunakan palu	Menggunakan palu 1,5kg dan jangan sampai ada dakon	
5	Patahkan bari disisi front dengan palu	Sisa bari dan agari max 5mm dan jangan sampai dakon	
Stasiun Kerja 3 Knock Out			
1	Cek barasi ketokan mesin knock out dan lubang mizuana dan lubanggi jika masih tertutup	Lubang mizuana dan oil return harus berlubang	Hartono
2	Cek ketinggian pasir dalam water jacket dan ambil pengait bermata 3 lalu kaitkan pada produk	Kedalaman pasir min 1,5mm	

Lanjutan . . .

Tabel 4.9 Elemen Kerja *Line Finishing* (Lanjutan)

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
3	Angkat produk lalu bawa dan	Pengait terpasang dengan	

	turunkan di pallet atas deck lalu lepaskan pengait	benar dan produk tidak terjatuh sehingga mengenai kaki	
Stasiun Kerja 4 Swing Gerinda Barasi			Sugeng
1	Tarik produk dari proses sebelumnya	Posisi permukaan bottom menghadap ke atas	
2	Produk di clamp kemudian di gerinda bagian bottom	Sisa bari max 2,00mm	
3	Produk di clamp kemudian di gerinda bagian top	Sisa bari max 2,00 mm	
Stasiun Kerja 5 Knock Out 3 (Menaikkan Produk)			Doni
1	Pukul bari rear dengan palu dan ambil hoist dengan pengait bermata 3	Bari max 5mm, pengait tidak pecah dan patah	
2	Masukkan pengait ke lubang oil galeri drag dan 2 mata lainnya dikaitkan ke water jacket cope	Posisi pengait harus tepat pada lubang	
3	Angkat benda kerja, letakkan diatas jig lalu letakkan pengait dan hoist	Posisi drag menghadap operator	
Stasiun Kerja 6 Shot Blast Ulang			Agung
1	Ambil produk dan gantungkan hanger ke shot blast	Benda jangan sampai terjatuh	
2	Turunkan produk dan masukkan ke manual finishing	Produk sampai pada line tageto dan inspeccion qc	
Stasiun Kerja 7 Manual <i>Finishing</i> Pos 4 Lubang Bore			Budi
1	Tarik produk dan ambil gerinda FG 4HL	Tangan tidak terjepit	
2	Kupas kulit lubang bore dan meletakkan gerinda FG 4HL	Kulit lubang bore terkelupas	
3	Oleskan penetrant di area front	Tangan tidak terjepit	

	dengan kuas lukis lalu kirim produk ke pos berikut		
Stasiun Kerja 8 Manual <i>Finishing</i> Pos 1			
1	Tarik produk dan ambil gun angin	Tangan tidak terjepit	Taufik
2	Semprot posisi <i>water jacket</i> dan letakkan nozle air blow	Pasir dan kotoran keluar	
3	Ambil gerinda dan gerinda permukaan top face posisi antara lubang bore 2 dan 3	Casting terkelupas	

Lanjutan . . .

Tabel 4.9 Elemen Kerja *Line Finishing* (Lanjutan)

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
4	Ubah posisi produk dan gerinda bari lubang abura posisi bottom	Produk posisi bottom menghadap ke atasm cope menghadap operator dan sisa bari 1mm	
Stasiun Kerja 9 Manual <i>Finishing</i> Pos 2			
1	Tarik produk dari proses rear ke atas	Tangan tidak terjepit	Dean
2	Ambil swing gerinda lalu tekan tombol untuk menghidupkan lalu gerinda bari posisi rear	Sisa bari max 1mm	
3	Naikkan <i>cylinder up</i> swing gerinda lalu ubah posisi produk dan turunkan <i>cylinder</i>	Posisi produk dengan front menghadap ke atas dan drag ke arah operator	
4	Ambil swing gerinda lalu tekan tombol untuk menghidupkan lalu gerinda bari posisi front	Max bari 1mm	

5	Gerinda casting posisi cope front dan lepas swing gerinda lalu posisikan produk	Max sisa casting 1mm, posisi bttom produk menghadap ke atas dan sisi rear ke arah operator	
Stasiun Kerja 10 Manual <i>Finishing</i> Pos 3			
1	Tarik produk dari proses sebelumnya lalu ambil gerinda FG 4H	Tangan tidak terjepit	Wibawa
2	Gerinda bari sisi front dan rear	Bari max 1,0mm dan tidak boleh over gerinda	
3	Letakkan gerinda dan ubah posisi produk	Posisi produk drag menghadap ke atas dan sisi front menghadap operator	
4	Ambil gerinda dan gerinda bari bosu cetakan atas	Sisa bari max 1,0mm dan tidak boleh ada over gerinda	
5	Letakkan gerinda dan ubah posisi produk	Posisi produk bottom menghadap ke atas dan drag ke arah operator	
6	Ambil gerinda FG 4H dan gerinda seki di posisi crank bottom 5 titik	Sisa bari max 1,0mm dan tidak boleh ada over gerinda	
7	Letakkan gerinda dan ubah posisi produk	Posisi produk bottom menghadap ke atas dan kirim ke pos berikutnya	
Stasiun Kerja 11 Manual <i>Finishing</i> Pos 4			
1	Tarik produk dari proses sebelumnya dan Ambil <i>rotary</i> bar FG3H	Tangan tidak terjepit	Hendro

Lanjutan . . .

Tabel 4.9 Elemen Kerja *Line Finishing* (Lanjutan)

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
2	Gerinda yakitsuki dan bari dilubang abura 4 posisi	Posisi d crank case sisa bari max 1mm dan posisi di crank metal sisa bari 0,5mm	Hendro
3	Gerinda yakitsuki posisi front	Yakitsuki not <i>allowance</i>	
4	Gerinda bari beehween journal 4 posisi	Sisa bari max 1,0 mm	
5	Gerinda yakitsuki crank case	Yakitsuki not <i>allowance</i>	
6	Letakkan gerinda kemudian ubah posisi produk	Produk posisi bottom menghadap ke atas dan kirim ke pos berikutnya	
Stasiun Kerja 12 Manual <i>Finishing</i> Pos 5			
1	Tarik produk dari proses sebelumnya dan ambil rotary bar FG3H	Tangan tidak terjepit	Ali
2	Gerinda yakitsuki di area rear dan bari dilubang <i>water jacket rear</i>	Yakitsuki not <i>allowance</i> , sisa bari max 1,0 mm	
3	Ambil rotary bar FG3H lalu gerinda di area drag dan bari dilubang <i>water jacket drag</i>	Yakitsuki not <i>allowance</i> , sisa bari max 1,0 mm	
4	Ambil rotary bar FG3H lalu gerinda di area front dan bari dilubang <i>water jacket plug cope</i>	Yakitsuki not <i>allowance</i> , sisa bari max 1,0 mm	
Stasiun Kerja 13 Manual <i>Finishing</i> Pos 5 Lubang Bore			
1	Tarik produk dari proses sebelumnya lalu ambil gerinda	Tangan tidak terjepit	Edi

	FG 4HL		
2	Kupas kulit lubang bre posisi area keren dengan digerinda dari sisi rear ke posisi front	Kulit lubang bore terkelupas	
3	Tulis nomer core di permukaan sisi rear produk dengan paint maker dan posisi kan produk	Posisi produk sisi bottom menghadap ke atas dan rear menghadap operator	
Stasiun Kerja 14 Manual <i>Finishing</i> Pos 6			
1	Tarik produk dari proses sebelumnya dan posisikan produk top menghadap ke atas	Tangan tidak terjepit	Adam
2	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>oil return</i> dan pahat dari sisi <i>cope</i>	Yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> not allowance	
3	Mengubah posisi produk <i>top</i> menghadap ke atas	Produk posisi top menghadap ke atas dan cope menghadap operator	

Lanjutan . . .

Tabel 4.9 Elemen Kerja Proses *Finishing* (Lanjutan)

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
4	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>water jacket</i> dan pahat dari sisi <i>drag</i>	Yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> not allowance	Adam
5	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>bypass</i>	Yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> not allowance	
6	Mengubah posisi produk <i>bottom</i>	Produk posisi bottom	

	menghadap ke atas	menghadap ke atas dan cope menghadap operator	
7	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>oil drain</i>	Yakitsuki, gasubari dan <i>defect not allowance</i>	
8	Ambil nozle dan spray dinding bore dan cope posisi dalam dari lubang mizuana top	Dinding bore dan cope rata terlapisi	
Stasiun Kerja 15 Manual <i>Finishing</i> Pos 7			
1	Tarik produk dari proses sebelumnya	Tangan tidak terjepit	
2	Ambil lampu check dan pahat lalu check dan <i>repair water jacket</i> dan area top cope	Yakitsuki <i>not allowance</i>	
3	Ambil lampu check dan pahat lalu check dan <i>repair water jacket</i> dan area top drag	Yakitsuki depan 3mmx5mm sunakui, fukare <i>defect</i> 2mmx3mm. Yakitsuki lubang abura top drag dan lubang bypass yakitsuki <i>not allowance</i> .	Zaenal
4	Check <i>defect</i> area bottom dan crank	Yakitsuki <i>not allowance</i> , sunakui, fukare <i>defect</i> 2mm x 3mm	
Stasiun Kerja 16 Painting (Sprayer 1)			
1	Posisikan produk sisi cetakan bawah (drag) menghadap ke operator dan ambil spray gun	Permukaan drag di bagi 8 bagian, setiap bagian 2 coat	Broto
2	Spray permukaan drag sisi front dan drag	Spray drag sisi front posisi spray gun 90° dari permukaan, spray drag posisi spray 20-25° arah sisi rear dan front	
3	Putar produk dan spray	Posisi spray gun 90° dan	

	permukaan drag dari arah top	proses spray dari atas ke bawah	
4	Putar produk dan spray permukaan drag dari arah bottom	Posisi spray gun 90° dan proses spray dari atas ke bawah	
5	Spray permukaan kupingan rear	Kupingan rear rata terkena cairan	

Lanjutan . . .

Tabel 4.9 Elemen Kerja Proses *Finishing* (Lanjutan)

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
Stasiun Kerja 17 Painting (Sprayer 2)			
1	Posisikan produk sisi cetakan atas (cope) menghadap ke operator dan ambil spray gun	Permukaan cope di bagi 8 bagian, setiap bagian 2 coat	Bima
2	Spray permukaan cope sisi front dan cope	Spray cope sisi front posisi spray gun 90° dari permukaan, spray cope posisi spray 20-25° arah sisi rear dan front	
3	Putar produk dan spray permukaan cope dari arah top	Posisi spray gun 90° dan proses spray dari atas ke bawah	
4	Putar produk dan spray permukaan cope dari arah bottom	Posisi spray gun 90° dan proses spray dari atas ke bawah	
5	Cek dan spot spray bagian yang tidak terkena spray	Lakukan spray tambahan jika ada yang belum terkena spray	
6	Spray permukaan kupingan rear	Kupingan rear rata terkena cairan tidak over spray	

7	Cek hasil painting	Hasil tidak meleleh, tipis dan belang	
---	--------------------	---------------------------------------	--

(Sumber: Pengolahan Data)

2. Proses Kerja/Urutan Proses Kerja *Core Pipe*

Cylinder block membutuhkan produk pendukung agar produk tidak terkena cairan *molten* dan membantu pengeluaran gas sesuai dengan lubang yang telah dibuatkan agar tidak mengendap di dalam produk. Produk pendukung tersebut adalah *core pipe* dengan ukuran 50, *core pipe* ini diproduksi di mesin ISH V-500 yang berada di ACE *line* sedangkan *cylinder block* diproduksi di JSH *line*. Waktu produksinya menggunakan sistem *cycle time*, dan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 *flask* produk *core pipe* adalah 3,2 menit. Dalam 1 *flask*, terdapat beberapa ukuran cetakan dengan jumlah 28 yang terdiri dari ukuran 50 terdapat 11, ukuran 70 terdapat 15 dan ukuran 90 terdapat 2. Adapun elemen-elemen kerja pada proses pembuatan *core pipe* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Elemen Kerja *Line Core* pada *Core Pipe*.

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
1	Proses Mesin ISH V-500		Immanuel
2	Mengambil keranjang yang telah terisi <i>core pipe</i>	Keranjang terisi <i>core pipe</i> baik penuh maupun tidak	

Lanjutan . . .

Tabel 4.10. Elemen Kerja *Line Core* pada *Core Pipe*.

No	Jenis Kegiatan	Poin Kerja	Operator
3	Memisahkan <i>core pipe</i> sesuai dengan ukuran	<i>Core pipe</i> tidak tergabung dengan berbagai ukuran	Immanuel
4	Memotong batang dari hasil	<i>Core pipe</i> bersih dari	

	cetakan <i>core pipe</i>	batang yang dihasilkan cetakan	
5	Memotong <i>core pipe</i> untuk disesuaikan dengan ukuran 50	<i>Core pipe</i> memiliki ukuran yang sama	

(Sumber: Pengolahan Data)

4.1.10 Pengukuran Waktu Siklus Operasi

1. *Cylinder Block*

Hasil dari pengukuran waktu dari *Line Core* sampai dengan *Line Finishing* untuk produk *cylinder block* dengan 30 kali pengamatan dapat dilihat pada Lampiran A. Sedangkan untuk proses produksi pembuatan *Core Pipe* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) *Line Core* Produk *Core Pipe*

<i>Line Core</i> Produk <i>Core Pipe</i>											
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)				
	Elemen Kerja 1						Elemen Kerja 2				
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	1	2,04	2,94	3,18	2,83	3,01
2	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	2	2,31	2,11	1,69	1,78	2,03
3	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	3	2,36	2,98	2,42	2,64	2,23
4	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4	2,17	2,415	2,63	1,99	2,09
5	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	5	2,63	1,98	2,01	1,89	2,09
6	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	6	2,34	2,375	2,37	3,01	2,93
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)				
	Elemen Kerja 3						Elemen Kerja 4				
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅

1	1,92	2,82	2,78	3,24	2,83	1	0,97	1,21	0,82	0,76	0,95
2	2,87	3,52	3,12	2,81	2,85	2	0,97	1,19	0,92	0,98	0,87
3	2,38	2,61	3,18	2,13	3,16	3	1,05	1,14	0,92	0,98	1,04
4	3,21	2,83	3,42	3,28	2,71	4	0,98	0,93	1,11	0,95	1,05
5	2,84	3,13	2,83	2,76	2,91	5	1,01	1,43	0,87	0,94	1,05
6	3,03	3,42	2,63	3,42	2,73	6	1,13	1,23	0,98	1,04	0,92

(Sumber: Pengolahan Data)

4.1.11 Faktor Penyesuaian (*Rating Factors*)

Faktor penyesuaian didefinisikan sebagai cara untuk menormalkan ketidaknormalan dalam kerja yang dilakukan oleh pekerja pada saat pengamatan dilakukan. Faktor penyesuaian untuk masing-masing operator di setiap stasiun kerja dalam proses produksi *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Faktor Penyesuaian Stasiun Kerja Proses *Cylinder Block*

No	Stasiun Kerja	Operator	<i>Rating Factors</i>		
1	1 (<i>Core Pipe</i>)	Immanuel	Keterampilan	<i>Excellent (B2)</i>	0,0 8
			Usaha	<i>Good (C2)</i>	0,0 2
			Kondisi Kerja	<i>Good (C)</i>	0,0 2
			Konsistensi	<i>Good (C)</i>	0,0 1
			Total		
2	1 (<i>Core/ bagian Case</i>)	Ahmad	Keterampilan	<i>Good (C1)</i>	0,0 6

			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,0 2
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,0 2
			Konsistensi	Average (D)	0,0 0
			Total		0,1 0
3	2 (<i>Core/</i> bagian <i>Water</i> <i>Jacket</i>)	Abdul dan Zaka	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,0 6
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,0 2
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,0 2
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,0 1
			Total		0,1 1
4	3 (<i>Core/</i> bagian <i>Pre</i> <i>Assy</i>)	Bambang	Keterampilan	<i>Excellent</i> (B2)	0,0 8
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,0 2
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,0 2
			Konsistensi	Average (D)	0,0 0
			Total		0,1 2
5	4 (<i>Core/</i> bagian <i>End</i>)	Eka dan Sunyoto	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,0 6

			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,0 2
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,0 2
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,0 1
			Total		0,1 1
			Keterampilan	<i>Good</i> (C2)	0,0 3
			Usaha	<i>Good</i> (C1)	0,0 5
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,0 2
			Konsistensi	Average (D)	0,0 0
			Total		0,1 0
			Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,0 6
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,0 2
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,0 2
			Konsistensi	Average (D)	0,0 0
			Total		0,1 0

Lanjutan . . .

Tabel 4.12 Faktor Penyesuaian Stasiun Kerja Proses *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Operator	<i>Rating Factors</i>		
8	7 (<i>Core/ bagian Assembly 2</i>)	Sarjono dan Adi	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,02
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		
9	1 (<i>Molding</i>)	Zaki	Keterampilan	<i>Excellent</i> (B2)	0,08
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,02
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		
10	2 (<i>Molding</i>)	Dedi	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,02
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		
13	3 (<i>Molding</i>)	Adam	Keterampilan	<i>Excellent</i> (B2)	0,08
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	Average (D)	0,00

			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		0,11
14	4 (<i>Molding</i>)	Roni	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	Average (D)	0,00
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		0,09
15	5 (<i>Molding</i>)	Alan	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	Average (D)	0,00
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		0,09
16	6 (<i>Molding</i>)	Ridho	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	Average (D)	0,00
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		0,09
17	1 (<i>Melting</i>)	Haris	Keterampilan	<i>Excellent</i> (B2)	0,08
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		0,07

Lanjutan . . .

Tabel 4.12 Faktor Penyesuaian Stasiun Kerja Proses *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Operator	<i>Rating Factors</i>		
18	2 (<i>Melting</i>)	Andy	Keterampilan	<i>Excellent</i> (B2)	0,08
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		
19	1 (<i>Pouring</i>)	Rifky	Keterampilan	<i>Excellent</i> (B2)	0,08
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		
20	1 (<i>Finishing</i>)	Agus	Keterampilan	<i>Excellent</i> (B2)	0,08
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	Average (D)	0,00
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		
21	2 (<i>Finishing</i>)	Irawan	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	Average (D)	0,00
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		

22	3 (<i>Finishing</i>)	Hartono	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	Average (D)	0,00
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		
23	4 (<i>Finishing</i>)	Sugeng	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	<i>Fair</i> (E)	-0,02
			Total		
24	5 (<i>Finishing</i>)	Doni	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	Average (D)	0,00
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		
25	6 (<i>Finishing</i>)	Agung	Keterampilan	<i>Excellent</i> (B2)	0,08
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		

Lanjutan . . .

Tabel 4.12 Faktor Penyesuaian Stasiun Kerja Proses *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Operator	<i>Rating Factors</i>
----	---------------	----------	-----------------------

26	7 (<i>Finishing</i>)	Budi	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		
27	8 (<i>Finishing</i>)	Taufik	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C1)	0,05
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		
28	9 (<i>Finishing</i>)	Dean	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C1)	0,05
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		
29	10 (<i>Finishing</i>)	Wibawa	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		
30	11 (<i>Finishing</i>)	Hendro	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	Average (D)	0,00

			Total		0,05
31	12 (<i>Finishing</i>)	Ali	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C1)	0,05
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		0,08
32	13 (<i>Finishing</i>)	Edi	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Fair</i> (E)	-0,03
			Konsistensi	Average (D)	0,00
			Total		0,05
33	14 (<i>Finishing</i>)	Adam	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	Average (D)	0,00
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		0,11

Lanjutan . . .

Tabel 4.12 Faktor Penyesuaian Stasiun Kerja Proses *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Stasiun Kerja	Operator	<i>Rating Factors</i>		
34	15 (<i>Finishing</i>)	Zaenal	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,02
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01

			Total		0,11
35	16 (<i>Finishing</i>)	Broto	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,02
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		0,11
36	17 (<i>Finishing</i>)	Bima	Keterampilan	<i>Good</i> (C1)	0,06
			Usaha	<i>Good</i> (C2)	0,02
			Kondisi Kerja	<i>Good</i> (C)	0,02
			Konsistensi	<i>Good</i> (C)	0,01
			Total		0,11

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.1.12 Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Faktor kelonggaran merupakan bentuk waktu tambahan yang diberikan kepada pekerja sebagai kompensasi atas berbagai keperluan pribadi yang dilakukan saat bekerja. Faktor kelonggaran diberikan kepada pekerja, karena tidak mungkin operator/pekerja melakukan pekerjaan secara terus-menerus tanpa henti. Faktor kelonggaran yang diberikan kepada pekerja didasari tabel persentase kelonggaran yang sudah ada. Faktor kelonggaran untuk lini *core* (*coe pipe*) dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Faktor Kelonggaran *Core* (*Core Pipe*)

Stasiun Kerja 1 <i>Core Pipe</i>			
No	<i>Allowance</i>		Nilai
1	Kebutuhan Pribadi	Pria	1%
2	Keadaan Lingkungan	Sangat Bising	1%

3	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat Ringan	2%
4	Sikap Kerja	Duduk	1%
5	Gerakan Kerja	Normal	0%
6	Kelelahan Mata	Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	7,5%
7	Temperatur Tempat Kerja	Normal	0%
Total Faktor Kelonggaran			12,5%

(Sumber: *Plant 2* PT AICC)

Berdasarkan Tabel 4.13 diketahui bahwa faktor kelonggaran untuk operator pada produksi *core pipe* adalah 12,5%. Faktor kelonggaran ini akan digunakan untuk menghitung waktu baku pada lini *core* dalam produksi *core pipe*. Adapun faktor kelonggaran pada stasun kerja lainnya terdapat pada Lampiran B.

4.1.13 Data *Changerover*, *Scrap* dan Jumlah Operator

Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian produksi *core pipe* dan *cylinder block* di PT Asian Isuzu Casting Center, maka diperoleh data *changeover*, *scrap* dan jumlah operator pada masing-masing proses di lantai produksi. Adapun data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Data *Changeover*, *Scrap*, dan Jumlah Operator

Proses	<i>Changeover</i> (detik)	<i>Scrap</i> (kg)	Jumlah Operator (orang)
<i>Core (Core Pipe)</i>	10.800	0,16 kg/flask	1
<i>Core</i>	10.800	-	10
<i>Moulding</i>	10.800	-	6

<i>Melting</i>	-	-	3
<i>Pouring</i>	-	-	3
<i>Finishing</i>	-	-	17

(Sumber: Bagian Produksi *Plant1*, 2018)

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data ini dimaksudkan agar data yang telah terkumpul dapat diproses sesuai dengan rumusan yang ada sehingga menjadi *output* yang berguna bagi semua pihak.

4.2.1. Perhitungan Waktu Siklus Setiap Elemen

Perhitungan dan pengujian data dilakukan pada setiap stasiun kerja dalam proses pembuatan *cylinder block*. Perhitungan tersebut berdasarkan masing-masing proses kerja dan operator selama melakukan proses produksi sehingga diperoleh waktu rata-rata pengamatan. Adapun perhitungan di setiap stasiun kerjanya adalah sebagai berikut:

1. Proses Pembuatan *Core Pipe*

Mesin bekerja untuk pembuatan *core pipe* selama 2,1 menit. Adapun waktu siklus pada proses pembuatan *core pipe* dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) *Line Core* Produk *Core Pipe*

<i>Line Core</i> Produk <i>Core Pipe</i>							
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					$\sum x$	x
	Elemen Kerja 1						
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		

1	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50
2	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50
3	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50
4	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50
5	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50
6	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50
$\sum x_1$							27
$x_1 = \sum x_1/n$							4,50

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.15, perhitungan waktu siklus untuk aktivitas mengambil keranjang yang telah terisi *core pipe* adalah sebagai berikut:

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$W_s = \left(\frac{4,50 + 4,50 + 4,50 + 4,50 + 4,50}{5} \right) \text{ detik/unit}$$

$$= 4,50 \text{ detik/unit}$$

Perhitungan pada proses lainnya dapat dilihat pada Lampiran A. Rekapitulasi dari hasil perhitungan waktu rata-rata waktu siklus dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel. 4.16 Hasil Rekapitulasi Waktu Siklus per Elemen Kerja *Cylinder Block*

No	Line	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Siklus (detik)	Total Waktu Siklus (detik)
1	<i>Core (Core pipe)</i>	Stasiun Kerja 1	Elemen Kerja 1	4,50	12,28
2			Elemen Kerja 2	2,41	
3			Elemen Kerja 3	2,95	
4			Elemen Kerja 4	1,01	
5			Elemen Kerja 5	1,42	

6	<i>Line Core/Line 63</i>	Stasiun Kerja 1 (Bagian <i>Case</i>)	Elemen Kerja 1	17,70	35,59
7			Elemen Kerja 2	7,85	
8			Elemen Kerja 3	1,73	
9			Elemen Kerja 4	2,04	
10			Elemen Kerja 5	4,55	
11			Elemen Kerja 6	1,73	

Lanjutan . . .

Tabel. 4.16 Hasil Rekapitulasi Waktu Siklus per Elemen Kerja *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	<i>Line</i>	Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Siklus (detik)	Total Waktu Siklus (detik)
12	<i>Line Core/Line 63</i>	Stasiun Kerja 2 (Bagian <i>Water Jacket</i>)	Elemen Kerja 1	1,97	82,90
13			Elemen Kerja 2	35,40	
14			Elemen Kerja 3	5,71	
15			Elemen Kerja 4	5,55	
16			Elemen Kerja 5	6,12	
17			Elemen Kerja 6	11,94	
18			Elemen Kerja 7	5,65	
19			Elemen Kerja 8	5,94	
20			Elemen Kerja 9	4,64	
21			Stasiun Kerja 3 (<i>Pre Assembly</i>)		
22	Elemen Kerja 2	10,67			
23	Elemen Kerja 3	6,28			
24	Elemen Kerja 4	6,55			
25	Elemen Kerja 5	9,98			
26	Elemen Kerja 6	8,14			

27			Elemen Kerja 7	15,86	
28		Stasiun Kerja 4 (Bagian <i>End Rail Core</i>)	Elemen Kerja 1	15,50	51,35
29			Elemen Kerja 2	9,60	
30			Elemen Kerja 3	8,04	
31			Elemen Kerja 4	2,77	
32			Elemen Kerja 5	2,77	
33			Elemen Kerja 6	2,02	
34			Elemen Kerja 7	10,65	
35			Stasiun Kerja 5 (<i>Bypass Core</i>)	Elemen Kerja 1	
36		Elemen Kerja 2		7,15	
37		Elemen Kerja 3		10,26	
38		Elemen Kerja 4		4,51	
39		Elemen Kerja 5		10,70	
40		Elemen Kerja 6		20,67	
41		Stasiun Kerja 6 (<i>Assembly 1</i>)	Elemen Kerja 1	7,74	45,08
42			Elemen Kerja 2	1,01	
43			Elemen Kerja 3	2,89	
44			Elemen Kerja 4	3,84	
45			Elemen Kerja 5	6,91	
46			Elemen Kerja 6	9,60	
47			Elemen Kerja 7	2,09	
48			Elemen Kerja 8	6,83	
49			Elemen Kerja 9	4,18	
50		Stasiun Kerja 7	Elemen Kerja 1	4,47	71,73

51		<i>(Assembly 2)</i>	Elemen Kerja 2	10,42	Lanjutan . . .
52			Elemen Kerja 3	11,43	

Tabel. 4.16 Hasil Rekapitulasi Waktu Siklus per Elemen Kerja *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Line	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (detik)	Total Waktu Siklus (detik)
53			Elemen Kerja 4	23,96	
54			Elemen Kerja 5	9,24	
55			Elemen Kerja 6	12,21	
56	<i>Line Core/63</i>				406,98
57	<i>Line Molding</i>	Stasiun Kerja 1	Elemen Kerja 1	25,02	44,17
58			Elemen Kerja 2	2,19	
59		Stasiun Kerja 2	Elemen Kerja 3	5,07	
60		Stasiun Kerja 3	Elemen Kerja 4	3,49	
61		Stasiun Kerja 4	Elemen Kerja 5	3,56	
62		Stasiun Kerja 5	Elemen Kerja 6	3,53	
63		Stasiun Kerja 6	Elemen Kerja 7	1,33	
64	<i>Line Melting</i>	Stasiun Kerja 1	Elemen Kerja 1	12,82	12,82
65	<i>Line Pouring</i>	Stasiun Kerja 1	Elemen Kerja 1	2,74	22,48
66			Elemen Kerja 2	11,04	
67			Elemen Kerja 3	8,70	
68	<i>Line Finishing</i>	SK 1 Barasi Pick Up	Elemen Kerja 1	5,45	17,81
69			Elemen Kerja 2	7,02	
70			Elemen Kerja 3	5,34	
71		Stasiun Kerja 2	Elemen Kerja 1	4,31	32,17

72		Barasi Baritori	Elemen Kerja 2	5,36	
73			Elemen Kerja 3	2,96	
74			Elemen Kerja 4	9,80	
75			Elemen Kerja 5	9,73	
76		Stasiun Kerja 3 Knock Out	Elemen Kerja 1	4,47	17,61
77			Elemen Kerja 2	4,26	
78			Elemen Kerja 3	8,88	
79		Stasiun Kerja 4 Gerinda Barasi	Elemen Kerja 1	7,31	46,36
80			Elemen Kerja 2	19,58	
81			Elemen Kerja 3	19,47	
82		Stasiun Kerja 5 Knock Out 3	Elemen Kerja 1	14,20	42,53
83			Elemen Kerja 2	14,22	
84			Elemen Kerja 3	14,11	
85		Stasiun Kerja 6 Shot Blast Ulang	Elemen Kerja 1	15,79	31,14
86			Elemen Kerja 2	15,35	
87		Stasiun Kerja 7 Manual Finishing Pos 4 Lubang Bore	Elemen Kerja 1	4,10	42,46
88			Elemen Kerja 2	20,57	
89			Elemen Kerja 3	17,79	
90		Stasiun Kerja 8 Manual Finishing Pos 1	Elemen Kerja 1	5,13	52,80
91			Elemen Kerja 2	14,85	
92			Elemen Kerja 3	19,43	
					Lanjutan . . .

Tabel. 4.16 Hasil Rekapitulasi Waktu Siklus per Elemen Kerja *Cylinder Block*
(Lanjutan)

No	Line	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (detik)	Total Waktu Siklus (detik)
----	------	--------	--------------	-------------------------	-------------------------------

93			Elemen Kerja 4	13,39	
94	<i>Line Finishing</i>	Stasiun Kerja 9 Manual Finishing Pos 2	Elemen Kerja 1	2,80	51,11
95			Elemen Kerja 2	8,53	
96			Elemen Kerja 3	8,40	
97			Elemen Kerja 4	8,03	
98			Elemen Kerja 5	23,35	
99			Stasiun Kerja 10 Manual Finishing Pos 3	Elemen Kerja 1	
10 0	Elemen Kerja 2	8,94			
10 1	Elemen Kerja 3	3,81			
10 2	Elemen Kerja 4	13,07			
10 3	Elemen Kerja 5	3,79			
10 4	Elemen Kerja 6	13,57			
10 5	Elemen Kerja 7	4,37			
10 6	Stasiun Kerja 11 Manual Finishing Pos 4	Elemen Kerja 1		2,55	52,82
10 7		Elemen Kerja 2	13,58		

10 8			Elemen Kerja 3	13,18	
10 9			Elemen Kerja 4	13,04	
11 0			Elemen Kerja 5	7,76	
11 1			Elemen Kerja 6	2,71	
11 2		Stasiun Kerja 12 Manual Finishing Pos 5	Elemen Kerja 1	2,39	49,92
11 3			Elemen Kerja 2	13,68	
11 4			Elemen Kerja 3	19,27	
11 5			Elemen Kerja 4	14,58	
11 6		Stasiun Kerja 13 Manual Finishing Pos 5 Lubang Bore	Elemen Kerja 1	2,65	27,69
11 7			Elemen Kerja 2	17,48	
11 8			Elemen Kerja 3	7,56	
11 9		Stasiun Kerja 14 Manual Finishing Pos 6	Elemen Kerja 1	2,71	52,43
12 0			Elemen Kerja 2	7,31	
12 1			Elemen Kerja 3	2,22	
12 2			Elemen Kerja 4	7,84	

12 3			Elemen Kerja 5	6,48	
12 4			Elemen Kerja 6	2,01	
12 5			Elemen Kerja 7	9,55	
12 6			Elemen Kerja 8	14,32	
12 7		Stasiun Kerja 15 Manual Finishing Pos 7	Elemen Kerja 1	3,94	48,03
12 8			Elemen Kerja 2	16,75	
12 9			Elemen Kerja 3	19,85	
13 0			Elemen Kerja 4	7,49	

Lanjutan . . .

Tabel. 4.16 Hasil Rekapitulasi Waktu Siklus per Elemen Kerja *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Line	Proses	Elemen Kerja	Waktu Siklus (detik)	Total Waktu Siklus (detik)	
13 1	<i>Line Finishing</i>	Stasiun Kerja 16 Painting 1 Sprayer	Elemen Kerja 1	4,72	43,58	
13 2				Elemen Kerja 2		15,40
13 3				Elemen Kerja 3		2,80
13 4				Elemen Kerja 4		16,33
13				Elemen Kerja		8,76

5			5		
13 6		Stasiun Kerja 17 Painting 2 Sprayer	Elemen Kerja 1	3,26	49,25
13 7			Elemen Kerja 2	9,34	
13 8			Elemen Kerja 3	5,57	
13 9			Elemen Kerja 4	5,79	
14 0			Elemen Kerja 5	8,84	
14 1			Elemen Kerja 6	9,06	
14 2			Elemen Kerja 7	7,39	
14 3	<i>Line Finishing</i>				

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.2.2 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Setiap operator tentu memiliki performa yang berbeda-beda, karena hal tersebut untuk menstandarkan waktu proses masing-masing operator, dibutuhkan waktu proses yang sudah memperhitungkan besarnya faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran yang disebut waktu normal. Waktu normal diperoleh dari waktu siklus elemen kerja dikalikan dengan satu ditambah *rating factor* yang telah ditentukan (lihat tabel 4.12). *Rating factor* ditentukan dengan melihat dari kemampuan operator pada saat melakukan pekerjaannya. Sedangkan untuk menghitung waktu baku diperlukan besarnya faktor kelonggaran (*allowance*) yang diberikan kepada pekerja untuk dapat menyelesaikan pekerjaannya dengan baik.

Adapun perhitungan waktu normal pada proses mengambil keranjang yang telah terisi *core pipe* adalah:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Siklus} (1 + \textit{Rating Factor})$$

$$\text{Waktu Normal} = 2,01 \text{ detik/keranjang} (1+0,13) = 2,72 \text{ detik/keranjang}$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu standar yang diperoleh dari waktu normal dikalikan dengan satu dijumlah *allowance* yang telah ditetapkan oleh PT AICC untuk setiap lini di proses produksi *cylinder block*. Pada lini *core*, *allowance* yang diberikan sebesar 12,5% (lihat tabel 4.13). perhitungan waktu standar untuk proses mengambil keranjang yang telah terisi *core pipe* adalah:

$$\text{Waktu Standar} = \text{Waktu Normal} (1 + \textit{Allowance})$$

$$\text{Waktu Standar} = 2,72 \text{ detik/keranjang} (1 + 0,125) = 3,06 \text{ detik/keranjang}$$

Rekapitulasi perhitungan waktu normal dan baku dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Z

Tabel 4.17 Rekapitulasi F

SK	Proses	Operator
1	Core Pipe	Immanuel
1	Core/ Bagian Case	Ahmad
2	Core/ Bagian Water Jacket	Abdul Zaka

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.17 Rekapitulasi Per

SK	Proses	Operator	Me M line Pas Jack Me Ser bef Am den Pin tigh pro Me Me mer Me mes Me mer Me yan unt Me sud dip pro Me hab Me mer Me Me lub: spe Me sif
3	Core / Pre Assembly	Bambang	
4	Core / Bagian End Rail	Eka Suryoto	
5	Core / Bagian Bypass	Indra	

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.17 Rekapitulasi P

SK	Proses	Operator
6	Core/ Assembly 1	Ilham
7	Core/ Assembly 2	Sarjono A di
1	Molding	Zaki
2		Dedi
3		A dam
4		Roni
5		A lan
6		Rid ho

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.17 Rekapitulasi Pe

SK	Proses	Operator
1	Melting	Haris
1	Pouring	Rifky
1	Barasi (Pick Up)	Agus
2	Barasi Baritori	Irawan
3	Knock Out	Hartono
4	Swing Gerinda Barasi	Sugeng
5	Knock Out 3	Doni

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.17 Rekapitulasi Pe

SK	Proses	Operator
6	Shot Blast Ujung	Agung
7	Manual Finishing Pos 4 Lubang Bore	Budi
8	Manual Finishing Pos 1	Taufik
9	Manual Finishing Pos 2	Dean
10	Manual Finishing Pos 3	Wibawa

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.17 Rekapitulasi Pekerjaan

SK	Proses	Operator
11	Manual Finishing Pos 4	Hendro
12	Manual Finishing Pos 5	A B
13	Manual Finishing Pos 5 Lubang Bore	Edi
14	Manual Finishing Pos 6	Adam

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.17 Rekapitulasi Pe

SK	Proses	Operator
15	Manual Finishing Pos 7	Zaenal
16	Painting (Sprayer 1)	Broto
17	Painting (Sprayer 2)	Bima

(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.3 Pemetaan Proses Produksi *Cylinder Block* dengan *Value Stream Mapping (Current State Map)*

Value Stream Mapping (VSM) merupakan alat bantu untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan dan *value stream* yang ada didalamnya. Dengan alat bantu ini maka akan didapatkan aliran fisik dan informasi yang dapat dijadikan dasar untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi. Adapun langkah awal dalam pembuatan *value stream mapping* adalah dengan penjelasan mengenai aliran informasi dan fisik untuk pemenuhan permintaan *cylinder block*. Pengembangan *value stream* pada proses pembuatan *cylinder block* bertujuan untuk mengoptimalkan selama melakukan proses produksi terutama pada proses *core* dalam pembuatan *core pipe*, sehingga dapat menghilangkan pemborosan pada proses produksi *cylinder block* secara keseluruhan baik waktu proses dan mengurangi *scrap* yang dihasilkan.

1. Aliran Informasi

Aliran informasi pemenuhan permintaan *cylinder block* dibuat berdasarkan observasi (studi lapangan) dan wawancara dengan pihak-pihak terkait. Penggambaran aliran informasi dilakukan untuk keseluruhan pihak yang terkait pada berlangsungnya proses produksi *cylinder block* dalam pemenuhan permintaan. Adapun gambaran aliran informasi untuk pemenuhan produk *cylinder block* adalah sebagai berikut:

- a. Aliran informasi permintaan *cylinder block* diawali dari permintaan pelanggan kepada pihak perusahaan yakni bagian penjualan. Selanjutnya permintaan tersebut disampaikan kepada bagian PPIC untuk menyampaikan kepada bagian *production planning* membuat *master production schedule* (MPS) berdasarkan jumlah permintaan dan ketersediaan bahan baku.

- b. Berdasarkan permintaan tersebut, *production planning* membuat rencana produksi *cylinder block* selama satu bulan sesuai dengan kapasitas produksi dari hari kerja tersedia. MPS akan menjadi dasar dari setiap bagian dalam proses untuk merencanakan jadwal produksinya.
- c. Rencana produksi *cylinder block* ini diberikan kepada kepala produksi untuk disampaikan kepada kepala produksi di setiap bagian agar ditindak lanjuti dan dijadikan acuan dalam proses produksi harian.
- d. Bagian produksi melaporkan pencapaian produksi harian ke bagian *PPIC* beserta analisa dan tindakan perbaikan jika terdapat penyimpangan atau tidak tercapainya target produksi.

2. Perhitungan *Lead Time*

Lead time merupakan kebutuhan waktu untuk keseluruhan proses dari barang diterima, hingga barang dikirim ke konsumen. *Lead time* itu sendiri terdiri dari *lead time* proses, *lead time* transportasi, *lead time* stagnasi, dan *lead time* informasi. *Lead time* proses merupakan penjumlahan dari waktu baku disetiap proses dari *line core* sampai *finishing*. *Lead time* transportasi merupakan total waktu perpindahan barang dari satu proses ke proses lainnya. *Lead time* stagnasi adalah total waktu produk menunggu untuk masuk ke dalam proses selanjutnya. *Lead time* informasi adalah waktu aliran informasi dari *line core* sampai *finishing*. Adapun perhitungan *lead time* dari proses pembuatan *cylinder block* adalah sebagai berikut:

a. *Lead time* Proses

Lead time proses didapatkan dengan menjumlahkan waktu proses dari setiap produksi *cylinder block*. Hasil perhitungan *lead time* proses dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan *Lead Time* Proses

<i>Line</i>	Waktu Baku (detik)
<i>Core Pipe</i>	14,39
<i>Core</i>	95,51
<i>Moulding</i>	44,26
<i>Pouring</i>	31,68
<i>Finishing</i>	52,83
Total	238,66

(Sumber: Pengolahan Data)

b. *Lead time* Transportasi

Lead time transportasi didapatkan dengan menjumlahkan waktu perpindahan yang ada di setiap proses produksi *cylinder block*. Adapun hasil perhitungan *lead time* transportasi selama proses produksi *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan *Lead Time* Transportasi

Proses	Waktu Perpindahan (detik)
<i>Warehouse ke Core</i>	3,57
<i>Warehouse ke Core Pipe</i>	3,83
<i>Warehouse ke Melting</i>	3,62
Transfer produk dari <i>core</i> ke <i>molding</i>	2,41
Trasnfer <i>Core pipe</i> dari <i>plant 2</i> ke <i>molding plant 1</i> (4 box)	0,18
Transfer <i>ladle</i> berisi cairan ke <i>line pouring</i> (1 <i>ladle</i>)	14,48
Transfer produk dari <i>pouring</i> ke proses <i>finishing</i>	16,69

Transfer produk dari <i>knock out 3</i> ke proses <i>shot blast</i>	8,53
Transfer Produk ke <i>Warehouse</i>	1,82
Total	55,13

(Sumber: Pengolahan Data)

c. *Lead time* Stagnasi

Lead time stagnasi didapatkan dengan menjumlahkan waktu tunggu barang sebelum masuk ke dalam proses selanjutnya. Dalam penelitian di bulan Mei penumpukkan terjadi pada proses *pouring* menuju *finishing*. Hal tersebut terjadi, karena pada proses *finishing* operator melakukan proses gerinda sebanyak dua kali akibat tidak melakukan pekerjaan sesuai urutan kerja yang telah ditentukan. Jadi seharusnya *finishing* dilakukan proses di *shift 1* tetapi di proses *finishing* dilakukan pada *shift 2*, sehingga stagnasi pada proses pembuatan *cylinder* 13,84 detik.

d. *Lead time* informasi

Lead time informasi adalah aliran informasi yang terdapat pada proses *core* sampai dengan proses *finishing*. Adapun *lead time* informasi tidak dapat diperhitungkan karena keterbatasan yang di alami saat melakukan penelitian dilapangan sehingga hanya dapat digambarkan aliran informasinya, tidak dihitung besaran waktunya.

e. *Total lead time*

Total *lead time* merupakan hasil dari penjumlahan dari *lead time* proses, transportasi, stagnasi dan informasi. Berdasarkan ketiga *lead time* tersebut maka akan menghasilkan total *lead time* untuk proses produksi *cylinder block*. Adapun perhitungan total *lead time* adalah sebagai berikut:

Total *lead time* = L/T proses + L/T transportasi + L/T stagnasi

Total *lead time* = 238,66 + 55,13 + 13,84 = 307,63 detik

3. *Availability*

Availability merupakan waktu kerja yang tersedia dalam memproduksi produk setiap harinya. Perusahaan AICC terdapat 2 *shift* kerja, adapun perhitungan *availability* untuk *shift* 1 dan *shift* 2 dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Perhitungan *Availability*

<i>Shift</i>	Waktu Kerja (menit)	Waktu Istirahat (menit)	Waktu Lain- lain (menit)	<i>Availability</i> (menit)
	A	B	C	D = (A-B-C)
<i>Shift</i> 1	39.600	6.000	1.200	32.400
<i>Shift</i> 2	33.000	4.200	1.200	27.600
Total <i>Availability</i>				60.000

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4. *Uptime*

Uptime menyatakan kapasitas mesin yang digunakan dalam mengerjakan satu proses. Adapaun % *uptime* didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ uptime} = \frac{\text{Availability} - \text{Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\%$$

$$\text{Line Core} = \frac{\text{Availability} - \text{Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\% = \frac{60.000 - 10.800}{60.000}$$

$$= 82,00\%$$

$$\text{Line Core/63} = \frac{\text{Availability - Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\% = \frac{60.000 - 10.800}{60.000}$$

= 82,00%

$$\text{Line Molding} = \frac{\text{Availability - Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\% = \frac{60.000 - 10.800}{60.000}$$

= 82,00%

$$\text{Line Melting} = \frac{\text{Availability - Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\% = \frac{60.000 - 0}{60.000} =$$

100%

$$\text{Line Pouring} = \frac{\text{Availability - Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\% = \frac{60.000 - 0}{60.000} =$$

100%

$$\text{Line Finishing} = \frac{\text{Availability - Changeover}}{\text{Availability}} \times 100\% = \frac{60.000 - 0}{60.000} =$$

100%

5. Indikator *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM)

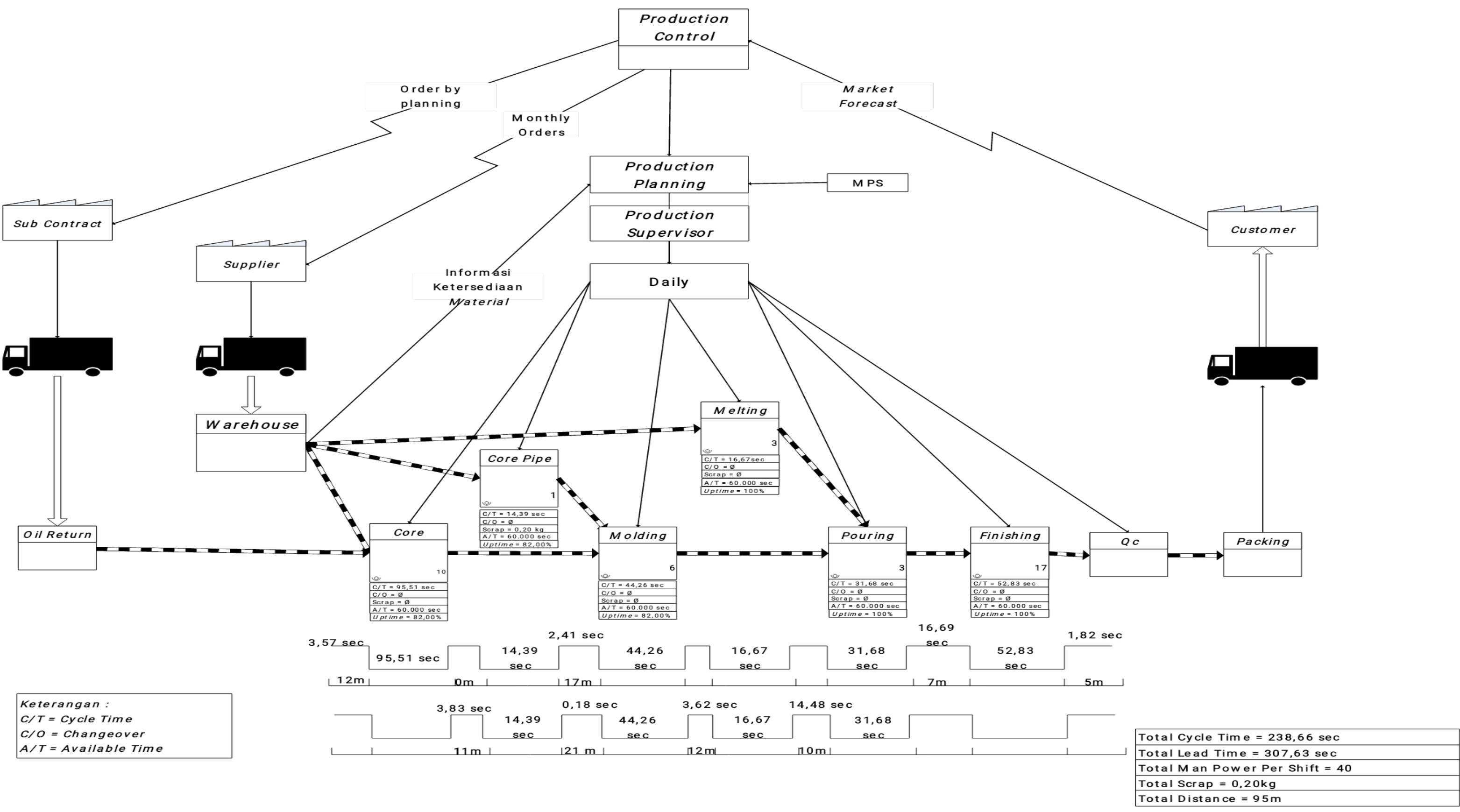
Setelah semua data telah diolah, maka tahap selanjutnya adalah membuat indikator CSVSM yang berguna untuk mempermudah membuat CSVSM. Rekapitulasi dari indikator untuk *current state value stream mapping* untuk produk *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Indikator CSVSM untuk produk *cylinder block*

Stasiun Kerja	Wb (detik/unit)	<i>Changeover</i> (detik)	<i>Scrap</i>	<i>Availability</i>	<i>Uptime</i> (%)	Operator (orang)
<i>Core</i>	14,39	10.800	0,20kg	60.000	82,00%	1
<i>Core/63</i>	95,51	10.800	-	60.000	82,00%	10
<i>Molding</i>	44,26	10.800	-	60.000	82,00%	6
Melting	44,26	-	-	60.000	100%	3
Pouring	31,68	-	-	60.000	100%	3
Finishing	52,83	-	-	60.000	100%	17

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan data diatas, maka *current state value stream mapping* dapat digambarkan, adapun hasil dari pembuatan *current state value stream mapping* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Keterangan :
 C/T = Cycle Time
 C/O = Changeover
 A/T = Available Time

Gambar 4.10 Current State Value Stream Mapping

4.2.4 Seven Waste Relationship

Proses identifikasi pemborosan dilakukan dengan menggunakan konsep *waste assesment model*. Pengumpulan data dilakukan dengan cara *focus group discussion* (FGD) yang beranggotakan 2 orang kepala seksi dari setiap bagian produksi dan 4 orang *leader* dari *Dept Production Plant 1* dan *plant 2, Dept Engineering, Dept PPIC*. Proses ini dilakukan untuk menyatukan persepsi tentang pemahaman mengenai pemborosan. Hasil dari *FGD* tersebut, didapatkan 10 pemborosan yang dapat dilihat pada Lampiran C, kemudian dari 10 pemborosan tersebut ditentukan hanya 7 jenis pemborosan utama yang terdapat pada lini produksi *cylinder block*, yakni *overproduction, inventory, motion, trasnportation, process, waiting* dan *defect*. Jenis-jenis pemborosan tersebut akan digunakan sebagai dasar acuan untuk dimasukkan ke dalam kuesioner *assesment model* sesuai kriteria untuk pembobotan kekuatan *waste relationship*. Selanjutnya keenam anggota tersebut mengisi kuesioner untuk mendapatkan bobot nilai dari keterkaitan pemborosan, adapun daftar pertanyaan kuesioner dapat dilihat pada Lampiran D.

Perhitungan keterkaitan antar pemborosan dilakukan dengan mengisi kuesioner kriteria pembobotan untuk digunakan sebagai dasar dalam penentuan pemborosan pada area produksi *cylinder block*. Tingkat keterkaitan antar pemborosan serta konversi skor keterkaitan antar pemborosan pada proses produksi *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.22 dibawah ini.

Tabel 4.22 Konversi Rentang Skor Keterkaitan Antar Pemborosan

<i>Range</i>	<i>Type of Relationship</i>	Simbol
17 – 20	<i>Absolute</i> (Mutlak)	A
13 – 16	<i>Ecpecialy</i> (Sangat Penting)	E
9 – 12	<i>Important</i> (Penting)	I

5 – 8	<i>Ordinary</i> (Biasa)	O
1 – 4	<i>Unimportant</i> (Tidak Penting)	U

(Sumber: Pengolahan Data)

Ringkasan hasil dari skor antar *waste* pada proses produksi *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.23

Tabel 4.23 Tabulasi Keterkaitan Antar *Waste Cylinder Block*

No	Tipe Pertanyaan	Skor	Tingkat Ketelitian
1	O-I	9	I
2	O-D	5	O
3	O-M	8	O
4	O-T	7	O
5	O-W	12	I
6	I-O	10	I
7	I-D	9	I
8	I-M	9	I
9	I-T	6	I
10	D-O	7	I
11	D-I	7	I
12	D-M	8	I
13	D-T	7	I

14	D-W	9	I
15	M-I	7	I
16	M-D	18	A
17	M-W	14	E
18	M-P	18	A
19	T-O	4	U
20	T-I	4	U
21	T-D	6	O
22	T-M	8	O
23	T-W	11	I
24	P-O	11	I
25	P-I	5	O
26	P-D	8	O
27	P-M	14	E
28	P-W	13	E
29	W-O	3	U
30	W-I	11	I
31	W-D	5	O

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Keterangan :

O = Overproduction, P = Process, W = Waiting, I = Inventory

T = Transportation, M= Motion, D= Delay

Skor didapatkan berdasarkan hasil rekapitulasi dari keenam anggota dalam pengisian kuesioner dapat dilihat pada Lampiran E.

4.2.5 Waste Relationship Matrix (WRM)

Berdasarkan hasil perhitungan keterkaitan *waste* pada Tabel 4.23, maka dapat dibuat *Waste Relationship Matrix* (WRM) proses produksi *cylinder block* disajikan pada Tabel 4.24 dibawah ini.

Tabel 4.24 *Waste Relationship Matrix* (WRM) *Cylinder Block*

<i>From/To</i>	O	I	D	M	T	P	W
O	A	I	O	O	O	X	I
I	I	A	I	I	I	X	X
D	I	I	A	I	I	X	I
M	X	I	A	A	X	A	E
T	U	U	O	O	A	X	I
P	I	O	O	E	X	A	E
W	U	I	O	X	X	X	A

(Sumber: Pengolahan Data)

Keterangan: X= tidak ada hubungan

Berdasarkan hasil dari WRM (lihat tabel 4.23) selanjutnya dikonversikan ke dalam bentuk *Waste Matrix Value* dengan bobot nilai dari masing-masing simbol adalah sebagai berikut, A= 10, E= 8, I= 6, O= 4, U= 2, dan X= 0. Kemudian hasil WRM tersebut dihitung total skor nilai dari masing-masing hubungan yang ada serta bobot masing-masing *waste* dalam *persentase*. Perhitungan *Waste Matrix Value* dapat dilihat pada Lampiran F, sedangkan hasil dari konversi *waste matrix value* untuk proses produk *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.25 dibawah ini.

Tabel 4.25 *Waste Matrix Value Cylinder Block*

<i>From/T</i>	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
---------------	---	---	---	---	---	---	---	------	---

<i>o</i>									
O	10	6	4	4	4	0	6	34	14,05
I	6	10	6	6	6	0	0	34	14,05
D	6	6	10	6	6	0	6	40	16,53
M	0	6	10	10	0	10	8	44	18,18
T	2	2	4	4	10	0	6	28	11,57
P	6	4	4	8	0	10	8	40	16,52
W	2	6	4	0	0	0	10	22	9,09
Skor	32	40	42	38	26	20	44	242	
%	13,22	16,52	17,35	15,70	10,74	8,26	18,18		100

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil skor pada Tabel 4.25 diatas dari masing-masing pemborosan, maka dapat diperoleh nilai bobot dari setiap jenis *waste*. Nilai bobot dari tiap jenis *waste* diperoleh berdasarkan skor masing-masing *waste* dibagi dengan banyaknya jenis *waste*.

$$\text{Bobot} = \frac{\text{Skor}}{\text{Jumlah Waste}} = \frac{34}{7} = 4,86$$

Hasil dari nilai bobot di setiap *waste* dapat dilihat pada Tabel 4.26 dibawah ini.

Tabel 4.26 Rata-rata Bobot *Waste Cylinder Block*

<i>Waste</i>	Skor	Bobot
<i>Overproduction</i>	34	4,86
<i>Inventory</i>	34	4,86
<i>Defect</i>	40	5,71
<i>Motion</i>	44	6,29
<i>Tranportation</i>	28	4,00
<i>Process</i>	40	5,71
<i>Waiting</i>	22	3,14

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil pembobotan nilai pada Tabel 4.26 menunjukkan bahwa peringkat *waste* yang dominan sangatlah mempengaruhi *waste* lainnya yakni *waste motion* (18,18%) menduduki peringkat tertinggi. Hasil ini merupakan validasi dari mengaplikasikan kuesioner yang telah diisi oleh pihak-pihak yang ahli pada bidangnya bahwa pemborosan *motion* merupakan pemborosan yang paling berpengaruh. Lalu pemborosan selanjutnya adalah *process* (16,53%), *defect* (16,53%), *overproduction* (14,05%), *inventory* (14,05%), *transportation* (11,57%), dan *waiting* (9,09%). Persentase (bobot) dari hasil *asesment* akan digunakan pada tahapan berikutnya yaitu metode VALSAT, berfungsi menentukan alat bantu yang tepat untuk melakukan analisis pemborosan secara lebih detail.

4.3 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Konsep VALSAT digunakan dalam pemilihan *value stream analysis tools* dengan cara mengalikan hasil pembobotan *waste* dengan tujuh macam *detailed mapping tools* yang paling umum digunakan. Dengan skala yang ada pada tabel VALSAT dilihat korelasi kegunaan dari tiap *value stream mapping tools* terhadap tiap jenis pemborosan.

Tabel 4.27 Value Stream Mapping Tools (VALSAT)

Waste / Structure	Mapping Tools						
	Process Activity Mapping	Supply Chain Response Matrix	Production Variety Funnel	Quality Filter Mapping	Demand Amplification Mapping	Decision Point Analysis	Physical Structure
Overproduction	L	M		L	M	M	
Time Waiting	H	H	L		M	M	
Transport	H						L
Innapropriate Processing	H		M	L		L	
Unnecessary Inventory	M	H	M		H	M	L
Unnecessary Motion	H	L					
Product Defect	L			H			
Overall Structure	L	L	M	L	H	M	H
Origin of Tool	Industrial Engeneering	Time Compression Logistic	Operation Managemen t	New Tool	System Dinamics	Efficient Consumer Response Logistic	New Tool
Note	H = High correlation and usefulness x 9 M = Medium correlation and usefulness x 3 L = Low correlation and usefulness x 1						

(Sumber: Pengolahan Data)

Cara menghitung nilai korelasi untuk memilih *value stream mapping tools* adalah sebagai berikut:

1. Nilai korelasi antara PAM dengan *overproduction* pada Tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *overproduction* pada Tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste overproduction*

adalah sebagai berikut:

$$1 \times 4,86 = 4,86$$

2. Nilai korelasi antara SCRM dengan *waiting* pada Tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *waiting* pada Tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste waiting* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 3,14 = 28,29$$

3. Nilai korelasi antara PVF dengan *innapropriate processing* pada Tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *innapropriate processing* pada Tabel 4.26 sebesar 5,71 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste innapropriate processing* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 5,71 = 17,14$$

4. Nilai korelasi antara DAM dengan *unnecessary inventory* pada Tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *unnecessary inventory* pada Tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste unnecessary inventory* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 4,86 = 43,71$$

5. Nilai korelasi antara DAM dengan *waiting* pada Tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *unnecessary inventory* pada Tabel 4.26 sebesar 3,14 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste unnecessary inventory* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 3,14 = 9,43$$

Hasil perhitungan nilai korelasi dari *value stream analysis tools* yang lainnya dapat dilihat pada Lampiran G. Berdasarkan nilai korelasi *value stream analysis tools* (Lampiran G) maka di dapat bobot dalam setiap *mapping tools* dengan cara perhitungan sebagai berikut:

Nilai Korelasi PAM dengan *Overproduction* = L = 1 (lihat Tabel 4.29)

Bobot *Overproduction* = 4,86 (lihat Tabel 4,28)

Nilai Bobot PAM dengan *Overproduction* = 1 x 4,86 = 4,86

hasil perhitungan nilai korelasi dengan menggunakan Tabel VALSAT untuk jenis *waste* dan alat bantu yang lain dapat dilihat pada Tabel 4.28 dibawah ini

Tabel 4.28 Hasil Pembobotan VALSAT *Cylinder Block*

<i>Waste</i>	<i>Weight</i>	<i>Mapping Tools</i>						
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Overproduction</i>	4,86	4,86	14,58		4,86	14,58	14,58	
<i>Waiting</i>	3,14	28,26	28,26	3,14		9,42	9,42	
<i>Tranportation</i>	4,00	36,00						4,00
<i>Unnecessary Process</i>	5,71	51,39		17,13	5,71		5,71	

Lanjutan . . .

Tabel 4.28 Hasil Pembobotan VALSAT *Cylinder Block* (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Weight</i>	<i>Mapping Tools</i>						
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Unnecessary Inventory</i>	4,86	14,58	43,74	14,58		43,74	14,58	4,86
<i>Motion</i>	6,29	56,61	6,29					
<i>Defect</i>	5,71	5,71			51,39			

Total	197,41	92,87	34,85	61,96	67,74	44,29	8,86
-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	------

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan VALSAT pada Tabel 4.28, *Process Activity Mapping* (PAM) memiliki total tertinggi sebagai alat bantu (*tools*) yang sangat berpengaruh untuk mengurangi *waste* yaitu sebesar 197,41, dan diikuti oleh *Supply Chain Response Matrix* (SCRM) sebesar 92,87, *Production Variety Funnel* (PVF) sebesar 34,85, *Quality Filter Mapping* (QFM) sebesar 61,96, *Demand Amplification Mapping* (DAM) sebesar 67,74, *Decision Point Analysis* (DPA) sebesar 44,29 dan *Physical Structure* (PS) sebesar 8,86. Adapun peringkat *mapping* disajikan pada Tabel 4.29 dibawah ini.

Tabel 4.29 Peringkat dan Persentase Hasil VALSAT

Ranking	<i>Value Stream Mapping Tools</i>	Total Bobot	Persentase (%)	Akumulasi Persentase (%)
1	<i>Process Activity Mapping</i>	197,41	38,86	38,86
2	<i>Supply Chain Response Matrix</i>	92,87	18,28	57,14
3	<i>Production Variety Funnel</i>	34,85	6,86	64,00
4	<i>Quality Filter Mapping</i>	61,96	12,20	76,20
5	<i>Demand Amplification Mapping</i>	67,74	13,34	89,54
6	<i>Decision Point Analysis</i>	44,29	8,72	98,26
7	<i>Physical Structure</i>	8,86	1,74	100

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan peringkat alat bantu (*tools*) detail *value stream mapping* di atas, maka langkah selanjutnya adalah menggunakan satu alat bantu dengan bobot terbesar yaitu *Process Activity Mapping* (PAM).

4.4 *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk mengetahui proporsi dari kegiatan yang termasuk *Value Added* (VA) dan *Non Value Added* (NVA). Peta ini mampu mengidentifikasi adanya pemborosan pada *value stream* dan mengoptimalkan proses agar lebih efisien dan efektif dengan cara simplifikasi kombinasi atau eliminasi. Adapun langkah-langkah pembuatan PAM adalah sebagai berikut:

1. Mencatat semua aktivitas yang dilakukan dalam proses pemenuhan permintaan *cylinder block* yang antara lain, elemen kerja, waktu proses, jarak perpindahan dan jumlah operator
2. Mengklarifikasi aktivitas tersebut ke dalam aktivitas Operasi (O), Transportasi (T), Inspeksi (I), *Storage* (S), *Delay* (D) dengan pendefinisian sebagai berikut:
 - a. Operasi adalah aktivitas yang memberi nilai tambah dan memiliki biaya
 - b. Transportasi adalah aktivitas perpindahan atau pergerakan *part* antar stasiun kerja yang sedapat mungkin diminimalisir
 - c. Inspeksi adalah aktivitas pengecekan kuantitas ataupun kualitas dari produk atau informasi.
 - d. *Delay & Storage* adalah aktivitas menunggu ataupun tanpa aktivitas.
3. Menambahkan informasi untuk proses analisa selanjutnya
4. Menganalisis proporsi aktivitas yang tergolong *Value Added* (VA), *Non Value Added* (NVA), *Non Value Added but Necessary* (NNVA). Dalam hal ini, aktivitas yang tidak bernilai tambah adalah *delay*.

Aktivitas transportasi, inspeksi, dan *storage* merupakan aktivitas penting tetapi tidak bernilai tambah, sedangkan operasi merupakan aktivitas bernilai tambah.

4.4.1 Pengumpulan dan Pengolahan data PAM

Pengumpulan dan pengukuran data dilakukan dengan melakukan wawancara, observasi dan pengukuran secara langsung. Data yang dikumpulkan merupakan data waktu siklus maupun waktu tunggu dari aktivitas-aktivitas yang terdapat pada proses produksi *Cylinder Block*. Waktu siklus yang ada merupakan gabungan antara proses yang dilakukan oleh operator dan mesin. Sedangkan waktu tunggu diukur disaat operator atau mesin sedang tidak bekerja. Proses pengukuran dilakukan dengan menggunakan *stopwatch time study* secara berulang-ulang, pengukuran langsung terhadap setiap elemen kerja dilakukan sebanyak 30 kali. Berdasarkan hasil pengukuran data yang telah dilakukan pada Tabel 4.15 dan Lampiran A, maka selanjutnya dapat dibuat *Process Activity Mapping* (PAM) untuk proses *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping* (PAM) *Cylinder Block*

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
1	Proses Mesin ISH V-500 2		4,50	1	O					VA
2	Mengambil keranjang yang telah terisi <i>core pipe</i>	Dolly	3,06			T				NNVA
3	Memisahkan <i>core pipe</i> sesuai dengan ukuran		3,75			T				NNVA
4	Memotong batang	Palu	1,28		O					VA

	dari hasil cetakan <i>core pipe</i>	dan Cetak an									
5	Memotong <i>core pipe</i> untuk disesuaikan dengan ukuran 50	Pisau	1,81	1	O					VA	
6	Proses mesin untuk <i>case</i>		17,70		O					VA	
7	Membersihkan dan menghaluskan bari yang ada di <i>case</i>	Pahat kecil dan lap	9,84		O					VA	
8	Operator memindahkan <i>case</i> dan memasukkan <i>case</i> setelah dirapatkan ke <i>jig dipping</i> .		2,17			T					NNVA
9	Mengeluarkan <i>case</i> dari <i>jig dipping</i> , menggeser dan mendorong ke area <i>touch up</i>		2,55			T					NNVA
10	Meratakan lelehan/tonjolan <i>coating</i> pada seluruh <i>case</i> bagian sisi <i>cope</i> , <i>liners</i> sisi <i>cope</i> , bottom sisi <i>drag</i> , <i>drag</i> , <i>liner</i> dan habaki atas sisi <i>drag</i>	<i>Saw</i>	5,70			O					VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping* (PAM) *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
11	Melakukan pengecekan dan memasukkan <i>case</i> ke oven mendorong <i>case</i> ke gondola.	Lampu <i>check</i>	2,17	1			I			VA
12	Menekan dan memutar <i>selector switch pattern</i> bawah ke posisi turun dan <i>switch baisu</i> dan <i>ireko</i> ke posisi buka		2,49		O					VA
13	Proses mesin <i>water jacket</i>		35,40		O					VA
14	Membersihkan <i>pattern</i> dengan manual air blow	Pipa <i>stainless</i>	7,22		O					VA
15	Memberi silicon dengan <i>spray tool</i> dan mengolesi <i>zipslip</i> pada <i>keren</i>	<i>Spray</i>	7,03		O					VA
16	Mengambil produk dan melakukan pengecekan dimeja proses baritori sambil menandai jika produk NG	Lampu <i>check</i>	7,74	1			I			VA
17	Memotong <i>blow chip</i> dan meratakan sisa potongan <i>blow</i> dengan kakoyasuri	<i>Manual cutter</i>	15,11		O					VA

18	Bersihkan baritori bagian dalam dinding liner dengan piano voire dan bersihkan keren dari sisa pasir dan baritori bagian luar dengan piano voire	Pipa <i>stainless</i>	7,14		0					VA
19	Meratakan sisa <i>flow chip</i> yang tidak sesuai dengan <i>profile product</i> lalu tutup lubang <i>water plug</i> dengan karet penutup	<i>Manual cutter</i>	7,51		0					VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping (PAM) Cylinder Block (Lanjutan)*

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
20	Meletakkan produk di meja <i>before dipping</i> dan pindahkan <i>water jacket</i> yang sudah di <i>drilling ke roiler pre assy</i>		5,87	1		T				NNVA
21	Menunggu <i>water jacket</i>		6,45						D	NVA
22	Ambil rail dari roiler transfer lalu baritory pada bagian parting line, lubang hole		13,62			T				NNVA
23	Pasang pada jig rail dan pasang missing tight dan ambil <i>water jacket</i> dari roiler dan	<i>JIG</i>	8,01	1		T				NNVA

	letakkan di meja putar cleaning keren 2									
24	Melakukan proses <i>cleaning</i> keren lalu isi <i>check sheet</i>	<i>Pipa stainl ess</i>	8,36		0					VA
25	<i>Setting</i> W/J ke rail lalu diangkat, balik dan diletakkan di meja <i>before screwing</i>		12,74			T				NNVA
26	Ambil dan pasang <i>screw</i> di rail pada posisi mizuana, kencangkan dengan air <i>tools</i>		10,40			T				NNVA
27	Pindahkan <i>pre assy</i> ke meja <i>before assy1</i> dan pasang missin tight pada produk <i>end front after touch up before assy1</i>		20,24			T				NNVA
28	Proses mesin untuk <i>end rail</i>		15,50		0					VA
29	Membersihkan <i>pattern</i> dengan manual air <i>blow</i>	<i>Pipa stainl ess</i>	12,14		0					VA
30	Memberi silicon dengan menggunakan <i>engine cleaner</i> dan merubah <i>slector switch panel</i> ke posisi auto		10,18		0					VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping* (PAM) *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesi	Wkt	Man	Aktivitas	VA/NVA
----	---------------------	------	-----	-----	-----------	--------

		n/Alat Bantu	(detik)	Power	O	T	I	S	D	/NNVA
31	Mengambil produk <i>end front</i> dan <i>end rear</i> lalu diletakkan di <i>jig</i> mesin baritori		3,51	1		T				NNVA
32	Mengambil produk <i>rail</i> lalu diletakkan di <i>jig</i> baritori dan menekan tombol <i>unloader swing</i>		3,50			T				NNVA
33	Memonitor pergerakan mesin baritori dan mengambil produk <i>rail</i> yang sudah di baritori dari <i>jig</i> mesin lalu mendorong <i>rail troiler</i> untuk ditransfer		2,56		O					VA
34	Mengambil dan memeriksa produk <i>end front</i> , <i>end rear</i> yang sudah di baritori dari <i>jig</i> mesin lalu letakkan produk di <i>jig</i> mesin <i>dipping</i> .		13,47				I			VA
35	Proses mesin untuk <i>bypass core</i>		31,00	1	O					VA
36	Mengambil produk dari mesin lalu mematahkan <i>blow chip</i> pada habaki <i>product</i>		8,97		O					VA
37	Meratakan <i>blow chip</i> di habaki dengan sankayasuri dan	<i>Manual cutter</i>	12,86		O					VA

	membersihkan bari pada <i>excess sand fin</i> , habak atas dan lubang abura otoshi dengan sankayasuri									
38	Membersihkan bari pada parting <i>line</i> dengan kawat baritori		5,65		0					VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping (PAM) Cylinder Block (Lanjutan)*

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
39	Memasukkan kawat gasubari ke dalam lubang lalu menutup lubang gasubari 2 posisi dengan <i>core bar</i> yang telah diolesi <i>specly tight</i>	Kawat	10,06	1	0					VA
40	Membersihkan sisa <i>specly tight</i> dan menutup <i>core bar</i> dengan <i>slip mud</i> lalu menaruh produk meja.		25,92		0					VA
41	Menunggu end rail		7,74	1					D	NVA
42	Tarik Produk <i>Case</i> dari roiler		1,26			T				NNVA

43	Olesi <i>mane one touch</i> sesuai alur pada case lalu rapatkan case		3,63		O						VA
44	Angkat <i>pre assy</i> dan letakkan di jig meja pasang <i>bypass</i>	Jig	4,82			T					NNVA
45	Pasang <i>by pass</i> ke <i>pre assy</i> satukan dengan <i>finish nail</i>		8,67		O						VA
46	Ambil dan pasang <i>pre assy</i> ke <i>case</i> lalu isi <i>check sheet</i>		12,04		O						VA
47	Ambil product <i>end front</i> dan <i>end rear</i> pasang dengan <i>case</i> dan <i>pre assy</i> set		2,61		O						VA
48	Pasang dan kencangkan <i>assy bolt, ring</i> dan nut		8,56		O						VA
49	Congkel dan baritori posisi parting line lalu dorong ke <i>assy core</i> ke area wip <i>assy2</i>		5,24		O						VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping (PAM) Cylinder Block (Lanjutan)*

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	

		Bantu								
50	Tarik <i>assy</i> dari <i>roiler wip assy 2</i> dan naikkan <i>product</i> di meja putar lalu tulis tanggal produksi serta tandai <i>assy</i> ok pada rail dengan kapur putih		5,66	1	0					VA
51	Baritori <i>end rail</i> dan <i>end front</i> lalu air blow semua permukaan <i>assy</i> dan gas <i>hole</i> serta <i>plug oil return</i> dan <i>bypass</i>	<i>Manu al air blow</i>	13,19		0					VA
52	Putar produk lalu baritori <i>end rail</i> dan <i>end front</i> sisi drag	Jig	14,46		0					VA
53	Melakukan <i>visual check</i> pada semua komponen dan lubang gas pada <i>end rear</i>	Lamp u <i>check</i>	30,32	1			I			VA
54	Melakukan <i>check</i> pada kekencangan <i>assy bolt</i> dan gap antara <i>case</i> dengan <i>case</i> , <i>case</i> dengan <i>end front</i> dan <i>end front</i> dengan <i>end rail</i> dan cam dengan cam	Lamp u <i>check</i>	11,69				I			VA
55	Meletakkan produk pada dolly		15,45			T				NNVA
56	Proses mesin membuat cetakan		25,02	1	0					VA

57	Membersihkan cetakan yang telah di proses oleh mesin		2,74		0					VA
58	Mengontrol dan membersihkan cetakan bagian atas dan bawah		6,24	1	0					VA
59	Memasang <i>core cylinder block</i> ke <i>jig</i> dan membersihkan <i>core cylinder block</i>	Jig	4,34	1	0					VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping (PAM) Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
60	Pemasangan <i>shill</i> pada <i>cylinder block</i>		4,35	1	0					VA
61	Pemasangan <i>Bridge</i> pada <i>cylinder block</i>	Jig	4,31	1	0					VA
62	Pemasangan <i>core pipe</i> pada cetakan bagian atas		1,62	1	0					VA
63	Mengaduk dan menuang cairan Cairan Molten ke tungku untuk di kirim ke proses pouring		16,67	1	0					VA
64	Menunggu cetakan dari proses molding		5,48	1					D	NVA
65	Penuangan <i>molten</i> ke	<i>Laddl</i>	14,65		0					VA

	dalam cetakan produk	<i>e</i>									
66	Pemeriksaan produk		11,54				I			VA	
67	Menarik pallet pick up		5,45	1		T				NNVA	
68	Mengambil palu 1,5 kg dan memisahkan reiser dan gating dari produk.		7,02			O					VA
69	Ambil hoist mata 2, untuk angkat produk dimana salah satu pengait di posisi list cope dan list posisi front.	Hoist mata 2	5,34				T				NNVA
70	Menarik produk dari proses sebelumnya		4,31	1		T				NNVA	
71	Patahkan bari dan agari di bottom dengan palu	Palu	5,36			O					VA
72	Patahkan bari di sisi rear dengan palu	Palu	2,96			O					VA
73	Rontokkan pasir diposisi cope dengan menggunakan palu	Palu	9,80			O					VA
74	Patahkan bari disisi front dengan palu	Palu	9,73			O					VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping (PAM) Cylinder Block (Lanjutan)*

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	

		Bantu								
75	Cek barasi ketokan mesin knock out dan lubang mizuana dan lubang jika masih tertutup		4,47	1			I			VA
76	Cek ketinggian pasir dalam water jacket dan ambil pengait bermata 3 lalu kaitkan pada produk	Pengait	4,26					I		VA
77	Angkat produk lalu bawa dan turunkan di pallet atas deck lalu lepaskan pengait	Jig	8,88				T			NNVA
78	Tarik produk dari proses sebelumnya		7,31	1			T			NNVA
79	Produk di clamp kemudian di gerinda bagian bottom		19,58			O				VA
80	Produk di clamp kemudian di gerinda bagian top		19,47			O				VA
81	Pukul bari rear dengan palu dan ambil hoist dengan pengait bermata 3	Palu	14,20	1			O			VA
82	Masukkan pengait ke lubang oil galeri drag dan 2 mata lainnya dikaitkan ke water jacket cope		14,22					T		NNVA
83	Angkat benda kerja, letakkan diatas jig	Jig	14,11					T		NNVA

	lalu letakkan pengait dan hoist									
84	Ambil produk dan gantungkan hanger ke shot blast	Hanger	15,79	1		T				NNVA
85	Turunkan produk dan masukkan ke manual finishing	Conveyor	15,35		O					VA

Lanjutan ...

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping (PAM) Cylinder Block (Lanjutan)*

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
86	Tarik produk dan ambil gerinda FG 4HL	Gerinda	4,10	1		T				NNVA
87	Kupas kulit lubang bore dan meletakkan gerinda FG 4HL		20,57		O					VA
88	Oleskan penetrant di area front dengan kuas lukis lalu kirim produk ke pos berikut		17,79		O					VA
89	Tarik produk dan ambil gun angin	Gun angin	5,13			T				NNVA
90	Semprot posisi <i>water jacket</i> dan letakkan nozle air blow	Air blow	14,85		O					VA
91	Ambil gerinda dan gerinda permukaan top face posisi antara lubang bore 2 dan 3	Gerinda	19,43	1	O					VA
92	Ubah posisi produk dan gerinda bari		13,39		O					VA

	lubang abura posisi bottom										
93	Tarik produk dari proses rear ke atas		2,80	1		T				NNVA	
94	Ambil swing gerinda lalu tekan tombol untuk menghidupkan lalu gerinda bari posisi rear		8,53			O					VA
95	Naikkan <i>cylinder up</i> swing gerinda lalu ubah posisi produk dan turunkan <i>cylinder</i>		8,40			O					VA
96	Ambil swing gerinda lalu tekan tombol untuk menghidupkan lalu gerinda bari posisi front		8,03			O					VA
97	Gerinda casting posisi cope front dan lepas swing gerinda lalu posisikan produk	Gerinda	23,35			O					VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping* (PAM) *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
98	Tarik produk dari proses sebelumnya lalu ambil gerinda FG 4H		5,22	1		T				NNVA

99	Gerinda bari sisi front dan rear	Gerinda	8,94	1	O					VA	
100	Letakkan gerinda dan ubah posisi produk		3,81			T					NNVA
101	Ambil gerinda dan gerinda bari bosu cetakan atas	Gerinda	13,57			O					VA
102	Letakkan gerinda dan ubah posisi produk		4,37			T					NNVA
103	Ambil gerinda FG 4H dan gerinda seki di posisi crank bottom 5 titik		13,57			O					VA
104	Letakkan gerinda dan ubah posisi produk		4,37			T					NNVA
105	Tarik produk dari proses sebelumnya dan Ambil rotary bar FG3H		2,55			T					NNVA
106	Gerinda yakitsuki dan bari dilubang abura 4 posisi	Gerinda	13,58			O					VA
107	Gerinda yakitsuki posisi front	Gerinda	13,18			O					VA
108	Gerinda bari beehween journal 4 posisi	Gerinda	13,04			O					VA
109	Gerinda yakitsuki crank case	Gerinda	7,76			O					VA
110	Letakkan gerinda kemudian ubah posisi produk		2,71		T					NNVA	
111	Tarik produk dari proses sebelumnya dan ambil rotary bar FG3H		2,39		T					NNVA	

112	Gerinda yakitsuki di area rear dan bari dilubang <i>water jacket rear</i>	Gerinda	13,68		O						VA
113	Ambil rotary bar FG3H lalu gerinda di area drag dan bari dilubang <i>water jacket drag</i>		19,27		O						VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping* (PAM) *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
114	Ambil rotary bar FG3H lalu gerinda di area front dan bari dilubang <i>water jacket plug cope</i>		14,58	1	O					VA
115	Tarik produk dari proses sebelumnya lalu ambil gerinda FG 4HL		2,65			T				NNVA
116	Kupas kulit lubang bore posisi area keren dengan digerinda dari sisi rear ke posisi <i>front</i>	<i>saw</i>	17,48		O					VA
117	Tulis nomer <i>core</i> di permukaan sisi rear produk dengan <i>paint maker</i> dan posisi kan produk	Kapur	7,56		O					VA
118	Tarik produk dari proses sebelumnya dan posisikan produk top menghadap ke atas		2,71			T				NNVA

119	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>oil return</i> dan pahan dari sisi <i>cope</i>		7,31		O					VA
120	Mengubah posisi produk <i>top</i> menghadap ke atas	Jig	2,22			T				NNVA
121	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>water jacket</i> dan pahat dari sisi <i>drag</i>	Pahat	7,84		O					VA
122	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>bypass</i>	Pahat	6,48		O					VA
123	Mengubah posisi produk <i>bottom</i> menghadap ke atas	Jig	2,01			T				NNVA
124	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>oil drain</i>		9,55	1	O					VA

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping* (PAM) *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
125	Ambil nozle dan spray dinding bore dan cope posisi dalam dari lubang mizuana top		14,32	1	O					VA

126	Tarik produk dari proses sebelumnya		3,94			T					NNVA
127	Ambil lampu check dan pahat lalu check dan <i>repair water jacket</i> dan area top cope	Lamp u <i>check</i>	16,75	1	O						VA
128	Ambil lampu check dan pahat lalu check dan <i>repair water jacket</i> dan area top drag	Lamp u <i>check</i>	19,85		O						VA
129	Check <i>defect</i> area bottom dan crank		7,49				I				VA
130	Posisikan produk sisi cetakan bawah (drag) menghadap ke operator dan ambil spray gun		4,72				T				NNVA
131	Spray permukaan drag sisi front dan drag	<i>Spray</i>	15,40			O					VA
132	Putar produk dan spray permukaan drag dari arah top		2,80			O					VA
133	Putar produk dan spray permukaan drag dari arah bottom		16,33			O					VA
134	Spray permukaan kupingan rear	Spray	8,76			O					VA
135	Posisikan produk sisi cetakan atas (cope) menghadap ke operator dan ambil spray gun	<i>Hang er</i>	3,26	1		T				NNVA	
136	Spray permukaan cope sisi front dan cope	<i>Spray</i>	9,34		O					VA	

Lanjutan . . .

Tabel 4.30 *Process Activity Mapping* (PAM) *Cylinder Block* (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wkt (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
137	Putar produk dan spray permukaan cope dari arah top		5,57	1	O					VA
138	Putar produk dan spray permukaan cope dari arah bottom		5,79		O					VA
139	Cek dan spot spray bagian yang tidak terkena spray		8,84				I			VA
140	Spray permukaan kupingan rear	<i>Spray</i>	9,06		O					VA
141	Cek hasil painting		7,39				I			VA

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan PAM untuk *cylinder block*, berikut ini adalah ringkasan perhitungan dan *persentase* PAM dapat dilihat pada Tabel 4.31 dibawah ini.

Tabel 4.31 Ringkasan Perhitungan dan Persentase PAM

<i>Cylinder Block</i>		
Aktifitas	Jumlah	Waktu (detik)

Operasi	86	195,96
Transportasi	41	17,93
Inspeksi	11	19,28
<i>Storage</i>	0	-
<i>Delay</i>	3	5,48
Total	141	238,66
Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)
VA	103	215,25
NVA	3	5,48
NNVA	35	17,93
Total	141	238,66
<i>Value Ratio</i>		0,9019

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan perhitungan pada tabel diatas, *value ratio* adalah nilai perbandingan antara aktivitas nilai tambah dengan keseluruhan aktivitas. Hasil yang diperoleh *value ratio* sebesar 0,9019 atau 90,19%

4.4.2 Perhitungan *Process Cycle Efficiency*(PCE)

Process Cycle Efficiency (PCE) adalah perbandingan besaran nilai waktu yang memberikan nilai tambah dengan keseluruhan total waktu kegiatan produksi yang ada pada Tabel 4.32. Pada kasus ini, total *value added time* sebesar 215,25 detik dan total *lead time* sebesar 307,63 detik. Perhitungan *process cycle efficiency* adalah sebagai berikut:

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\%$$

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{215,25}{307,63} \times 100\% = 69,97\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, didapatkan *process cycle efficiency* sebesar 69,97%, sehingga terdapat 69,97% aktivitas yang memberikan nilai tambah pada produk *cylinder block*. Sedangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk mendapatkan 30,03% dari total keseluruhan aktivitas dalam proses produksi *cylinder block*.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis masalah yang akan dibahas adalah menganalisis *current state value stream mapping* yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Analisis *current state value stream mapping* dimulai dengan menganalisis waktu baku, aktivitas *value added* dan *non value added*, *production lead time* dan PCE.

5.1 Analisis Waktu Baku *Cylinder Block*

Berdasarkan hasil penelitian pada proses produksi *cylinder block* secara langsung dan pengolahan data maka di dapatkan waktu untuk setiap *line* yakni *line core* pembuatan *core pipe* 14,39 detik, *line core* 95,51 detik, *line moulding* 44,26 detik, *line melting* 16,67 detik, *line pouring* 31,68 detik dan *line finishing* 52,83 detik (lihat Tabel 4.18). Berdasarkan hasil perhitungan waktu tersebut, dapat disimpulkan bahwa waktu terlama dalam proses adalah di *line core* yakni sebesar 95,51 detik dan *line finishing* 52,83 detik.

Waktu yang dibutuhkan pada *line pouring* sebesar 31,68 detik dimana proses ini dilakukan sebelum *line finishing* yang membutuhkan waktu 52,83 detik. Perbedaan waktu yang cukup signifikan antara *line pouring* dan *line finishing* berdampak pada antrian produk dari *line pouring* ke *line finishing*.

5.2 Analisis *Production Lead Time*

Hasil analisis untuk perhitungan *production lead time* pada proses produksi *cylinder block* di dapat berdasarkan pengolahan data yang terdiri dari *process lead time* sebesar 238,66 detik di jumlahkan dengan *lead*

time transportasi sebesar 55,13 detik dan dijumlahkan kembali dengan *lead time* stagnasi sejumlah 13,84 detik, sehingga didapatkan *production lead time* sebesar 307,63 detik. Terjadinya *lead time* stagnasi sebesar 13,84 detik disebabkan waktu yang dibutuhkan proses *pouring* lebih cepat dibandingkan dengan proses *finishing*, sebab terdapat beberapa elemen kerja yang dilakukan secara berulang seperti pengecekan produk, pembersihan produk dari pasir dan proses gerinda yang disebabkan operator tidak melakukan gerinda sesuai dengan Standar urutan Kerja (SUK). Seharusnya operator melakukan proses gerinda satu produk hingga selesai. Namun, pada pengerjaannya operator melakukan proses gerinda dua produk secara bersamaan, sehingga ketinggian bari menjadi tidak terkontrol.

Lead time transportasi sebesar 55,13 detik sebab *core pipe* diproduksi di *plant 1* sedangkan *cylinder block* di produksi di *plant 2*. Sehingga memerlukan waktu transportasi yang cukup lama sekitar 15 menit untuk 4 box *core pipe* dengan waktu proses *core pipe* sebesar 14,39 detik karena terdapat proses yang mengharuskan operator memotong *core pipe* secara manual. Hal tersebut terjadi karena *pattern* (cetakan) yang tersedia ukuran 70mm sebanyak 20pcs sedangkan yang dibutuhkan ialah ukuran 50mm sebanyak 18pcs. Sehingga diperlukan rencana perbaikan untuk meningkatkan kinerja produksi pada proses produksi *cylinder block* dimasa yang akan datang.

5.3 Analisis *Current State Value Stream Mapping*

Current state map yang telah dibuatkan pada pembahasan sebelumnya dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi di sepanjang *value stream* pada proses pembuatan *cylinder block*. Adapun tahapan analisis yang dilakukan terhadap *current state map* adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Pemborosan

Berdasarkan gambar *current state map* dapat dilihat bahwa besarnya waktu *lead time process* karena operator harus memotong *core pipe* dari ukuran 70mm dan 90mm menjadi 50mm. Dalam 1 kali *shoot* dapat menghasilkan 28pcs *core pipe*. Sedangkan operator dalam sekali memotong 3 *core pipe* membutuhkan waktu selama 3 detik. Dalam 1 kali *shoot* sekitar 17pcs yang harus dipotong menjadi ukuran 50mm, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memotong *core pipe* dalam 1 kali *shoot* adalah 12 detik. Pada prosesnya mesin ISH V-500 mencetak *core pipe* dalam 1 hari minimal 170 kali *shoot*.



Gambar 5.1 Pemilihan *Core Pipe* untuk dilakukan pemotongan
(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)



Gambar 5.2 Pemotongan *Core Pipe*
(Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan)

Sedangkan besarnya *lead time* transportasi disebabkan karena *core pipe* diproduksi di *plant 1* sedangkan *cylinder block* diproduksi di *plant 2* sehingga memerlukan waktu untuk transfer produk selama 15 menit dalam satu kali pengiriman (3 box *core pipe*). Adapun identifikasi permasalahan dan penyebabnya dari setiap proses dapat dilihat pada Tabel 5.1 dbawah ini:

Tabel 5.1. Analisis Permasalahan dan Penyebab Peta *Value Stream Mapping* Kondisi Awal

No	Proses	Permasalahan	Penyebab
1.	<i>Core</i> pada pembuatan <i>core pipe</i>	Pemborosan waktu pada saat memisahkan <i>core pipe</i> sesuai ukuran	<i>Pattern</i> yang digunakan mencetak <i>core pipe</i> dengan 3 ukuran yakni 50mm, 70mm dan 90mm
2	<i>Core</i> pada pembuatan <i>core pipe</i>	Pemborosan waktu pada saat memotong <i>core pipe</i> ukuran 70mm dan 90mm menjadi 50mm	<i>Pattern</i> yang digunakan untuk mencetak <i>core pipe</i> di dominasi ukuran 70mm
		<i>Core pipe</i> menempel pada <i>pattern</i>	<i>Pattern</i> terlalu panas dan operator membersihkan <i>pattern</i> ketika <i>core pipe</i> sudah menempel pada <i>pattern</i> . Sehingga <i>core pipe</i> terproses 2kali
		<i>Core pipe</i> ukuran 70mm dan 90mm patah karena karena memotong menggunakan alat	Lubang untuk menaruh <i>core pipe</i> sudah haus, sehingga ketika dimasukkan <i>core pipe</i> miring dan ketika ditekan dalam kondisi miring menyebabkan patah.
		Permborosan waktu transportasi dari <i>new plant (plant2)</i> ke <i>plant 1</i>	Penggunaan mesin manual jika melakukan produksi di <i>plant 1</i> dan tidak bisa menggunakan mesin otomatis

			karena keterbatasan tempat.
3	<i>Core</i> pada proses <i>assembly</i> 1	Pemborosan dalam menunggu	<i>End rail</i> dan <i>end rear</i> belum tersedia karena waktu pengerjaan yang cukup lama.
4	<i>Pouring</i>	Penuangan <i>molten</i> yang berlebih pada cetakan	Operator menggunakan <i>feeling</i> dalam menuang cairan <i>molten</i> dan tidak memperhatikan batasan yang telah ditentukan.

Lanjutan . . .

Tabel 5.1. Analisis Permasalahan dan Penyebab Peta *Value Stream Mapping* Kondisi Awal (lanjutan)

No	Proses	Permasalahan	Penyebab
5	<i>Swing gerinda barasi</i>	Hasil gerinda melebihi dari standar yang telah ditentukan yakni sisa bari 0-2mm	Operator melakukan proses gerinda pada 2 produk agar mempercepat pekerjaan
6	<i>Manual finishing</i> Pos 1	Pengerjaan gerinda ulang pada produk bagian <i>top</i> dan <i>bottom</i>	Operator melakukan proses gerinda tidak sesuai standar yakni sisa bari diperbolehkan 0-2mm

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

2. Identifikasi *Scrap*

Berdasarkan gambar *current state map* sebelum melakukan

penggantian *pattern*, *scrap* yang dihasilkan dari pemotongan secara manual adalah 0,20kg dalam satu kali *shoot* mesin. Adapun rincian *scrap* yang dihasilkan dari proses pembuatan *core pipe* disajikan pada Tabel 5.2 dibawah ini:

Tabel 5.2. Analisis *Scrap* yang dihasilkan Pada Proses Pembuatan *Core Pipe*

No	Keterangan	Berat (kg)	<i>Scrap</i>	
1	Hasil Produksi dalam 1 kali <i>shoot</i> produksi <i>core pipe</i>		0,80kg	-
2	Produk dalam kondisi batang <i>core pipe</i> telah di potong		0,76kg/28pcs	0,04kg
3	<i>Core pipe</i> telah dipotong menjadi ukuran 50mm		0,60kg/28pcs	0,16kg

--	--	--	--	--

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.4 Analisis *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Proses identifikasi pemborosan dilakukan dengan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan menggunakan metode *Waste Assessment Matrix* dengan model *Waste Relationship Matrix* (WRM) yang bertujuan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan dan obyektifitas penelitian. Keterlibatan responden yang ahli di bidangnya dari setiap fungsi dan bertanggung jawab langsung terhadap operasional dan proses produksi *cylinder block* dapat dijadikan sebagai jaminan terhadap akurasi dan obyektifitas hasil *assessment*. Hasil *assessment* berupa peringkat *waste* secara berurutan dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil, adapun tabel peringkat hasil *waste assessment* dapat dilihat pada Tabel 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.3 Peringkat dan Persentase Hasil *Waste Assessment*

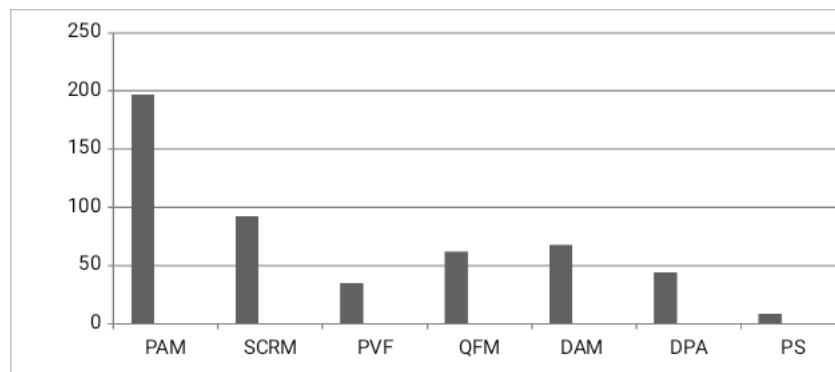
No	<i>Waste</i>	%	Akumulasi %
1	<i>Overproduction</i>	14,05	14,05
2	<i>Inventory</i>	14,05	28,10
3	<i>Defect</i>	16,53	44,63
4	<i>Motion</i>	18,18	62,81
5	<i>Tranportation</i>	11,57	74,38
6	<i>Process</i>	16,52	90,90
7	<i>Waiting</i>	9,09	100

(Sumber: Data perusahaan setelah diolah)

Hasil *assesment* pada Tabel 5.3 menunjukkan bahwa pemborosan *Motion* (18,18%) menduduki peringkat tertinggi diikuti oleh *Process* (16,52%), *Defect* (16,53%), *Overproduction* (14,05%), *Inventory* (14,05%), *Tranportation* (11,57%) dan *Waiting* (9,09%). Pemborosan pada *motion* memiliki nilai persentase tertinggi diantara 7 *waste* lainnya, sehingga perbaikan yang direkomendasikan hanya berfokus pada pemborosan terbesar yakni *motion*.

5.5 Analisis Hasil *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Metode VALSAT digunakan untuk memilih alat bantu dalam pembuatan VSM yang efektif dalam mengevaluasi pemborosan yang sering terjadi secara detail. Hasil urutan alat bantu VSM yang diprioritaskan dapat dilihat pada Gambar 5.3 di bawah ini.



Gambar 5.3 Grafik Peringkat *Mapping Tools*
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Gambar 5.3 disesuaikan dengan skala prioritas dan untuk efektivitas penelitian maka dipilih satu peringkat teratas dari *value stream analysis tools* dalam mengevaluasi pemborosan yang terjadi yaitu, *Process Activity Mapping* (PAM) sebab PAM merupakan *value stream*

mapping tools yang mampu mengevaluasi hampir semua jenis pemborosan. Dimana penggunaan PAM mampu mengidentifikasi kegiatan yang termasuk ke dalam VA (*value added*), NVA (*non value added*) dan NNVA (*necessary non value added*), sesuai dengan hasil *Waste Relationship Matrix* (WRM) (lihat Tabel 5.3) dimana pemborosan tertinggi ialah *motion*.

5.6 Analisis Hasil *Process Activity Mapping* (PAM)

Aktivitas *value added* dan *non value added* proses produksi *cylinder block*, berdasarkan hasil pengolahan data pada bab sebelumnya (lihat sub bab 4.4.1) didapatkan detail aktivitas VA, NNVA dan NVA yang termasuk *operation, transportation, inspection, delay, dan storage* (lihat Tabel 4.31). Proses produksi *cylinder block* terdiri dari 141 elemen kerja dan 9 aktivitas transportasi antar stasiun kerja. Adapun rincian dari setiap jenis aktivitas dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 Jumlah Aktivitas Produksi *Cylinder Block*

Jenis Aktivitas	<i>Operation</i>	<i>Transportation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	Total
Jumlah Aktivitas	86	41	11	3	0	141
Persentase	60,99	29,08	7,80	2,13	0	100

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil PAM didapat bahwa aktivitas produksi *cylinder block* memiliki aktivitas *operation* sebanyak 86 dengan presentase 60,99%, *transportation* sebanyak 41 dengan presentase 29,08%, *inspection* sebanyak 11 dengan presentase 7,80%, *delay* sebanyak 3 dengan presentase 2,13% dan *storage* sebanyak 0 dengan presentase 0%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas yang lebih mendominasi di lini

produksi *cylinder block* ialah operasi.

5.7 Analisis *Process Cycle Efficiency* (PCE)

Process cycle efficiency pada proses produksi *cylinder block*, berdasarkan pengolahan data (lihat sub bab 4.2.2), menghasilkan persentase sebesar 69,97%, untuk aktivitas yang bernilai tambah (VA) dan 69,97% untuk aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (NVA). Berdasarkan hasil tersebut, menjelaskan lini produksi *cylinder block* menerapkan *lean* manufaktur karena nilai PCE lebih besar dari 30%. Tetapi untuk meningkatkan kinerja perlu dilakukan perbaikan aktivitas pada lini produksi pembuatan *cylinder block* dengan mengurangi aktivitas yang tidak menambah nilai.

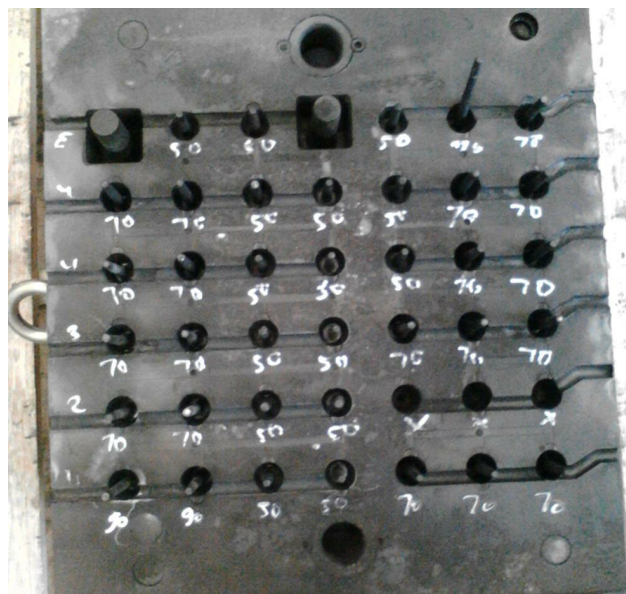
5.8 Menyusun Tindakan Perbaikan

Hasil analisis kondisi saat ini (*current state*) yang telah dilakukan selanjutnya perlu menyusun rencana perbaikan untuk memperbaiki permasalahan yang terjadi di lini produksi *cylinder block*. Tindakan perbaikan akan dilakukan untuk memperbaiki kondisi saat ini (*current state*) dan menghasilkan *lead time* proses yang lebih singkat di masa mendatang (*future state*). Berdasarkan hasil analisis *current state*, rencana perbaikan yang dilakukan pada lini produksi *cylinder block* adalah:

1. Mengganti *Pattern* (Cetakan) Untuk Produksi *Core Pipe*

Penggantian *pattern* dilakukan guna memenuhi kebutuhan *core pipe* untuk produk *cylinder block*. Saat ini, *pattern* yang dimiliki terdapat 40pcs dengan detail ukuran 50mm sebanyak 18pcs, ukuran 70mm sebanyak 20pcs dan ukuran 90mm sebanyak 2pcs dimana dari ketersediaan *pattern* tersebut hanya 28pcs yang dapat melakukan proses dengan detail ukuran 50mm sebanyak 11pcs, 70mm sebanyak


15pcs, 90mm sebanyak 2pcs. Dengan kebutuhan *core pipe* saat ini adalah ukuran 50mm dan 90mm, maka ukuran 70mm sudah tidak digunakan, maka dari itu perlu dilakukan penggantian *pattern*. Jika tidak dilakukan penggantian *pattern* maka operator harus melakukan pemotongan *core pipe* dari ukuran 70mm dan 90mm menjadi 50mm secara manual. Adapun gambar *pattern* kondisi lama dapat dilihat pada Gambar 5.4 dibawah ini.



Gambar 5.4 *Pattern* Kondisi Sebelum diperbaiki
 Dengan penggunaan *pattern* kondisi lama menghasilkan *scrap* yang dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. *Scrap* yang dihasilkan Dengan *Pattern* Kondisi Lama

No	Keterangan	Berat (kg)	<i>Scrap</i>
----	------------	------------	--------------

1	Hasil Produksi dalam 1 kali <i>shoot</i> produksi <i>core pipe</i>		0,80kg	-
---	--	--	--------	---

Lanjutan . . .

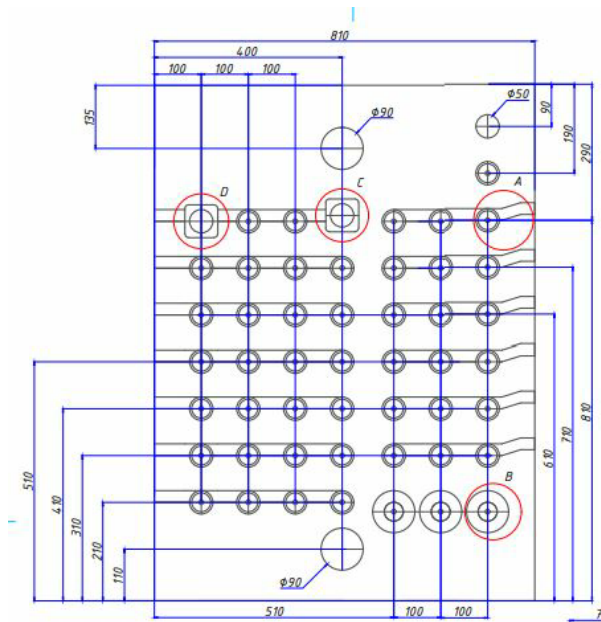
Tabel 5.5. *Scrap* yang dihasilkan Dengan *Pattern* Kondisi Lama

N o	Keterangan	Berat (kg)	<i>Scrap</i>
2	Produk dalam kondisi batang <i>core pipe</i> telah di potong	 0,76kg/28pc s	0,04kg
3	<i>Core pipe</i> telah	 0,60kg/28pc	0,16kg

	dipotong menjadi ukuran 50mm		S
Total <i>Scrap</i> produk <i>core pipe</i> dalam 1 <i>shoot</i>			0,20kg

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan *scrap* yang dihasilkan dari proses pembuatan *core pipe*, maka perlunya penggantian *pattern*, adapun *pattern* usulan untuk *core pipe* dapat dilihat pada Gambar 5.5



Gambar 5.5 *Pattern* Usulan Untuk Perbaikan

2. Mengurangi Kegiatan VA, NVA dan NNVA

Pengurangan waktu VA, NVA dan NNVA dilakukan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada lini produksi. Berdasarkan hasil pengolahan data (lihat Tabel 4.30) dan hasil diskusi dengan pihak internal PT AICC, kegiatan VA, NVA dan NNVA yang akan dihilangkan adalah elemen kerja memisahkan *core pipe* sesuai dengan ukuran dan memotong *core pipe* untuk disesuaikan dengan ukuran 50mm pada *line core (core pipe)* dan elemen kerja proses gerinda pada *bottom* dan *top* pada *line finishing*.

Untuk menghilangkan waktu VA, NNVA dan NVA dari *line core* perlu dilakukan penggantian *pattern* sesuai dengan usulan, sebab dengan menggunakan *pattern* kondisi baru maka tidak terdapat elemen kerja untuk melakukan pemisahan *core pipe* dan pemotongan secara manual. Sehingga waktu yang dibutuhkan dalam produksi *core pipe* menjadi lebih singkat, selain itu perubahan *pattern* maka akan mengurangi *production lead time* di lini produksi pembuatan *cylinder block*. Hasil dari pengurangan waktu NVA pada *line core* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Sedangkan pada *line finishing* untuk menghilangkan elemen kerja tersebut maka operator pada stasiun kerja sebelumnya melakukan proses gerinda satu produk selesai baru masuk pada produk selanjutnya atau sesuai dengan Standar Urutan Kerja (SUK). Hal tersebut akan meningkatkan ketelitian operator pada ketinggian bari, sehingga tidak perlu melakukan proses gerinda ulang di stasiun kerja berikutnya. Dengan menerapkan pekerjaan sesuai dengan standar urutan kerja, maka waktu yang digunakan akan berkurang. Adapun gambar saat melakukan proses gerinda dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Proses Gerinda *Line Finishing*

Dengan melakukan pekerjaan sesuai dengan standar urutan kerja maka akan mengurangi *production lead time* di lini produksi pembuatan *cylinder block*. Adapun aktivitas yang VA, NNVA dan NVA yang dikurangi dapat dilihat pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Pengurangan Aktivitas NNVA dan NVA Pada Proses Produksi *Cylinder Block*

No	Daftar Aktivitas	VA	NN VA	NVA	Waktu (Detik)
1	Memisahkan <i>core pipe</i> sesuai dengan ukuran		√		3,75
2	Memotong <i>core pipe</i> untuk disesuaikan dengan ukuran 50mm	√			1,81
Total					5,56

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.9 Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Setelah melakukan perbaikan maka tahap terakhir ialah melakukan analisis perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan.

5.9.1 Perbandingan *Production Lead Time*

Perbaikan-perbaikan pada lini produksi *cylinder block* telah dilakukan,

menghasilkan *production lead time* yang baru berdasarkan rencana perbaikan yang dilakukan (lihat sub bab 5.8). salah satu perbaikan pada *production lead time* terdapat pada *process lead time* yang lebih singkat. *Lead time* proses pada lini produksi *cylinder block* setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 *Lead Time* Proses Setelah Perbaikan

<i>Line</i>	Waktu Baku (detik)
<i>Core (Core Pipe)</i>	8,83
<i>Core/63</i>	95,51
<i>Moulding</i>	44,26
<i>Melting</i>	16,67
<i>Pouring</i>	31,68
<i>Finishing</i>	52,83
Total	233,11

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Adapun *Lead time* transportasi pada lini produksi *cylinder block* dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan *Lead Time* Transportasi

Proses	Waktu Perpindahan (detik)
<i>Warehouse ke Core</i>	3,57
<i>Warehouse ke Core Pipe</i>	3,83
<i>Warehouse ke Melting</i>	3,62
Transfer produk dari <i>core</i> ke <i>molding</i>	2,41
Trasnfer <i>Core pipe</i> dari <i>plant 2</i> ke <i>molding plant 1</i>	0,18

(4 box)	
Transfer <i>ladle</i> berisi cairan ke <i>line pouring</i> (1 <i>ladle</i>)	14,48
Transfer produk dari <i>pouring</i> ke proses <i>finishing</i>	16,69
Transfer produk dari <i>knock out</i> 3 ke proses <i>shot blast</i>	8,53
Transfer Produk ke <i>Warehouse</i>	1,82
Total	55,13

(Sumber: Pengolahan Data)

Perbaikan yang telah dilakukan juga mempengaruhi atas berkurangnya total *lead time* dalam memproduksi satu unit produk. Jadi total *lead time* setelah perbaikan adalah :

Total *lead time* = L/T proses + L/T transportasi + L/T stagnasi

Total *lead time* = 233,11 + 55,13 + 13,84 = 302,08 detik

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka di dapat *production lead time* setelah perbaikan adalah 233,11 detik, sedangkan *production lead time* sebelum perbaikan adalah 238,66 detik, sehingga terjadi penurunan *lead time* sebesar 5,55 detik.

5.9.2 Perbandingan Hasil *Process Activity Mapping* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Setelah melakukan perbaikan, maka dibuat *process activity mapping* yang baru. Hal ini akan membandingkan hasil rasio pemborosan antara sebelum dan sesudah melakukan perbaikan. Adapun PAM setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA	
					O	T	I	S	D		
1	Proses Mesin ISH V-500 2		4,50	1	O					VA	
2	Mengambil keranjang yang telah terisi <i>core pipe</i>	Dolly	3,06				T				NNVA
3	Memotong batang dari hasil cetakan <i>core pipe</i>	Palu dan Cetakan	1,28		O						VA
4	Proses mesin untuk <i>case</i>		17,70		O						VA
5	Membersihkan dan menghaluskan bari yang ada di <i>case</i>	Pahat kecil dan lap	9,84		O						VA
6	Operator memindahkan <i>case</i> dan memasukkan <i>case</i> setelah dirapatkan ke <i>jig dipping</i> .		2,17	1			T			NNVA	
7	Mengeluarkan <i>case</i> dari <i>jig dipping</i> , menggeser dan mendorong ke area <i>touch up</i>		2,55					T			NNVA
8	Meratakan lelehan/tonjolan <i>coating</i> pada seluruh	<i>saw</i>	5,70		O						VA

	<i>case</i> bagian sisi <i>cope</i> , <i>liner</i> sisi <i>cope</i> , bottom sisi <i>drag</i> , <i>drag</i> , <i>liner</i> dan habaki atas sisi <i>drag</i>									
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
9	Melakukan pengecekan dan memasukkan <i>case</i> ke oven mendorong <i>case</i> ke gondola.	Lampu <i>check</i>	2,17	1			I			VA
10	Menekan dan memutar <i>selector switch pattern</i> bawah ke posisi turun dan <i>switch baisu</i> dan <i>ireko</i> ke posisi buka		2,49		O					VA
11	Proses mesin <i>water jacket</i>		35,40		O					VA
12	Membersihkan <i>pattern</i> dengan manual air blow	Pipa <i>stainless</i>	7,22		O					VA
13	Memberi silicon dengan <i>spray tool</i> dan mengolesi <i>zipslip</i> pada <i>keren</i>	<i>Spray</i>	7,03		O					VA
14	Mengambil produk dan melakukan pengecekan dimeja	Lampu <i>check</i>	7,74	1			I			VA

	proses baritori sambil menandai jika produk NG									
15	Memotong <i>blow chip</i> dan meratakan sisa potongan <i>blow</i> dengan kakoyasuri	<i>Manu al cutter</i>	15,11		0					VA
16	Bersihkan baritori bagian dalam dinding liner dengan piano voire dan bersihkan keren dari sisa pasir dan baritori bagian luar dengan piano voire	Pipa <i>stainl ess</i>	7,14		0					VA
17	Meratakan sisa <i>flow chip</i> yang tidak sesuai dengan <i>profile product</i> lalu tutup lubang <i>water plug</i> dengan karet penutup	<i>Manu al cutter</i>	7,51		0					VA
Lanjutan . . .										

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesi n/Ala t Bantu	Wb (detik)	<i>Man Power</i>	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
18	Meletakkan produk di meja <i>before dipping</i> dan pindahkan <i>water jacket yang sudah di drilling ke roiler pre assy</i>		5,87	1		T				NNVA
19	Menunggu <i>water jacket</i>		6,45						D	NVA
20	Ambil rail dari roiler		13,62			T				NNVA

	transfer lalu baritory pada bagian parting line, lubang hole										
21	Pasang pada jig rail dan pasang missing tight dan ambil water jacket dari roiler dan letakan di meja putar cleaning keren 2	<i>JIG</i>	8,01	1		T				NNVA	
22	Melakukan proses <i>cleaning</i> keren lalu isi <i>check sheet</i>	<i>Pipa stainless</i>	8,36			O					VA
23	<i>Setting</i> W/J ke rail lalu diangkat, balik dan diletakkan di meja <i>before screwing</i>		12,74				T				NNVA
24	Ambil dan pasang <i>screw</i> di rail pada posisi mizuana, kencangkan dengan <i>air tools</i>		10,40				T				NNVA
25	Pindahkan <i>pre assy</i> ke meja <i>before assy1</i> dan pasang missin tight pada produk <i>end front after touch up before assy1</i>		20,24				T				NNVA
26	Proses mesin untuk <i>end rail</i>		15,50	1		O				VA	
27	Membersihkan <i>pattern</i> dengan manual air <i>blow</i>	<i>Pipa stainless</i>	12,14				O				VA

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
28	Memberi silicon dengan menggunakan <i>engine cleaner</i> dan merubah <i>slector switch panel</i> ke posisi auto		10,18	1	O					VA
29	Mengambil produk <i>end front</i> dan <i>end rear</i> lalu diletakkan di <i>jig</i> mesin baritori		3,51			T				NNVA
30	Mengambil produk <i>rail</i> lalu diletakkan di <i>jig</i> baritori dan menekan tombol <i>unloader swing</i>		3,50			T				NNVA
31	Memonitor pergerakan mesin baritori dan mengambil produk <i>rail</i> yang sudah di baritori dari <i>jig</i> mesin lalu mendorong <i>rail troiler</i> untuk ditransfer		2,56	1	O					VA
32	Mengambil dan memeriksa produk <i>end front, end rear</i> yang sudah di baritori dari <i>jig</i> mesin lalu letakkan produk di <i>jig</i>		13,47				I			VA

	mesin <i>dipping</i> .									
33	Proses mesin untuk <i>bypass core</i>		31,00			0				VA
34	Mengambil produk dari mesin lalu mematahkan <i>blow chip</i> pada habaki <i>product</i>		8,97			0				VA
35	Meratakan <i>blow chip</i> di habaki dengan sankayasuri dan membersihkan bari pada <i>excess sand fin</i> , habak atas dan lubang abura otoshi dengan sankayasuri	<i>Manu al cutter</i>	12,86			0				VA

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
36	Membersihkan bari pada parting <i>line</i> dengan kawat baritori		5,65	1	0					VA
37	Memasukkan kawat gasubari ke dalam lubang lalu menutup lubang gasubari 2 posisi dengan <i>core bar</i> yang telah diolesi <i>specly tight</i>	Kawat	10,06		0					VA
38	Membersihkan sisa <i>specly tight</i> dan menutup <i>core bar</i>		25,92		0					VA

	dengan <i>slip mud</i> lalu menaruh produk meja.										
39	Menunggu end rail		7,74	1					D	NVA	
40	Tarik Produk <i>Case</i> dari roiler		1,26			T					NNVA
41	Olesi <i>mane one touch</i> sesuai alur pada case lalu rapatkan case		3,63			O					VA
42	Angkat <i>pre assy</i> dan letakkan di jig meja pasang <i>by pass</i>	Jig	4,82				T				NNVA
43	Pasang <i>by pass</i> ke <i>pre assy</i> satukan dengan <i>finish nail</i>		8,67			O					VA
44	Ambil dan pasang <i>pre assy</i> ke <i>case</i> lalu isi <i>check sheet</i>		12,04			O					VA
45	Ambil product <i>end front</i> dan <i>end rear</i> pasang dengan <i>case</i> dan <i>pre assy</i> set		2,61			O					VA
46	Pasang dan kencangkan <i>assy bolt, ring</i> dan nut		8,56			O					VA
47	Congkel dan baritori posisi parting line lalu dorong ke <i>assy core</i> ke area wip <i>assy 2</i>		5,24			O					VA

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesi	Wb	Man	Aktivitas	VA/NVA
----	---------------------	------	----	-----	-----------	--------

		n/Alat Bantu	(detik)	Power	O	T	I	S	D	/NNVA
48	Tarik <i>assy</i> dari <i>roiler wip assy 2</i> dan naikkan <i>product</i> di meja putar lalu tulis tanggal produksi serta tandai <i>assy</i> ok pada rail dengan kapur putih		5,66		0					VA
49	Baritori <i>end rail</i> dan <i>end front</i> lalu air blow semua permukaan <i>assy</i> dan gas <i>hole</i> serta <i>plug oil return</i> dan <i>bypass</i>	<i>Manual air blow</i>	13,19		0					VA
50	Putar produk lalu baritori <i>end rail</i> dan <i>end front</i> sisi drag	jig	14,46		0					VA
51	Melakukan <i>visual check</i> pada semua komponen dan lubang gas pada <i>end rear</i>	Lampu	30,32				I			VA
52	Melakukan <i>check</i> pada kekencangan <i>assy bolt</i> dan gap antara <i>case</i> dengan <i>case</i> , <i>case</i> dengan <i>end front</i> dan <i>end front</i> dengan <i>end rail</i> dan cam dengan cam	Lampu	11,69	1			I			VA
53	Meletakkan produk pada dolly		15,45			T				NNVA

54	Proses mesin membuat cetakan		25,02	1	0					VA
55	Membersihkan cetakan yang telah di proses oleh mesin		2,74		0					VA
56	Mengontrol dan membersihkan cetakan bagian atas dan bawah		6,24	1	0					VA
57	Memasang <i>core cylinder block</i> ke <i>jig</i> dan membersihkan <i>core cylinder block</i>	jig	4,34	1	0					VA

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
58	Pemasangan <i>shill</i> pada <i>cylinder block</i>		4,35	1	0					VA
59	Pemasangan <i>Bridge</i> pada <i>cylinder block</i>	Jig	4,31	1	0					VA
60	Pemasangan <i>core pipe</i> pada cetakan bagian atas		1,62	1	0					VA
61	Mengaduk dan menuang cairan Cairan Molten ke tungku untuk di kirim ke proses pouring		16,67	1	0					VA
62	Menunggu cetakan dari proses molding		5,48	1					D	NVA

63	Penuangan <i>molten</i> ke dalam cetakan produk	<i>Ladder</i>	14,65		O					VA
64	Pemeriksaan produk		11,54				I			VA
65	Menarik pallet pick up		5,45	1		T				NNVA
66	Mengambil palu 1,5 kg dan memisahkan reiser dan gating dari produk.		7,02		O					VA
67	Ambil hoist mata 2, untuk angkat produk dimana salah satu pengait di posisi list cope dan list posisi front.	Hoist mata 2	5,34			T				NNVA
68	Menarik produk dari proses sebelumnya		4,31	1		T				NNVA
69	Patahkan bari dan agari di bottom dengan palu	Palu	5,36		O					VA
70	Patahkan bari di sisi rear dengan palu	Palu	2,96		O					VA
71	Rontokkan pasir diposisi cope dengan menggunakan palu	Palu	9,80		O					VA
72	Patahkan bari disisi front dengan palu	Palu	9,73		O					VA

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesi	Wb	Man	Aktivitas	VA/NVA
----	---------------------	------	----	-----	-----------	--------

		n/Alat Bantu	(detik)	Power	O	T	I	S	D	/NNVA
73	Cek barasi ketokan mesin knock out dan lubang mizuana dan lubangi jika masih tertutup		4,47	1 1			I			VA
74	Cek ketinggian pasir dalam water jacket dan ambil pengait bermata 3 lalu kaitkan pada produk	Pengait	4,26				I			VA
75	Angkat produk lalu bawa dan turunkan di pallet atas deck lalu lepaskan pengait	jig	8,88			T				NNVA
76	Tarik produk dari proses sebelumnya		7,31			T				NNVA
77	Produk di clamp kemudian di gerinda bagian bottom		19,58			O				VA
78	Produk di clamp kemudian di gerinda bagian top		19,47			O				VA
79	Pukul bari rear dengan palu dan ambil hoist dengan pengait bermata 3	Palu	14,20		1	O				VA
80	Masukkan pengait ke lubang oil galeri drag dan 2 mata lainnya dikaitkan ke water jacket cope		14,22				T			NNVA

81	Angkat benda kerja, letakkan diatas jig lalu letakkan pengait dan hoist	Jig	14,11			T				NNVA
82	Ambil produk dan gantungkan hanger ke shot blast	Hanger	15,79	1		T				NNVA
83	Turunkan produk dan masukkan ke manual finishing	Conveyor	15,35		O					VA

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
84	Tarik produk dan ambil gerinda FG 4HL	Gerinda	4,10	1		T				NNVA
85	Kupas kulit lubang bore dan meletakkan gerinda FG 4HL		20,57		O					VA
86	Oleskan penetrant di area front dengan kuas lukis lalu kirim produk ke pos berikut		17,79		O					VA
87	Tarik produk dan ambil gun angin		5,13	1		T				NNVA
88	Semprot posisi <i>water jacket</i> dan letakkan nozle air blow	Air blow	14,85		O					VA
89	Ambil gerinda dan gerinda permukaan top face posisi antara		19,43		O					VA

	lubang bore 2 dan 3										
90	Ubah posisi produk dan gerinda bari lubang abura posisi bottom		13,39	1	O					VA	
91	Tarik produk dari proses rear ke atas		2,80			T					NNVA
92	Ambil swing gerinda lalu tekan tombol untuk menghidupkan lalu gerinda bari posisi rear		8,53		O						VA
93	Naikkan <i>cylinder up</i> swing gerinda lalu ubah posisi produk dan turunkan <i>cylinder</i>		8,40		O						VA
94	Ambil swing gerinda lalu tekan tombol untuk menghidupkan lalu gerinda bari posisi front	Gerinda	8,03		O						VA
95	Gerinda casting posisi cope front dan lepas swing gerinda lalu posisikan produk		23,35	1	O					VA	
96	Tarik produk dari proses sebelumnya lalu ambil gerinda FG 4H		5,22				T				NNVA
										Lanjutan . . .	

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	

97	Gerinda bari sisi front dan rear	Gerinda	8,94	1	O					VA
98	Letakkan gerinda dan ubah posisi produk		3,81			T				NNVA
99	Ambil gerinda dan gerinda bari bosu cetakan atas	Gerinda	13,57		O					VA
100	Letakkan gerinda dan ubah posisi produk		4,37	1		T				NNVA
101	Ambil gerinda FG 4H dan gerinda seki di posisi crank bottom 5 titik		13,57		O					VA
102	Letakkan gerinda dan ubah posisi produk		4,37			T				NNVA
103	Tarik produk dari proses sebelumnya dan Ambil <i>rotary</i> bar FG3H		2,55			T				NNVA
104	Gerinda yakitsuki dan bari dilubang abura 4 posisi	Gerinda	13,58		O					VA
105	Gerinda yakitsuki posisi front	Gerinda	13,18		O					VA
106	Gerinda bari beehween journal 4 posisi	Gerinda	13,04		O					VA
107	Gerinda yakitsuki crank case	Gerinda	7,76		O					VA
108	Letakkan gerinda kemudian ubah posisi produk		2,71		T				NNVA	

109	Tarik produk dari proses sebelumnya dan ambil rotary bar FG3H		2,39			T					NNVA
110	Gerinda yakitsuki di area rear dan bari dilubang <i>water jacket rear</i>	Gerinda	13,68			O					VA
111	Ambil rotary bar FG3H lalu gerinda di area drag dan bari dilubang <i>water jacket drag</i>		19,27			O					VA

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
112	Ambil rotary bar FG3H lalu gerinda di area front dan bari dilubang <i>water jacket plug cope</i>		14,58	1	O					VA
113	Tarik produk dari proses sebelumnya lalu ambil gerinda FG 4HL		2,65			T				NNVA
114	Kupas kulit lubang bore posisi area keren dengan digerinda dari sisi rear ke posisi <i>front</i>	<i>saw</i>	17,48		O					VA
115	Tulis nomer <i>core</i> di	Kapur	7,56		O					VA

	permukaan sisi rear produk dengan <i>paint maker</i> dan posisi kan produk			1							
116	Tarik produk dari proses sebelumnya dan posisikan produk top menghadap ke atas		2,71			T					NNVA
117	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>oil return</i> dan pahan dari sisi <i>cope</i>		7,31	1	O					VA	
118	Mengubah posisi produk <i>top</i> menghadap ke atas	Jig	2,22			T					NNVA
119	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>water jacket</i> dan pahat dari sisi <i>drag</i>	Pahat	7,84			O					VA
120	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>bypass</i>	Pahat	6,48			O					VA
121	Mengubah posisi produk <i>bottom</i> menghadap ke atas	Jig	2,01			T					NNVA

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesi	Wb	Man	Aktivitas	VA/NVA
----	---------------------	------	----	-----	-----------	--------

		n/Alat Bantu	(detik)	Power	O	T	I	S	D	/NNVA
122	Check dan hilangkan yakitsuki, gasubari dan <i>defect</i> pada lubang <i>oil drain</i>		9,55	1	O					VA
123	Ambil nozle dan spray dinding bore dan cope posisi dalam dari lubang mizuana top		14,32		O					VA
124	Tarik produk dari proses sebelumnya		3,94	1		T				NNVA
125	Ambil lampu check dan pahat lalu check dan <i>repair water jacket</i> dan area top cope	Lampu check	16,75		O					VA
126	Ambil lampu check dan pahat lalu check dan <i>repair water jacket</i> dan area top drag	Lampu check	19,85		O					VA
127	Check <i>defect</i> area bottom dan crank		7,49				I			VA
128	Posisikan produk sisi cetakan bawah (drag) menghadap ke operator dan ambil spray gun		4,72				T			NNVA
129	Spray permukaan drag sisi front dan drag	<i>Spray</i>	15,40		1	O				

130	Putar produk dan spray permukaan drag dari arah top		2,80		O					VA
131	Putar produk dan spray permukaan drag dari arah bottom		16,33		O					VA
132	Spray permukaan kupingan rear	Spray	8,76		O					VA
133	Posisikan produk sisi cetakan atas (cope) menghadap ke operator dan ambil spray gun	<i>Hang er</i>	3,26			T				NNVA

Lanjutan . . .

Tabel 5.9 Hasil PAM Setelah Perbaikan (Lanjutan)

No	Deskripsi Aktivitas	Mesin/Alat Bantu	Wb (detik)	Man Power	Aktivitas					VA/NVA /NNVA
					O	T	I	S	D	
134	Spray permukaan cope sisi front dan cope	<i>Spray</i>	9,34	1	O					VA
135	Putar produk dan spray permukaan cope dari arah top		5,57		O					VA
136	Putar produk dan spray permukaan cope dari arah bottom		5,79		O					VA
137	Cek dan spot spray bagian yang tidak terkena spray		8,84				I			VA

138	Spray permukaan kupingan rear	<i>Spray</i>	9,06		0					VA
139	Cek hasil painting		7,39				I			VA

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan *Process Activity Mapping* (PAM) setelah melakukan perbaikan untuk proses produksi *cylinder block*, maka dapat dibuat rekapitulasi perhitungan dan persentase PAM yang dapat dilihat pada Tabel 5.10

Tabel 5.10 Ringkasan Perhitungan dan Persentase PAM

<i>Cylinder Block</i>		
Aktifitas	Jumlah	Waktu (detik)
Operasi	85	192,21
Transportasi	40	16,12
Inspeksi	11	19,28
<i>Storage</i>	0	-
<i>Delay</i>	3	5,48
Total	139	233,10
Klasifikasi	Jumlah	Waktu (detik)
VA	102	213,44
NVA	3	5,48
NNVA	34	14,18
Total	139	233,10
<i>Value Ratio</i>		0,9156

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Perhitungan *Process Activity Mapping* (PAM) setelah melakukan perbaikan, maka didapat hasil *value ratio* untuk proses

produksi *cylinder block* adalah sebesar 91,56%. Hasil dari perhitungan PAM kemudian dibandingkan dengan PAM pada *current state value stream mapping*. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Perbandingan Hasil PAM *Current* dan *Future*

Produk	PAM <i>Current</i>	PAM <i>Future</i>
<i>Cylinder Block</i>	90,19%	91,56%.

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Nilai PAM untuk proses produksi *Cylinder Block* mengalami peningkatan sebesar 1,37%, hal tersebut terjadi sebab 2 elemen kerja yang termasuk aktivitas VA dan NNVA pada *line core* dihilangkan sehingga *value ratio* pada PAM meningkat. Jika sebelumnya nilai PAM sebesar 90,19% menjadi 91,56% setelah dilakukan perbaikan.

5.9.3 Perbandingan Nilai PCE Setelah Perbaikan

Berdasarkan *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM), perhitungan *Process Cycle Efficiency* dilakukan untuk mengetahui berapa besar peningkatan efisiensi yang dicapai melalui usulan perbaikan yang direkomendasikan kepada pihak perusahaan. Perhitungan PCE *Future State Value Stream Mapping* (FSVSM) dilakukan dengan menggunakan rumu:

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\%$$

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{213,44}{302,08} \times 100\% = 70,66\%$$

Hasil dari perhitungan PCE FSVSM kemudian dibandingkan dengan perhitungan PCE CSVSM. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Perbandingan Hasil PCE CSVSM dan PCS FSVSM

Produk	PCE <i>Current</i>	PCE <i>Future</i>
--------	--------------------	-------------------

<i>Cylinder Block</i>	69,97%	70,66%
-----------------------	--------	--------

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)



Nilai PCE proses produksi *Cylinder Block* mengalami peningkatan sebesar 0,69%, jika sebelumnya nilai PCE sebesar 69,97% setelah perbaikan nilai PCE akan meningkat sebesar 70,66%, peningkatan tersebut menunjukkan bahwa perusahaan telah mengurangi waktu *production lead time* dengan menghilangkan kegiatan NVA dan NNVA sehingga nilai PCE meningkat.

5.9.4 Perbandingan *Scrap* yang Dihasilkan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Setelah melakukan perbaikan pada *pattern* yang digunakan untuk memproduksi *core pipe* dimana jumlah *core pipe* pada *pattern* semula 40pcs menjadi 48pcs dengan ukuran 50mm sebanyak 45pcs dan 90mm sebanyak 3pcs maka diperoleh *scrap* yang dihasilkan setelah perbaikan disajikan pada tabel 5.13 dibawah ini.

Tabel 5.13 *Scrap* yang dihasilkan Setelah Perbaikan

No	Keterangan	Berat (kg)	<i>Scrap</i>
1	Hasil Produksi dalam 1 kali <i>shoot</i> produksi <i>core pipe</i> 	1,15kg	-

2	Produk dalam kondisi batang <i>core pipe</i> telah di potong		1,05kg/48pc s	0,10kg
3	<i>Core pipe</i> telah dipotong menjadi ukuran 50mm		0,96kg/48pc s	
Total <i>Scrap</i> produk <i>core pipe</i> dalam 1 <i>shoot</i>				0,10kg

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil pengolahan data dimana *pattern* pada mesin ISH V-500 berencana untuk ditambahkan yang semula 40pcs dengan ukuran 90mm sebanyak 2pcs, ukuran 70mm sebanyak 20pcs dan ukuran 50mm sebanyak 18pcs. Saat ini menjadi 48pcs dengan ukuran 90mm sebanyak 3pcs, 50mm sebanyak 45pcs dan menghilangkan ukuran 70mm. Adapun perhitungan mengenai hasil *scrap* jika

Berat *core pipe* dalam 1 kali *shoot* dengan batang = 1,15kg

Berat *core pipe* dalam 1 kali *shoot* tanpa batang = 1,05kg

Berat *core pipe* dalam 1 kali *shoot* ukuran 50mm = 0,96 kg

Pada proses *core pipe* minimal produksi ialah 170kali *shoot* tergantung dari banyaknya jumlah permintaan, namun seringkali dalam sekali produksi hingga 280kali *shoot* mengingat produk *cylinder block* merupakan produk dengan permintaan tertinggi. Dengan penggantian *pattern* maka *scrap* yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Scrap dari hasil batang *core pipe* = 280kali *shoot* x 0,10kg/*shoot* = 28kg

Dengan penggantian *pattern* maka perusahaan dapat menghemat bahan baku untuk menghasilkan *core pipe* lebih banyak dari sebelumnya. Adapun perbandingan yang terlihat dari penggunaan *pattern* kondisi baru dan lama dengan 280kali *shoot* disajikan pada tabel 5.14 dibawah ini.

Tabel 5.14 Perbandingan Penggunaan *Pattern*

<i>Pattern</i> Kondisi Lama		<i>Pattern</i> Kondisi Baru	
Berat <i>core pipe</i> dalam 1 kali <i>shoot</i> (28pcs)	0,80kg	Berat <i>core pipe</i> dalam 1 kali <i>shoot</i> (48pcs)	1,15kg
Berat <i>core pipe</i> dalam 1 kali <i>shoot</i> tanpa batang	0,76kg	Berat <i>core pipe</i> dalam 1 kali <i>shoot</i> tanpa batang	1,05kg
Berat <i>core pipe</i> dalam 1 kali <i>shoot</i> ukuran 50mm	0,52kg	Berat <i>core pipe</i> dalam 1 kali <i>shoot</i> ukuran 50mm	0,90kg
<i>Scrap</i> dari hasil pemotongan	67,2kg	<i>Scrap</i> dari hasil pemotongan	-
<i>Scrap</i> dari hasil batang <i>core pipe</i>	11,2kg	<i>Scrap</i> dari hasil batang <i>core pipe</i>	28kg

Hasil produksi dalam 280kali <i>shoot</i> ukuran 50mm	7.280	Hasil produksi dalam 280kali <i>shoot</i> ukuran 50mm	13.440
---	-------	---	--------

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Jika tidak terdapat proses pemotongan ukuran dari 70mm dan 90mm menjadi 50mm maka *scrap* tersebut dapat menghasilkan *core pipe* yang dapat dipasangkan pada *cylinder block* adapun perhitungannya sebagai berikut:

Banyaknya proses produksi dari *scrap* $40,80\text{kg} / 0,80\text{kg} = 51\text{kali shoot}$

Jumlah produk ukuran 50mm yang dihasilkan dalam 51kali *shoot* adalah:

$$51 \times 26 = 1.326 \text{ core pipe}$$

Dalam 1 produk *cylinder block* membutuhkan 10 *core pipe*, jika *scrap* yang dihasilkan tidak sebanyak perhitungan pada tabel 5.5 maka

$$1.326 \text{ pcs} / 10\text{pcs} = 132\text{pcs}$$

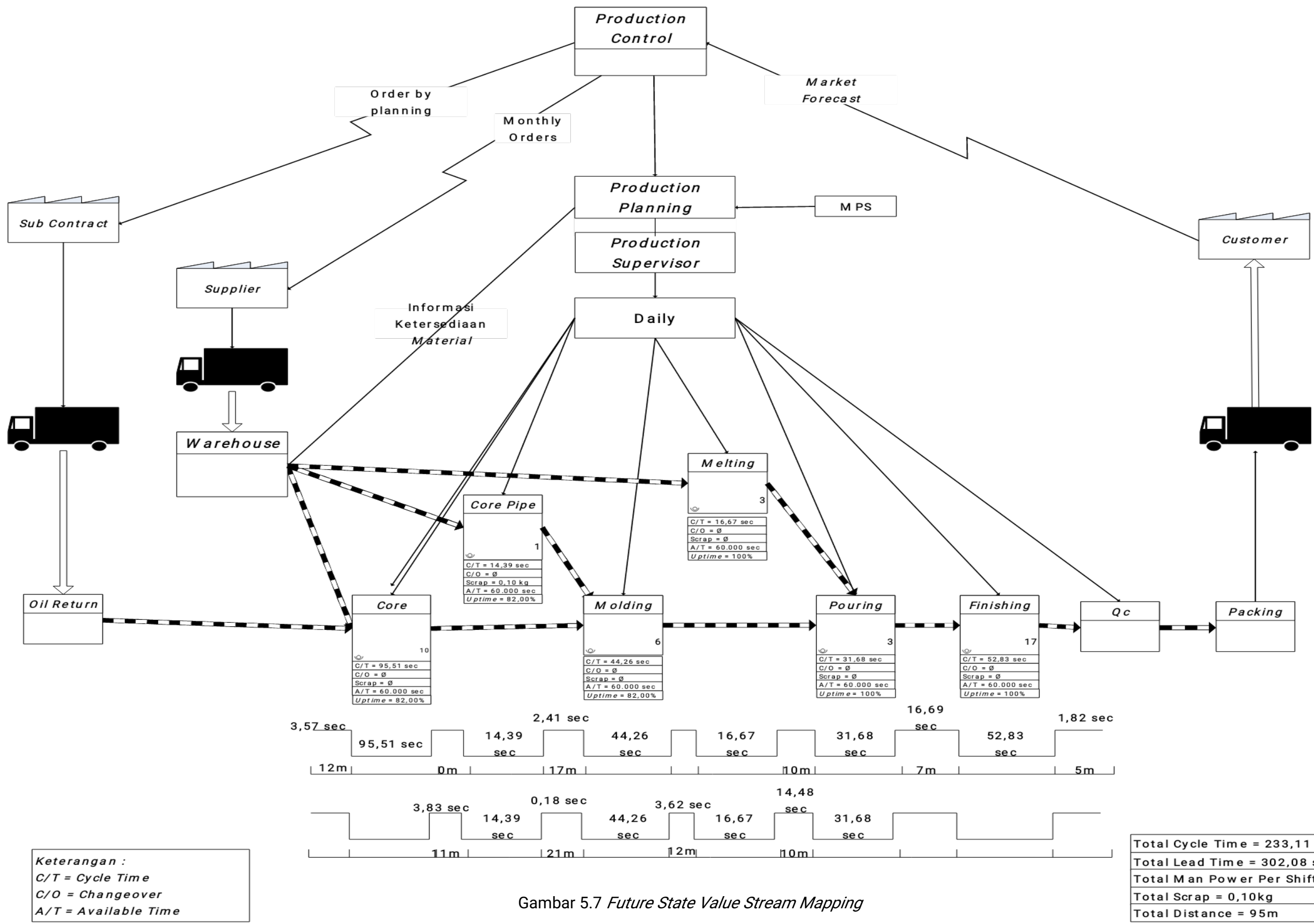
Scrap yang dihasilkan jika dipasangkan dapat digunakan pada 132pcs *cylinder block*. Dengan bahan baku setiap proses produksi *core pipe* menghabiskan sekitar 500kg pasir hijau, dengan penggantian *pattern* maka produk yang dihasilkan akan jauh lebih banyak dan *scrap* yang dihasilkan akan berkurang.

5.10 Merancang *Future State Map*

Pada pembahasan sebelumnya telah dilakukan usulan perbaikan pada setiap pemborosan yang terdapat pada lini produksi *cylinder block* (lihat sub bab 5.8). setelah dilakukan perbaikan dengan mengurangi waktu

pada aktivitas VA, NNVA dan NVA, dimana sebelum perbaikan waktu VA sebesar 215,25 detik, NNVA sebesar 17,93 detik dan aktivitas NVA sebesar 5,48 detik, setelah perbaikan aktivitas VA menjadi 213,44 detik, NNVA menjadi 14,18 detik dan aktivitas NVA menjadi 5,84 detik. Berdasarkan perbaikan yang dilakukan, maka pengurangan terhadap kegiatan VA, NVA dan NNVA mempengaruhi total *lead time* produksi sebelumnya adalah 307,63 detik, setelah perbaikan menjadi setelah perbaikan sebesar 302,08 detik. *Production lead time* mengalami penurunan sebesar 5,55 detik.

Perbaikan tersebut mempengaruhi nilai PCE dan nilai PAM, kedua nilai tersebut mengalami peningkatan. Nilai PCE proses produksi *Cylinder Block* setelah perbaikan mengalami peningkatan sebesar 0,69%, dimana nilai PCE sebelum perbaikan sebesar 69,97% setelah perbaikan menjadi 70,66%. Sedangkan nilai PAM untuk proses produksi *Cylinder Block* mengalami peningkatan sebesar 1,37%, dimana nilai PAM sebelum perbaikan sebesar 90,19% menjadi 91,56% setelah dilakukan perbaikan. Setelah perbaikan dilakukan, dapat dibuat peta kondisi masa depan sesuai dengan perbaikan yang dilakukan untuk memberi gambaran kondisi setelah perbaikan dilakukan, dan untuk mengetahui besarnya *lead time* setelah perbaikan. Peta kondisi masa depan dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Keterangan :
 C/T = Cycle Time
 C/O = Changeover
 A/T = Available Time

Gambar 5.7 Future State Value Stream Mapping

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisis dengan WRM didapat bahwa *waste* pada *overproduction* (14,05%), *inventory* (14,05%), *defect* (16,53%), *motion* (18,18%), *transportation* (11,57%), *process* (16,52%) dan *waiting* (9,09%). Berdasarkan hasil tersebut pemborosan tertinggi yakni pada pemborosan *motion*, sehingga perbaikan yang direkomendasikan berfokus pada pemborosan terbesar yakni *motion* sebab pemborosan tersebut mempengaruhi *production lead time* menjadi lebih panjang.
2. Nilai PCE pada proses produksi *cylinder block* sebesar 69,97%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa 69,97% aktivitas memiliki nilai tambah pada lini produksi *cylinder block*, sementara 30,03% ialah aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah namun dibutuhkan.
3. Usulan perbaikan yang dilakukan guna mengurangi *waste* adalah mendesain *pattern* (cetakan) yang sebelumnya berjumlah 40pcs dengan detail 50mm sebanyak 18pcs, 70mm sebanyak 20pcs dan 90mm sebanyak 2pcs dengan *pattern* berjumlah 48pcs dengan detail 50mm sebanyak 45pcs dan 90mm sebanyak 3pcs guna mengurangi *scrap* dan waktu proses. Selain itu, pada lini *finishing* operator seharusnya melakukan pekerjaan sesuai Standar Urutan Kerja (SUK)
4. Setelah dilakukan perbaikan dengan mengurangi waktu pada aktivitas VA, NNVA dan NVA, dimana sebelum perbaikan waktu VA sebesar 215,25 detik, NNVA sebesar 17,93 detik dan aktivitas NVA sebesar 5,48 detik, setelah perbaikan aktivitas VA menjadi 213,44 detik, NNVA menjadi 14,18 detik dan aktivitas NVA menjadi 5,48 detik. Berdasarkan

perbaikan yang dilakukan, maka pengurangan terhadap kegiatan VA, NVA dan NNVA mempengaruhi total *lead time* produksi sebelumnya adalah 307,63 detik, setelah perbaikan menjadi setelah perbaikan sebesar 302,08 detik. *Production lead time* mengalami penurunan sebesar 5,55 detik. Nilai PCE proses produksi *cylinder block* mengalami peningkatan 0,69%, jika sebelumnya nilai PCE sebesar 69,97% menjadi 70,66% setelah dilakukan perbaikan. Nilai PAM untuk proses produksi *cylinder block* mengalami peningkatan sebesar 1,37%, jika sebelumnya nilai PAM sebesar 90,19% dan setelah perbaikan menjadi 91,56%

6.2 Saran

Setelah melakukan observasi secara langsung di lapangan dan pengolahan data, perlu adanya penerapan perbaikan secara terus-menerus di lingkungan PT Asian Isuzu Casting Center terutama pada proses pembuatan *cylinder block* dengan mengacu pada penerapan *value stream mapping* untuk menurunkan tingkat pemborosan. Adapun hal-hal yang dapat dilakukan guna mengurangi pemborosan di proses pembuatan *cylinder block* antara lain:

1. Untuk mengurangi waktu dan *scrap* pada proses pembuatan *core pipe* sebaiknya perusahaan mengganti *pattern* dengan jumlah 48pcs dimana detail dari *pattern* tersebut adalah ukuran 50mm sejumlah 45pcs dan 90mm sejumlah 3pcs. Penggantian *pattern* tersebut didasari kondisi *pattern* yang sudah haus dan melihat permintaan *cylinder block* yang selalu meningkat sehingga memerlukan *core pipe* yang cukup banyak. Dengan begitu *scrap* yang dihasilkan akan berkurang karena tidak perlu melakukan pemotongan secara manual dari ukuran 90mm dan 70mm menjadi ukuran 50mm.
2. Untuk mengurangi waktu proses pada proses pembuatan *core pipe* dengan penggantian *pattern* maka proses pemotongan secara manual

akan dihilangkan, sehingga waktu proses yang dibutuhkan akan lebih cepat dibandingkan sebelumnya.

3. Untuk mengurangi ketinggian *bari* yang tidak sesuai dengan standar, seharusnya operator bekerja sesuai dengan Standar Urutan Kerja (SUK) yang telah ada agar tidak melakukan pekerjaan secara berulang.
4. Untuk meningkatkan waktu proses produksi dapat dengan merancang kembali tata letak mesin dan melakukan studi gerakan proses yang tidak bernilai tambah, sehingga waktu kerja akan lebih efektif dan lebih efisien.

LAMPIRAN A

Hasil dari pengukuran waktu pada Lini Core (Core Pipe) untuk produk Cylinder Block dengan 30 kali pengamatan dapat dilihat pada Tabel A.1

Tabel A.1 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Lini Core (Core Pipe)

Lini Core Produk Core Pipe									Lini Core Produk Core Pipe								
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 2								
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5				
1	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50	1	2,04	2,94	3,18	2,83	3,01	14,00	2,99		
2	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50	2	2,31	2,11	1,69	1,78	2,03	9,92	1,98		
3	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50	3	2,36	2,98	2,42	2,64	2,23	12,63	2,53		
4	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50	4	2,17	2,415	2,63	1,99	2,09	11,30	2,26		
5	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50	5	2,63	1,98	2,01	1,89	2,09	10,60	2,12		
6	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	22,50	4,50	6	2,34	2,375	2,37	3,01	2,93	13,03	2,61		
$\sum \bar{x}_1$							27	$\sum \bar{x}_2$							14,5		
$\bar{\bar{X}}_1 = \sum \bar{X}_1/n$							4,50	$\bar{\bar{X}}_2 = \sum \bar{X}_2/n$							2,41		
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		
	Elemen Kerja 3								Elemen Kerja 4								
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5				
1	1,92	2,82	2,78	3,24	2,83	13,59	2,92	1	0,97	1,21	0,82	0,76	0,95	4,71	0,94		
2	2,87	3,52	3,12	2,81	2,85	15,17	3,03	2	0,97	1,19	0,92	0,98	0,87	4,93	0,99		
3	2,38	2,61	3,18	2,13	3,16	13,46	2,69	3	1,05	1,14	0,92	0,98	1,04	5,13	1,03		
4	3,21	2,83	3,42	3,28	2,71	15,45	3,09	4	0,98	0,93	1,11	0,95	1,05	5,02	1,00		
5	2,84	3,13	2,83	2,76	2,91	14,47	2,89	5	1,01	1,43	0,87	0,94	1,05	5,30	1,06		
6	3,03	3,42	2,63	3,42	2,73	15,23	3,05	6	1,13	1,23	0,98	1,04	0,92	5,30	1,06		
$\sum \bar{x}_3$							17,67	$\sum \bar{x}_4$							6,07		
$\bar{\bar{X}}_3 = \sum \bar{X}_3/n$							2,95	$\bar{\bar{X}}_4 = \sum \bar{X}_4/n$							1,01		
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata										
	Elemen Kerja 5																
	X1	X2	X3	X4	X5												
1	1,85	1,67	1,31	1,45	0,92	7,20	1,34										
2	1,21	1,42	1,32	1,63	1,59	7,17	1,43										
3	1,53	1,52	1,43	1,53	1,34	7,35	1,47										
4	1,53	1,85	1,32	1,42	1,13	7,25	1,45										
5	1,65	1,18	1,31	1,23	1,42	6,79	1,36										
6	1,45	1,74	1,42	1,53	1,24	7,38	1,48										
$\sum \bar{x}_5$							8,526										
$\bar{\bar{X}}_5 = \sum \bar{X}_5/n$							1,42										

Hasil dari pengukuran waktu pada Lini Core/63 untuk produk *Cylinder Block* dengan 30 kali pengamatan dapat dilihat pada Tabel A.1

Tabel A.1 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Lini Core/63

SK 1 (Case)									SK 1 (Case)								
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 2								
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5				
1	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	88,50	17,70	1	7,42	8,32	9,03	6,74	8,12	39,63	8,05		
2	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	88,50	17,70	2	7,95	6,94	7,98	8,32	9,01	40,20	8,04		
3	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	88,50	17,70	3	7,93	7,42	7,52	8,45	6,98	38,30	7,66		
4	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	88,50	17,70	4	9,13	8,02	7,43	6,42	7,53	38,53	7,71		
5	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	88,50	17,70	5	8,56	7,84	7,64	8,23	6,78	39,05	7,81		
6	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	88,50	17,70	6	7,98	6,58	7,45	8,11	9,13	39,25	7,85		
						$\sum \bar{x}_1$	106,2							$\sum \bar{x}_2$	47,1		
						$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1/n$	17,70							$\bar{X}_2 = \sum \bar{X}_2/n$	7,85		
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		
	Elemen Kerja 3								Elemen Kerja 4								
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5				
1	1,42	2,48	1,31	2,04	1,52	8,77	1,84	1	2,13	1,94	1,82	2,04	2,14	10,07	1,99		
2	1,34	1,71	1,56	1,23	1,63	7,47	1,49	2	2,04	2,13	1,76	1,87	1,98	9,78	1,96		
3	1,78	1,67	2,05	1,89	2,12	9,51	1,90	3	1,75	1,86	2,23	1,67	2,13	9,64	1,93		
4	1,98	1,56	1,63	1,64	1,72	8,53	1,71	4	1,89	2,13	2,45	1,56	1,44	9,47	1,89		
5	1,51	2,43	1,54	1,76	1,63	8,87	1,77	5	2,24	2,43	2,13	1,98	1,94	10,72	2,14		
6	1,67	1,53	1,33	1,42	2,34	8,29	1,66	6	2,31	1,93	2,75	2,45	2,31	11,75	2,35		
						$\sum \bar{x}_3$	10,37							$\sum \bar{x}_4$	12,3		
						$\bar{X}_3 = \sum \bar{X}_3/n$	1,73							$\bar{X}_4 = \sum \bar{X}_4/n$	2,04		
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		
	Elemen Kerja 5								Elemen Kerja 6								
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5				
1	5,32	4,83	4,33	5,04	4,52	24,04	4,68	1	1,42	1,62	1,56	1,73	1,83	8,16	1,69		
2	3,82	4,32	4,62	4,32	3,98	21,06	4,21	2	1,45	1,55	2,05	1,67	1,53	8,25	1,65		
3	4,63	4,62	4,19	4,52	3,87	21,83	4,37	3	1,63	1,87	1,74	1,45	1,75	8,44	1,69		
4	4,36	4,73	4,92	4,57	4,82	23,40	4,68	4	2,11	1,66	1,82	1,54	1,98	9,11	1,82		
5	4,62	5,26	4,82	4,61	4,55	23,86	4,77	5	2,04	1,48	1,75	1,93	1,57	8,77	1,75		
6	3,95	4,52	4,65	5,01	4,82	22,95	4,59	6	1,82	1,56	1,74	2,03	1,77	8,92	1,78		
						$\sum \bar{x}_5$	27,3							$\sum \bar{x}_6$	10,4		
						$\bar{X}_5 = \sum \bar{X}_5/n$	4,55							$\bar{X}_6 = \sum \bar{X}_6/n$	1,73		
SK 2 (Water Jacket)									SK 2 (Water Jacket)								
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 2								
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5				
1	2,09	1,93	2,05	2,13	1,92	10,12	2,01	1	35,40	35,40	35,40	35,40	35,40	177,00	35,40		
2	1,88	1,98	1,82	2,13	2,04	9,85	1,97	2	35,40	35,40	35,40	35,40	35,40	177,00	35,40		
3	2,12	2,13	1,93	1,96	1,84	9,98	2,00	3	35,40	35,40	35,40	35,40	35,40	177,00	35,40		
4	1,73	2,11	1,95	1,84	2,09	9,72	1,94	4	35,40	35,40	35,40	35,40	35,40	177,00	35,40		
5	2,11	1,95	1,89	2,05	1,98	9,98	2,00	5	35,40	35,40	35,40	35,40	35,40	177,00	35,40		
6	1,68	2,04	2,11	1,98	1,86	9,67	1,93	6	35,40	35,40	35,40	35,40	35,40	177,00	35,40		
						$\sum \bar{x}_1$	11,85							$\sum \bar{x}_2$	212		
						$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1/n$	1,97							$\bar{X}_2 = \sum \bar{X}_2/n$	35,40		

Tabel A.1 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Lini Core /63 (Lanjutan)

Sub Grup	SK 2 (Water Jacket)							Sub Grup	SK 2 (Water Jacket)						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 3								Elemen Kerja 4						
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5		
1	5,31	6,31	5,37	4,38	5,44	26,81	5,38	1	6,02	4,89	5,34	4,82	5,16	26,23	5,05
2	6,04	5,38	5,41	5,93	6,21	28,97	5,79	2	5,94	4,98	5,26	6,03	5,36	27,57	5,51
3	4,78	5,03	4,83	6,12	6,12	26,88	5,38	3	6,04	5,92	5,83	5,99	6,01	29,79	5,96
4	5,83	6,13	5,54	5,47	5,72	28,69	5,74	4	4,98	5,73	5,25	6,12	5,37	27,45	5,49
5	4,85	5,47	6,12	4,87	5,63	26,94	5,39	5	5,63	5,76	6,05	4,98	6,01	28,43	5,69
6	5,99	5,83	4,67	5,93	5,73	28,15	5,63	6	6,05	5,37	5,86	5,82	4,98	28,08	5,62
$\sum \bar{x}_3$							33,3	$\sum \bar{x}_4$							33,3
$\bar{X}_3 = \sum \bar{X}_3/n$							5,55	$\bar{X}_4 = \sum \bar{X}_4/n$							5,55
Sub Grup	SK 2 (Water Jacket)							Sub Grup	SK 2 (Water Jacket)						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 5								Elemen Kerja 6						
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5		
1	5,61	5,18	5,92	6,13	5,29	28,13	5,63	1	11,45	12,05	11,93	12,67	10,93	59,03	11,90
2	6,48	6,12	5,93	6,05	5,74	30,32	6,06	2	11,89	12,42	11,02	12,03	11,53	58,89	11,78
3	6,29	5,93	6,84	5,79	5,83	30,68	6,14	3	11,43	13,23	14,03	12,54	10,56	61,79	12,36
4	6,12	6,54	5,94	6,31	6,42	31,33	6,27	4	13,09	12,58	12,31	11,32	12,46	61,76	12,35
5	7,09	6,57	5,98	7,12	5,98	32,74	6,55	5	11,95	11,32	10,32	12,13	11,53	57,25	11,45
6	5,93	5,34	7,02	5,73	6,31	30,33	6,07	6	12,37	13,05	12,24	11,13	10,36	59,15	11,83
$\sum \bar{x}_5$							36,71	$\sum \bar{x}_6$							71,7
$\bar{X}_5 = \sum \bar{X}_5/n$							6,12	$\bar{X}_6 = \sum \bar{X}_6/n$							11,94
Sub Grup	SK 2 (Water Jacket)							Sub Grup	SK 2 (Water Jacket)						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 7								Elemen Kerja 8						
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5		
1	5,43	6,13	5,41	6,42	6,25	29,64	6,05	1	6,04	5,73	5,78	6,13	5,93	29,61	5,89
2	6,02	5,47	4,87	6,41	4,63	27,40	5,48	2	5,89	6,38	5,49	6,04	5,48	29,28	5,86
3	4,87	6,11	4,56	5,23	5,84	26,61	5,32	3	6,42	5,87	6,12	5,87	6,06	30,34	6,07
4	5,48	4,62	5,84	6,12	4,67	26,73	5,35	4	5,75	6,02	6,13	5,76	6,26	29,92	5,98
5	6,11	6,04	5,91	5,84	6,05	29,95	5,99	5	5,87	6,42	5,74	6,13	5,67	29,83	5,97
6	5,37	6,14	6,02	5,67	5,48	28,68	5,74	6	6,02	5,48	6,13	5,98	5,83	29,44	5,89
$\sum \bar{x}_7$							33,93	$\sum \bar{x}_8$							35,7
$\bar{X}_7 = \sum \bar{X}_7/n$							5,65	$\bar{X}_8 = \sum \bar{X}_8/n$							5,94
Sub Grup	SK 2 (Water Jacket)							Sub Grup	SK 2 (Water Jacket)						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 9								Elemen Kerja 10						
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5		
1	5,21	6,06	5,35	4,12	3,92	24,66	4,86								
2	4,14	4,21	5,24	5,67	5,16	24,42	4,88								
3	5,03	3,89	4,52	5,31	5,12	23,87	4,77								
4	3,87	4,26	3,92	3,91	4,29	20,25	4,05								
5	4,32	5,34	4,35	6,03	4,21	24,25	4,85								
6	5,14	5,12	3,92	3,89	4,12	22,19	4,44								
$\sum \bar{x}_9$							27,86								
$\bar{X}_9 = \sum \bar{X}_9/n$							4,64								

Tabel A.1 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Lini Core/63 (Lanjutan)

Sub Grup	SK 5 (Bypass Core)							Sub Grup	SK 5 (Bypass Core)						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 2						
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2		X3	X4	X5				
1	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	155,00	31,00	1	5,91	7,21	7,1	7,12	7,37	34,71	7,20
2	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	155,00	31,00	2	7,37	7,43	7,38	7,41	6,96	36,55	7,31
3	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	155,00	31,00	3	7,12	7,16	6,74	7,16	7,12	35,30	7,06
4	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	155,00	31,00	4	6,46	7,47	6,21	7,15	6,95	34,24	6,85
5	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	155,00	31,00	5	7,23	7,34	7,25	7,44	6,99	36,25	7,25
6	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	155,00	31,00	6	7,16	7,14	7,12	7,23	7,46	36,11	7,22
$\sum \bar{x}_1$							186	$\sum \bar{x}_2$							42,89
$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1/n$							31,00	$\bar{X}_2 = \sum \bar{X}_2/n$							7,15
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 3								Elemen Kerja 4						
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2		X3	X4	X5				
	1	9,42	8,69	9,27	10,32	10,27	47,96		9,64	1	3,96	4,37	4,43	4,59	4,61
2	10,42	10,24	10,37	10,82	9,87	51,71	10,34	2	4,23	4,65	4,68	4,76	4,78	23,09	4,62
3	10,32	10,77	10,78	10,37	9,63	51,86	10,37	3	4,21	4,66	4,39	4,36	4,49	22,10	4,42
4	9,32	10,92	10,92	10,42	9,31	50,87	10,17	4	4,56	4,33	4,41	4,68	4,21	22,18	4,44
5	10,28	10,27	10,32	10,27	10,27	51,40	10,28	5	4,62	4,10	4,46	4,56	4,71	22,44	4,49
6	10,82	10,87	10,44	10,82	10,98	53,92	10,78	6	4,12	4,64	4,61	4,77	4,78	22,91	4,58
$\sum \bar{x}_3$							61,59	$\sum \bar{x}_4$							27,04
$\bar{X}_3 = \sum \bar{X}_3/n$							10,26	$\bar{X}_4 = \sum \bar{X}_4/n$							4,51
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 5								Elemen Kerja 6						
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2		X3	X4	X5				
	1	10,63	10,84	10,88	10,27	10,92	53,54		10,73	1	22,91	20,36	20,87	20,87	20,32
2	10,61	10,94	10,64	10,90	10,87	53,96	10,79	2	20,91	19,82	19,93	20,96	21,24	102,86	20,57
3	10,88	10,65	10,91	10,58	10,32	53,34	10,67	3	19,86	20,41	21,32	20,31	19,99	101,89	20,38
4	10,29	10,61	10,94	10,64	10,32	52,79	10,56	4	21,37	20,54	20,87	20,36	20,87	103,99	20,80
5	10,20	10,92	10,87	10,91	10,96	53,87	10,77	5	20,82	21,31	20,36	20,36	21,43	104,28	20,86
6	10,49	10,82	10,33	10,95	10,94	53,52	10,70	6	19,87	20,92	20,77	21,01	21,46	104,02	20,80
$\sum \bar{x}_5$							64,23	$\sum \bar{x}_6$							124
$\bar{X}_5 = \sum \bar{X}_5/n$							10,70	$\bar{X}_6 = \sum \bar{X}_6/n$							20,67
Sub Grup	SK 6 (Assembly 1)							Sub Grup	SK 6 (Assembly 1)						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 2						
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2		X3	X4	X5				
1	7,74	7,74	7,74	7,74	7,74	38,70	7,74	1	0,97	1,03	0,96	0,96	1,04	4,96	1,00
2	7,74	7,74	7,74	7,74	7,74	38,70	7,74	2	1,02	0,98	1,04	1,02	1,02	5,08	1,02
3	7,74	7,74	7,74	7,74	7,74	38,70	7,74	3	1,04	1,02	0,87	0,98	1,03	4,94	0,99
4	7,74	7,74	7,74	7,74	7,74	38,70	7,74	4	0,99	0,96	1,04	0,87	1,03	4,89	0,98
5	7,74	7,74	7,74	7,74	7,74	38,70	7,74	5	1,02	1,04	1,02	0,97	1,04	5,09	1,02
6	7,74	7,74	7,74	7,74	7,74	38,70	7,74	6	1,03	1,01	1,02	0,98	1,37	5,41	1,08
$\sum \bar{x}_1$							46,44	$\sum \bar{x}_2$							6,081
$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1/n$							7,74	$\bar{X}_2 = \sum \bar{X}_2/n$							1,01

Tabel A.1 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Lini Core/63 (Lanjutan)

		SK 6 (Assembly 1)									SK 6 (Assembly 1)						
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		
	Elemen Kerja 3								Elemen Kerja 4								
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5				
1	2,67	2,51	2,56	3,09	2,99	13,82	2,79	1	3,34	4,23	3,46	3,01	4,61	18,65	3,83		
2	2,89	2,87	3,09	2,48	2,76	11,61	2,90	2	4,29	3,33	4,75	3,64	3,61	19,61	3,92		
3	2,38	2,73	2,52	2,63	2,92	13,18	2,64	3	4,32	3,31	3,98	3,31	3,64	18,56	3,71		
4	2,43	2,44	3,74	2,35	4,57	15,53	3,11	4	3,64	3,24	3,49	4,24	5,16	19,78	3,96		
5	3,82	2,52	2,98	2,43	2,51	14,26	2,85	5	4,59	3,46	3,28	3,61	3,94	18,88	3,78		
6	2,51	2,92	3,85	2,81	3,12	15,21	3,04	6	3,68	4,19	3,65	3,94	3,68	19,13	3,83		
							$\sum \bar{x}_3$	17,32								$\sum \bar{x}_4$	23,02
							$\bar{X}_3 = \sum \bar{X}_3/n$	2,89								$\bar{X}_4 = \sum \bar{X}_4/n$	3,84
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		
	Elemen Kerja 5								Elemen Kerja 6								
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5				
1	6,48	5,93	7,54	7,48	7,32	34,75	7,07	1	8,82	9,37	9,32	9,68	9,74	46,93	9,53		
2	5,93	5,99	7,33	7,09	6,87	33,21	6,64	2	9,92	9,74	10,23	10,11	9,85	49,85	9,97		
3	6,38	7,37	5,48	5,64	8,02	32,89	6,58	3	8,09	8,82	9,78	9,89	9,78	46,36	9,27		
4	7,24	6,86	8,11	6,94	7,53	36,68	7,34	4	10,12	9,78	8,98	11,02	9,54	49,44	9,89		
5	5,83	8,05	7,36	6,34	5,98	33,56	6,71	5	10,73	8,92	8,37	9,12	8,58	45,72	9,14		
6	6,98	7,47	7,23	8,02	5,98	35,68	7,14	6	9,03	9,14	11,02	10,37	9,58	49,14	9,83		
							$\sum \bar{x}_5$	41,47								$\sum \bar{x}_6$	57,63
							$\bar{X}_5 = \sum \bar{X}_5/n$	6,91								$\bar{X}_6 = \sum \bar{X}_6/n$	9,60
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		
	Elemen Kerja 7								Elemen Kerja 8								
	X1	X2	X3	X4	X5				X1	X2	X3	X4	X5				
1	2,01	2,45	2,05	1,99	1,57	10,06	2,01	1	6,48	5,93	7,42	7,48	7,32	34,63	7,04		
2	1,99	2,06	1,99	2,05	1,89	9,97	1,99	2	5,93	5,99	7,33	7,09	6,87	33,21	6,64		
3	1,99	1,79	2,06	2,37	2,06	10,27	2,05	3	6,38	7,37	5,48	5,93	8,02	33,18	6,64		
4	2,76	2,06	1,94	2,05	1,91	10,71	2,14	4	7,24	6,86	7,64	5,94	7,53	35,21	7,04		
5	2,01	2,53	2,76	2,35	2,08	11,72	2,34	5	5,83	7,32	7,36	6,34	5,98	32,83	6,57		
6	2,06	1,98	1,99	1,89	2,06	9,97	1,99	6	6,98	7,47	7,23	7,65	5,98	35,31	7,06		
							$\sum \bar{x}_7$	12,54								$\sum \bar{x}_8$	40,99
							$\bar{X}_7 = \sum \bar{X}_7/n$	2,09								$\bar{X}_8 = \sum \bar{X}_8/n$	6,83
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata										
	Elemen Kerja 9																
	X1	X2	X3	X4	X5												
1	4,51	4,74	4,24	3,98	4,58	22,04	4,38										
2	4,72	4,14	4,31	4,32	4,86	22,36	4,47										
3	4,60	4,52	4,54	3,87	4,43	21,97	4,39										
4	4,33	4,55	3,61	3,18	4,30	19,97	3,99										
5	4,32	3,42	4,25	3,12	3,44	18,55	3,71										
6	4,76	4,28	4,34	3,59	3,83	20,80	4,16										
							$\sum \bar{x}_9$	25,11									
							$\bar{X}_9 = \sum \bar{X}_9/n$	4,18									

Tabel A.1 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Lini Core/63 (Lanjutan)

Sub Grup	SK 7 (Assembly 2)							Sub Grup	SK 7 (Assembly 2)						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 2						
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2		X3	X4	X5				
1	4,83	4,78	3,98	4,78	5,03	23,40	4,64	1	10,72	11,02	9,98	10,42	11,02	53,16	10,61
2	5,02	4,68	3,87	3,89	4,67	22,13	4,43	2	9,98	10,65	10,68	9,87	11,04	52,22	10,44
3	3,98	3,98	4,98	4,93	5,03	22,90	4,58	3	10,37	9,98	10,27	10,42	11,02	52,06	10,41
4	4,87	3,92	5,02	4,56	3,87	22,24	4,45	4	10,86	11,01	9,98	9,78	10,37	52,00	10,40
5	4,37	3,87	5,03	4,76	3,98	22,01	4,40	5	9,99	9,78	10,72	11,01	9,97	51,47	10,29
6	3,87	5,02	4,38	4,35	3,87	21,49	4,30	6	10,32	11,02	10,83	9,78	9,92	51,87	10,37
						$\sum \bar{x}_1$	26,8							$\sum \bar{x}_2$	62,53
						$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1/n$	4,47							$\bar{X}_2 = \sum \bar{X}_2/n$	10,42
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 3								Elemen Kerja 4						
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2		X3	X4	X5				
1	11,42	10,88	14,63	9,98	10,82	57,73	11,58	1	23,82	24,03	23,88	25,74	22,91	120,38	24,14
2	10,74	15,92	8,93	11,35	9,82	56,76	11,35	2	24,03	23,84	23,73	24,01	22,87	118,48	23,70
3	9,98	11,62	10,84	10,73	14,92	58,09	11,62	3	22,67	24,01	23,47	25,43	24,01	119,59	23,92
4	11,52	11,83	9,98	10,67	9,98	53,98	10,80	4	26,83	24,01	23,91	23,35	23,19	121,29	24,26
5	9,82	10,92	12,02	11,24	11,43	55,43	11,09	5	23,52	25,41	22,93	22,83	24,02	118,71	23,74
6	9,98	14,98	12,34	12,01	11,52	60,83	12,17	6	23,72	22,83	26,12	24,01	23,45	120,13	24,03
						$\sum \bar{x}_3$	68,6							$\sum \bar{x}_4$	143,8
						$\bar{X}_3 = \sum \bar{X}_3/n$	11,43							$\bar{X}_4 = \sum \bar{X}_4/n$	23,96
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata	Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 5								Elemen Kerja 6						
	X1	X2	X3	X4	X5	X1	X2		X3	X4	X5				
1	7,83	8,53	6,94	11,63	8,93	43,86	9,01	1	12,01	11,83	13,63	10,98	11,53	59,98	11,99
2	7,83	10,01	8,73	9,92	10,34	46,83	9,37	2	11,93	15,01	10,82	12,52	11,42	61,70	12,34
3	9,74	7,86	9,82	10,12	8,73	46,27	9,25	3	12,83	13,87	11,63	10,98	15,98	65,29	13,06
4	7,93	9,84	8,52	10,02	8,63	44,94	8,99	4	10,94	12,92	11,24	13,03	10,93	59,06	11,81
5	8,43	11,03	9,82	7,82	8,53	45,63	9,13	5	11,83	11,24	12,01	15,52	10,98	61,58	12,32
6	10,01	7,82	8,73	11,98	9,82	48,36	9,67	6	11,92	10,98	11,33	12,52	12,01	58,76	11,75
						$\sum \bar{x}_5$	55,41							$\sum \bar{x}_6$	73,27
						$\bar{X}_5 = \sum \bar{X}_5/n$	9,24							$\bar{X}_6 = \sum \bar{X}_6/n$	12,21

Hasil dari pengukuran waktu pada Lini *Molding* untuk produk *Cylinder Block* dengan 30 kali pengamatan dapat dilihat pada Tabel A.2

Tabel A.2 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Lini *Molding*

Sub Grup	SK 1							Sub Grup	SK 1						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 2						
X1	X2	X3	X4	X5			X1	X2	X3	X4	X5				
1	25,02	25,02	25,02	25,02	25,02	125,10	25,02	1	2,26	1,99	1,98	2,21	1,72	10,16	1,97
2	25,02	25,02	25,02	25,02	25,02	125,10	25,02	2	2,44	2,16	1,94	2,38	1,88	10,78	2,16
3	25,02	25,02	25,02	25,02	25,02	125,10	25,02	3	2,38	2,33	2,32	2,42	2,38	11,81	2,36
4	25,02	25,02	25,02	25,02	25,02	125,10	25,02	4	2,45	2,00	1,96	2,10	1,96	10,45	2,09
5	25,02	25,02	25,02	25,02	25,02	125,10	25,02	5	1,99	2,36	2,31	2,12	1,97	10,73	2,15
6	25,02	25,02	25,02	25,02	25,02	125,10	25,02	6	2,12	2,50	2,43	2,47	2,52	12,03	2,41
						$\sum \bar{x}_1$	150,1							$\sum \bar{x}_2$	13,13
						$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1 / n$	25,02							$\bar{X}_2 = \sum \bar{X}_2 / n$	2,19
Sub Grup	SK 2							Sub Grup	SK 3						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 1						
X1	X2	X3	X4	X5			X1	X2	X3	X4	X5				
1	5,56	4,83	5,06	5,56	4,99	25,99	5,11	1	3,39	3,92	3,36	3,89	3,23	17,78	3,60
2	5,49	5,07	4,92	5,22	4,61	25,30	5,06	2	3,61	3,25	3,58	3,67	3,40	17,50	3,50
3	4,94	5,53	4,88	4,83	5,01	25,17	5,03	3	3,67	3,58	3,57	3,42	3,33	17,57	3,51
4	5,09	4,87	5,11	5,39	4,83	25,28	5,06	4	3,33	3,38	3,76	3,42	3,55	17,43	3,49
5	4,62	4,92	5,53	5,38	4,83	25,27	5,05	5	3,59	3,50	3,39	3,25	3,60	17,33	3,47
6	4,72	4,88	5,34	5,51	5,09	25,53	5,11	6	3,41	3,37	3,61	3,22	3,30	16,91	3,38
						$\sum \bar{x}_1$	30,42							$\sum \bar{x}_1$	20,95
						$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1 / n$	5,07							$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1 / n$	3,49
Sub Grup	SK 4							Sub Grup	SK 5						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 1						
X1	X2	X3	X4	X5			X1	X2	X3	X4	X5				
1	3,84	3,44	3,46	3,50	3,56	17,79	3,49	1	3,47	3,61	3,57	3,54	3,54	17,74	3,57
2	3,70	3,64	3,77	3,60	3,50	18,20	3,64	2	3,44	3,72	3,36	3,44	3,38	17,33	3,47
3	3,79	3,45	3,37	3,47	3,50	17,58	3,52	3	3,45	3,55	3,53	3,46	3,77	17,75	3,55
4	3,46	3,59	3,46	3,78	3,47	17,75	3,55	4	3,49	3,77	3,49	3,76	3,41	17,91	3,58
5	3,60	3,48	3,76	3,47	3,62	17,92	3,58	5	3,54	3,59	3,54	3,59	3,43	17,69	3,54
6	3,77	3,53	3,46	3,55	3,53	17,82	3,56	6	3,56	3,49	3,37	3,49	3,54	17,44	3,49
						$\sum \bar{x}_1$	21,34							$\sum \bar{x}_1$	21,19
						$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1 / n$	3,56							$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1 / n$	3,53
Sub Grup	SK 6														
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata								
	Elemen Kerja 1														
X1	X2	X3	X4	X5											
1	1,32	1,42	1,23	1,57	1,18	6,72	1,35								
2	1,43	1,37	1,18	1,32	1,19	6,49	1,30								
3	1,45	1,54	1,23	1,45	1,31	6,98	1,40								
4	1,26	1,15	1,08	1,43	1,65	6,57	1,31								
5	1,35	1,37	1,42	1,12	1,32	6,58	1,32								
6	1,27	1,13	1,43	1,36	1,43	6,62	1,32								
						$\sum \bar{x}_1$	7,998								
						$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1 / n$	1,33								

Hasil dari pengukuran waktu pada Lini *Melting* untuk produk *Cylinder Block* dengan 30 kali pengamatan dapat dilihat pada Tabel A.3

Tabel A.3 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Lini *Melting*

Sub Grup	SK 1						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 1						
X1	X2	X3	X4	X5			
1	14,64	12,73	12,03	12,53	11,75	63,67	12,26
2	12,25	12,29	15,28	14,87	12,55	67,23	13,45
3	14,76	12,52	14,92	12,87	12,50	67,56	13,51
4	12,79	11,83	12,43	12,37	12,16	61,59	12,32
5	14,56	12,21	11,76	11,94	11,91	62,39	12,48
6	13,09	14,65	12,03	12,50	12,30	64,57	12,91
						$\sum \bar{x}_1$	76,93
						$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1/n$	12,82

Hasil dari pengukuran waktu pada Lini *Pouring* untuk produk *Cylinder Block* dengan 30 kali pengamatan dapat dilihat pada Tabel A.4

Tabel A.4 Pengukuran Waktu Siklus (dalam detik) Lini *Pouring*

Sub Grup	SK 1							Sub Grup	SK 1						
	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata		Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata
	Elemen Kerja 1								Elemen Kerja 2						
X1	X2	X3	X4	X5			X1	X2	X3	X4	X5				
1	3,12	2,56	2,67	2,72	2,98	14,05	2,73	1	10,94	10,73	11,36	11,02	10,94	55,00	11,01
2	2,87	2,53	3,09	2,41	2,48	13,38	2,68	2	11,24	11,17	11,25	11,45	11,12	56,24	11,25
3	2,68	3,42	2,48	2,48	3,07	14,13	2,83	3	11,28	11,19	11,21	10,98	11,21	55,86	11,17
4	2,49	2,41	2,41	3,21	2,43	12,94	2,59	4	10,97	10,47	11,19	11,13	10,92	54,69	10,94
5	3,21	2,40	3,12	3,11	2,52	14,36	2,87	5	10,67	10,94	11,16	10,94	10,91	54,62	10,92
6	2,45	2,57	3,02	2,54	3,01	13,59	2,72	6	10,95	11,12	10,62	11,21	10,94	54,83	10,97
						$\sum \bar{x}_1$	16,41						$\sum \bar{x}_2$	66,26	
						$\bar{X}_1 = \sum \bar{X}_1/n$	2,74						$\bar{X}_2 = \sum \bar{X}_2/n$	11,04	
Sub Grup	Waktu Pengamatan (detik)					Jumlah	Rata-rata								
	Elemen Kerja 3														
	X1	X2	X3	X4	X5										
1	9,23	8,52	9,43	8,21	8,24	43,63	8,60								
2	9,13	8,32	9,32	8,24	9,32	44,33	8,87								
3	9,08	8,21	9,32	8,32	8,50	43,43	8,69								
4	8,43	9,32	8,32	8,19	8,19	42,45	8,49								
5	8,24	9,04	9,07	8,32	9,13	43,80	8,76								
6	9,33	8,21	8,38	8,21	9,74	43,86	8,77								
						$\sum \bar{x}_3$	52,17								
						$\bar{X}_3 = \sum \bar{X}_3/n$	8,70								

LAMPIRAN B

Faktor Kelonggaran Operator *Line Core Cylinder Block*

Stasiun Kerja 1 Cylinder Block			
No	Allowance		Nilai
1	Kebutuhan Pribadi	Pria	1%
2	Keadaan Lingkungan	Sangat Bising	3%
3	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat Ringan	3%
4	Sikap Kerja	Berdiri diatas dua kaki	2%
5	Gerakan Kerja	Normal	0%
6	Kelelahan Mata	Pandangan yang Terputus-putus	2%
7	Temperatur Tempat Kerja	Normal	3%
Total Faktor Kelonggaran			14%

(Sumber: Departemen Produksi)

Faktor Kelonggaran Operator *Line Moulding Cylinder Block*

Stasiun Kerja 2 Cylinder Block			
No	Allowance		Nilai
1	Kebutuhan Pribadi	Pria	1%
2	Keadaan Lingkungan	Sangat Bising	3%
3	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat Ringan	2%
4	Sikap Kerja	Membungkuk	2%
5	Gerakan Kerja	Normal	0%
6	Kelelahan Mata	Pandangan terputus-putus	2%
7	Temperatur Tempat Kerja	Normal	2%
Total Faktor Kelonggaran			12%

(Sumber: Departemen Produksi)

Faktor Kelonggaran Operator *Line Melting Cylinder Block*

Stasiun Kerja 3 Cylinder Block			
No	Allowance		Nilai
1	Kebutuhan Pribadi	Pria	1%
2	Keadaan Lingkungan	Sangat Bising	3%
3	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat Ringan	1%
4	Sikap Kerja	Berdiri diatas dua kaki	2%
5	Gerakan Kerja	Agak terbatas	2%
6	Kelelahan Mata	Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	7,5%
7	Temperatur Tempat Kerja	Tinggi	5%
Total Faktor Kelonggaran			21,5%

(Sumber: Departemen Produksi)

Faktor Kelonggaran Operator *Line Pouring Cylinder Block*

Stasiun Kerja 4 Cylinder Block			
No	Allowance		Nilai
1	Kebutuhan Pribadi	Pria	1%
2	Keadaan Lingkungan	Adanya faktor penurunan kualitas	2%
3	Tenaga yang dikeluarkan	Ringan	6%
4	Sikap Kerja	Berdiri diatas dua kaki	2%
5	Gerakan Kerja	Agak terbatas	2%
6	Kelelahan Mata	Pandangan yang sampai terus menerus	6%
7	Temperatur Tempat Kerja	Tinggi	5%
Total Faktor Kelonggaran			24%

(Sumber: Departemen Produksi)

Faktor Kelonggaran Operator *Line Finishing Cylinder Block*

Stasiun Kerja 5 Cylinder Block			
No	Allowance		Nilai
1	Kebutuhan Pribadi	Pria	1%
2	Keadaan Lingkungan	Sangat Bising	2%
3	Tenaga yang dikeluarkan	Ringan	6%
4	Sikap Kerja	Berdiri diatas dua kaki	1%
5	Gerakan Kerja	Normal	0
6	Kelelahan Mata	Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	7,5%
7	Temperatur Tempat Kerja	Sedang	0%
Total Faktor Kelonggaran			17,5%

(Sumber: Departemen Produksi)

LAMPIRAN C

Hasil dari *Focus Group Discussion* dengan 6 orang yang ahli dibidangnya

No	10 Waste dalam lini produksi	7 waste utama
1	Operator memproduksi <i>core pipe</i> sebanyak – banyaknya menghindari kekurangan <i>stock</i> pada saat <i>core pipe</i> dibutuhkan.	<i>Overproduction</i>
2	Perbedaan lokasi produksi membuat transfer produk membutuhkan waktu yang cukup lama	<i>Transportation</i>
3	<i>F/G</i> dari <i>pouring</i> menumpuk di area <i>finishing</i> karena permintaan tinggi sehingga produksi meningkat sedangkan luas ruang produksi tidak cukup.	<i>Inventory</i>
4	Ada proses yang tidak sesuai dengan Standar Urutan Kerja.	<i>Process</i>
5	Proses <i>shoot blast</i> ada 2 (dua) dengan cara dan tujuan yang sama hanya berbeda di alatnya.	
6	Terdapat elemen kerja yang seharusnya dapat dihilangkan namun masih dilakukan	
7	Bagian <i>end rear</i> dan <i>end rail</i> yang belum selesai berdampak pada operator di proses <i>assembly 1</i> menunggu	<i>Waiting</i>
8	Operator sering mondar mandir mengambil keranjang	<i>Motion</i>
9	Cacat produk karena operator mengerjakan dengan terburu buru	<i>Defect</i>
10	Cacat produk karena operator memotong dengan menggunakan mesin yang sudah aus	

LAMPIRAN D

KUESIONER PENELITIAN

Responden yang Terhormat:

Perkenalkan, nama saya Fifi Arum Wijayanti, Mahasiswa Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I, Jurusan Teknik Industri Otomotif yang sedang melakukan penelitian mengenai “Penerapan *Value Stream Mapping* Untuk Mengurangi Pemborosan Pada Proses Produksi *Cylinder Block* ES01 di PT Asian Isuzu Casting Center”. Untuk mengetahui pemborosan apa saja yang terdapat selama proses produksi *cylinder block* ES01 berlangsung, saya selaku peneliti meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk membantu penelitian ini dengan mengisi kuesioner dan memberikan jawaban yang jujur sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Atas kesediaannya saya ucapkan terima kasih.

Hormat Saya,

Fifi Arum Wijayanti

NIM: 1114028

KUESIONER IDENTIFIKASI WASTE WASTE ASSESMENT MODEL (WAM)

Penelitian

Penelitian kuesioner untuk menjangkau penilaian praktisi mengenai pemahaman terhadap *waste* dan keterkaitan antar *waste* yang terjadi selama proses produksi *cylinder block* ES01 di PT Asian Isuzu Casting Center. Penelitian kuesioner ini nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam upaya menentukan dan mengetahui hubungan antar *waste* yang terjadi selama proses produksi.

Penjelasan

1. Maksud penelitian adalah untuk mendapatkan penilaian ahli yang sifatnya subjektif, sehingga jawaban responden dibuat berdasarkan persepsi responden atas penilaian-penilaian hubungan dari masing-masing *waste* yang timbul selama proses produksi *cylinder block* ES01.
2. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi *waste* yang timbul selama proses produksi *cylinder block* ES01 berdasarkan penilaian ahli berdasarkan hubungan keterkaitan *waste* yang timbul selama proses produksi berlangsung.
3. Penelitian ini berguna untuk peneliti guna melengkapi salah satu syarat dalam penyelesaian pendidikan pada program studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I.
4. Adapun untuk memperoleh masukan pada poin 1 diatas, maka yang akan dijadikan responden (yang dianggap ahli) adalah para praktisi yang bertanggung jawab langsung dan melakukan pengawasan kegiatan selama proses produksi *cylinder block* ES01 di *plant* 1 dan *plant* 2 PT Asian Isuzu Casting Center.
5. Mengingat pentingnya masukan dari Bapak/Ibu, maka kami memohon kiranya Bapak/Ibu dapat membantu sepenuhnya dengan mengisi penilaian dengan sungguh-sungguh agar hasil yang dicapai dapat memberikan sumbangan yang positif serta sebagai bahan pertimbangan untuk kedepannya bagi PT Asian Isuzu Casting Center.

DATA RESPONDEN

Sifat penelitian ini adalah penelitian akademi, maka dari itu untuk menjamin keakuratan masukan yang Bapak/Ibu berikan, kami mengharapkan Bapak/Ibu berkenn mengisi data-data kuesioner ini berupa identitas diri di bawah ini:

- Nama :
- Jenis Kelamin : Laki-Laki/Perempuan *
- Jabatan :
- Pendidikan Terakhir :
- Masa Kerja :

(* Coret yang tidak perlu)

Tanda Tangan

.....

PRINSIP DASAR DAN PETUNJUK PENGISIAN

PRINSIP DASAR

Tujuan utama dari sistem *lean manufacturing* adalah untuk mengurangi *waste*. *Waste* adalah segala sesuatu yang tidak bernilai atau tidak memiliki nilai tambah dimana pelanggan tidak mau membayarnya. Sehingga perusahaan perlu mengidentifikasi *waste* yang timbul agar dapat di eliminasi.

Terdapat delapan jenis pemborosan yang di definisikan oleh Liker (2006), diantaranya sebagai berikut:

1. Produksi berlebih, Memproduksi sesuatu lebih awal dari yang dibutuhkan atau memproduksi dalam jumlah yang lebih besar dari pada yang dibutuhkan pelanggan.
2. Menunggu, Kondisi dimana tidak terdapat aktivitas yang terjadi pada produk, maupun pekerja seperti operator menunggu *material*. Sehingga mengakibatkan waktu tunggu yang lama.
3. Transportasi berlebih, Proses perpindahan *material* dengan jarak yang dekat maupun jauh dari satu proses ke proses berikut yang dapat mengakibatkan waktu penanganan *material* bertambah.
4. Proses berlebih, Proses yang tidak efisien karena alat atau rancangan produk yang kurang baik menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan menghasilkan barang cacat.
5. Persediaan berlebih, kelebihan penyimpanan dan *delay material* maupun produk sehingga mengakibatkan peningkatan biaya dan penurunan kualitas.
6. Gerakan tidak perlu, Pergerakan dari operator yang berhubungan dengan kondisi lingkungan kerja tidak menambah nilai tetapi hanya menambah biaya dan waktu saja.
7. Produk cacat, pengerjaan ulang (*rework*) pada produk maupun pada desain serta cacat pada produk yang dihasilkan maka harus dimusnahkan.
8. Kreativitas karyawan yang tidak dimanfaatkan, kehilangan waktu, gagasan, keterampilan, peningkatan dan kesempatan belajar hanya karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan

PETUNJUK PENGISIAN

Kuesioner ini terdiri atas 31 pertanyaan mengenai hubungan keterkaitan antar *waste*. Masing-masing hubungan keterkaitan *waste* terdiri atas 6 pertanyaan yang memiliki beberapa alternatif pilihan, pilihan tersebut terdiri dari A B dan C.

Pilihlah satu diantara pilihan jawaban yang tersedia dengan tanda (X).

Contoh : (*Waste Relationship Matrix* antara *Overproduction* dengan *Inventory*)

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>overproduction</i> mengakibatkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu <input checked="" type="checkbox"/> Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>overproduction</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>inventory</i> naik <input checked="" type="checkbox"/> Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>inventory</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas <input checked="" type="checkbox"/> Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>overproduction</i> pada <i>inventory</i> dicapai melalui	a. Metode teknik <input checked="" type="checkbox"/> Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> , berpengaruh kepada:	<input checked="" type="checkbox"/> Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>overproduction</i> pada <i>inventory</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi <input checked="" type="checkbox"/> Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Overproduction* dengan *Inventory*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>overproduction</i> mengakibatkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>overproduction</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>inventory</i> naik b. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>inventory</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminsi akibat <i>overproduction</i> pada <i>inventory</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampai <i>overproduction</i> pada <i>inventory</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Overproduction dengan Defect

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>overproduction</i> mengakibatkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang d. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>overproduction</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>defect</i> naik b. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>defect</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>overproduction</i> pada <i>defect</i> dicapai melalui	a. Metode teknik d. Sederhana dan langsung e. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampai <i>overproduction</i> pada <i>defect</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Overproduction dengan Motion

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>overproduction</i> mengakibatkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>overproduction</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>motion</i> naik b. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>motion</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>overproduction</i> pada <i>motion</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampai <i>overproduction</i> pada <i>motion</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Overproduction dengan Transportation

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>overproduction</i> mengakibatkan <i>transportation</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>overproduction</i> dan <i>transportation</i> ?	a. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>transportation</i> naik b. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>transportation</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>transportation</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>overproduction</i> pada <i>transportation</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>transportation</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampai <i>overproduction</i> pada <i>transportation</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Overproduction dengan Waiting

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>overproduction</i> mengakibatkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>overproduction</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>waiting</i> naik b. Jika <i>overproduction</i> naik, maka <i>waiting</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>overproduction</i> pada <i>waiting</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>overproduction</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampai <i>overproduction</i> pada <i>waiting</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Inventory dengan Overproduction

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>inventory</i> mengakibatkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>inventory</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika <i>inventory</i> naik, maka <i>overproduction</i> naik b. Jika <i>inventory</i> naik, maka <i>overproduction</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>inventory</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>inventory</i> pada <i>overproduction</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>inventory</i> , berpengaruh kepada :	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>inventory</i> pada <i>overproduction</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Inventory dengan Defect

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>inventory</i> mengakibatkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>inventory</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika <i>inventory</i> naik, maka <i>defect</i> naik b. Jika <i>inventory</i> naik, maka <i>defect</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>inventory</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>inventory</i> pada <i>defect</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>inventory</i> , berpengaruh kepada :	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>inventory</i> pada <i>defect</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Inventory* dengan *Motion*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>inventory</i> mengakibatkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>inventory</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika <i>inventory</i> naik, maka <i>motion</i> naik b. Jika <i>inventory</i> naik, maka <i>motion</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>inventory</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>inventory</i> pada <i>motion</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>inventory</i> , berpengaruh kepada :	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>inventory</i> pada <i>motion</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Inventory* dengan *Transportation*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>inventory</i> mengakibatkan <i>transportation</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>inventory</i> dan <i>transportation</i> ?	a. Jika <i>inventory</i> naik, maka <i>transportation</i> naik b. Jika <i>inventory</i> naik, maka <i>transportation</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>transportation</i> dikarenakan oleh <i>inventory</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>inventory</i> pada <i>transportation</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>transportation</i> dikarenakan oleh <i>inventory</i> , berpengaruh kepada :	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>inventory</i> pada <i>transportation</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Defect dengan Overproduction

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>defect</i> mengakibatkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>defect</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>overproduction</i> naik b. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>overproduction</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>defect</i> pada <i>overproduction</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>defect</i> pada <i>overproduction</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Defect* dengan *Inventory*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>defect</i> mengakibatkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>defect</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>inventory</i> naik b. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>inventory</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>defect</i> pada <i>inventory</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>defect</i> pada <i>inventory</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Defect dengan Motion

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>defect</i> mengakibatkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>defect</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>motion</i> naik b. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>motion</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>defect</i> pada <i>motion</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>defect</i> pada <i>motion</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Defect dengan Transportation

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>defect</i> mengakibatkan <i>transportation</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>defect</i> dan <i>transportation</i> ?	a. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>transportation</i> naik b. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>transportation</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>transportation</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>defect</i> pada <i>transportation</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>transportation</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>defect</i> pada <i>transportation</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Defect dengan Waiting

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>defect</i> mengakibatkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>defect</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>waiting</i> naik b. Jika <i>defect</i> naik, maka <i>waiting</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>defect</i> pada <i>waiting</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>defect</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>defect</i> pada <i>waiting</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Motion dengan Inventory

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>motion</i> mengakibatkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>motion</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika <i>motion</i> naik, maka <i>inventory</i> naik b. Jika <i>motion</i> naik, maka <i>inventory</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>motion</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>motion</i> pada <i>inventory</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>motion</i> berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>motion</i> pada <i>inventory</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Motion dengan Defect

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>motion</i> mengakibatkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>motion</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika <i>motion</i> naik, maka <i>defect</i> naik b. Jika <i>motion</i> naik, maka <i>defect</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>motion</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>motion</i> pada <i>defect</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>motion</i> berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>motion</i> pada <i>defect</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi d. Tingkatan menengah e. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Motion dengan Process

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>motion</i> mengakibatkan <i>process</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>motion</i> dan <i>process</i> ?	a. Jika <i>motion</i> naik, maka <i>process</i> naik b. Jika <i>motion</i> naik, maka <i>process</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>process</i> dikarenakan oleh <i>motion</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>motion</i> pada <i>process</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>process</i> dikarenakan oleh <i>motion</i> berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>motion</i> pada <i>process</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Motion dengan Waiting

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>motion</i> mengakibatkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>motion</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika <i>motion</i> naik, maka <i>waiting</i> naik b. Jika <i>motion</i> naik, maka <i>waiting</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>motion</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>motion</i> pada <i>waiting</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>motion</i> berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>motion</i> pada <i>waiting</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Transportation* dengan *Overproduction*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>transportation</i> mengakibatkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>transportation</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>overproduction</i> naik b. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>overproduction</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>transportation</i> pada <i>overproduction</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>transportation</i> pada <i>overproduction</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Transportation dengan Inventory

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>transportation</i> mengakibatkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>transportation</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>inventory</i> naik b. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>inventory</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>transportation</i> pada <i>inventory</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>transportation</i> pada <i>inventory</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Transportation* dengan *Defect*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>transportation</i> mengakibatkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>transportation</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>defect</i> naik b. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>defect</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>transportation</i> pada <i>defect</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>transportation</i> pada <i>defect</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Transportation* dengan *Motion*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>transportation</i> mengakibatkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>transportation</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>motion</i> naik b. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>motion</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>transportation</i> pada <i>motion</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>transportation</i> pada <i>motion</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Transportation* dengan *Waiting*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>transportation</i> mengakibatkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>transportation</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>waiting</i> naik b. Jika <i>transportation</i> naik, maka <i>waiting</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>transportation</i> pada <i>waiting</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>transportation</i> , berpengaruh kepada:	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>transportation</i> pada <i>waiting</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Process* dengan *Overproduction*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>process</i> mengakibatkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>process</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika <i>process</i> naik, maka <i>overproduction</i> naik b. Jika <i>process</i> naik, maka <i>overproduction</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>process</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>process</i> pada <i>overproduction</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>process</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>process</i> pada <i>overproduction</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Process* dengan *Inventory*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>process</i> mengakibatkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>process</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika <i>process</i> naik, maka <i>inventory</i> naik b. Jika <i>process</i> naik, maka <i>inventory</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>process</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>process</i> pada <i>inventory</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>process</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>process</i> pada <i>inventory</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Process* dengan *Defect*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>process</i> mengakibatkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>process</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika <i>process</i> naik, maka <i>defect</i> naik b. Jika <i>process</i> naik, maka <i>defect</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>process</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>process</i> pada <i>defect</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>process</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>process</i> pada <i>defect</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Process* dengan *Motion*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>process</i> mengakibatkan <i>motion</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>process</i> dan <i>motion</i> ?	a. Jika <i>process</i> naik, maka <i>motion</i> naik b. Jika <i>process</i> naik, maka <i>motion</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>process</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>process</i> pada <i>motion</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>motion</i> dikarenakan oleh <i>process</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>process</i> pada <i>motion</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Process* dengan *Waiting*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>process</i> mengakibatkan <i>waiting</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>process</i> dan <i>waiting</i> ?	a. Jika <i>process</i> naik, maka <i>waiting</i> naik b. Jika <i>process</i> naik, maka <i>waiting</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>process</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>process</i> pada <i>waiting</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>waiting</i> dikarenakan oleh <i>process</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>process</i> pada <i>waiting</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara Waiting dengan Overproduction

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>waiting</i> mengakibatkan <i>overproduction</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>waiting</i> dan <i>overproduction</i> ?	a. Jika <i>waiting</i> naik, maka <i>overproduction</i> naik b. Jika <i>waiting</i> naik, maka <i>overproduction</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>waiting</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>waiting</i> pada <i>overproduction</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>overproduction</i> dikarenakan oleh <i>waiting</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>waiting</i> pada <i>overproduction</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Waiting* dengan *Inventory*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>waiting</i> mengakibatkan <i>inventory</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>waiting</i> dan <i>inventory</i> ?	a. Jika <i>waiting</i> naik, maka <i>inventory</i> naik b. Jika <i>waiting</i> naik, maka <i>inventory</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>waiting</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>waiting</i> pada <i>inventory</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>inventory</i> dikarenakan oleh <i>waiting</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>waiting</i> pada <i>inventory</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

Waste Relationship Matrix antara *Waiting* dengan *Defect*

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>waiting</i> mengakibatkan <i>defect</i> ?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Jarang	= 4 = 2 = 0
2	Apakah tipe keterkaitan antara <i>waiting</i> dan <i>defect</i> ?	a. Jika <i>waiting</i> naik, maka <i>defect</i> naik b. Jika <i>waiting</i> naik, maka <i>defect</i> pada level konstan c. Acak, tidak tergantung kondisi	= 2 = 1 = 0
3	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>waiting</i> ?	a. Terlihat langsung dan jelas b. Butuh waktu agar terlihat c. Tidak terlihat	= 4 = 2 = 0
4	Mengeliminasi akibat <i>waiting</i> pada <i>defect</i> dicapai melalui	a. Metode teknik b. Sederhana dan langsung c. Solusi intruksi	= 2 = 1 = 0
5	Dampak <i>defect</i> dikarenakan oleh <i>waiting</i> , berpengaruh kepada	a. Kualitas produk b. Produktivitas sumber daya c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas dan <i>lead time</i>	= 1 = 1 = 1 = 2 = 2 = 2 = 4
6	Pada tingkat apa dampak <i>waiting</i> pada <i>defect</i> meningkat <i>lead time</i> manufaktur?	a. Tingkatan tinggi b. Tingkatan menengah c. Tingkatan rendah	= 4 = 2 = 0

LAMPIRAN E

Rekapitulasi jawaban dari ke tujuh responden dan skor keterkaitan antar *waste*

Pertanyaan		1		2		3		4		5		6		Total skor
Hubungan		jwbn	bbt	jwbn	bbt	jwbn	bbt	Jwbn	bbt	jwbn	bbt	jwbn	bbt	
1	O-I	b	2	b	1	b	2	b	1	a	1	b	2	9
2	O-D	b	2	c	0	b	2	c	0	a	1	c	0	5
3	O-M	c	0	b	1	a	4	a	2	b	1	c	0	8
4	O-T	c	0	c	0	b	2	b	1	f	2	b	2	7
5	O-W	a	4	c	0	a	4	b	1	c	1	b	2	12
6	I-O	c	0	a	2	a	4	a	2	d	2	c	0	10
7	I-D	b	2	c	0	b	2	a	2	a	1	b	2	9
8	I-M	a	4	a	2	c	0	b	1	e	2	c	0	9
9	I-T	b	2	b	1	c	0	c	0	c	1	b	2	6
10	D-O	c	0	c	0	b	2	a	2	a	1	b	2	7
11	D-I	b	2	c	0	b	2	a	2	a	1	c	0	7
12	D-M	b	2	c	0	b	2	c	0	d	2	b	2	8
13	D-T	b	2	c	0	b	2	c	0	c	1	b	2	7
14	D-W	a	4	c	0	c	0	b	1	d	2	b	2	9
15	M-I	b	2	c	0	c	0	b	1	d	2	b	2	7
16	M-D	a	4	c	0	a	4	a	2	g	4	a	4	18
17	M-W	a	4	c	0	a	4	a	2	f	2	b	2	14
18	M-P	a	4	a	2	a	4	a	2	f	2	a	4	18
19	T-O	c	0	c	0	b	2	c	0	e	2	c	0	4
20	T-I	c	0	c	0	c	0	c	0	f	2	b	2	4
21	T-D	b	2	c	0	c	0	c	0	e	2	b	2	6
22	T-M	b	2	b	1	b	2	c	0	b	1	b	2	8
23	T-W	b	2	c	0	a	4	b	1	e	2	b	2	11
24	P-O	b	2	b	1	b	2	a	2	g	4	c	0	11
25	P-I	c	0	c	0	b	2	c	0	a	1	b	2	5
26	P-D	b	2	c	0	b	2	c	0	g	4	c	0	8
27	P-M	a	4	b	1	a	4	a	2	b	1	b	2	14
28	P-W	a	4	a	2	a	4	a	2	c	1	c	0	13
29	W-O	c	0	c	0	b	2	c	0	c	1	c	0	3
30	W-I	a	4	c	0	c	0	b	1	g	4	b	2	11
31	W-D	a	4	c	0	c	0	c	0	b	1	c	0	5

LAMPIRAN F

Tabel F-1 Perhitungan *Waste Matrix Value*

No	Tipe Pertanyaan	Skor	Tingkat Ketelitian	Bobot nilai
1	O-I	9	I	6
2	O-D	5	O	4
3	O-M	8	O	4
4	O-T	7	O	4
5	O-W	12	I	6
6	I-O	10	I	6
7	I-D	9	I	6
8	I-M	9	I	6
9	I-T	6	I	6
10	D-O	7	I	6
11	D-I	7	I	6
12	D-M	8	I	6
13	D-T	7	I	6
14	D-W	9	I	6
15	M-I	7	I	6
16	M-D	18	A	10
17	M-W	14	E	10
18	M-P	18	A	8
19	T-O	4	U	2
20	T-I	4	U	2
21	T-D	6	O	4
22	T-M	8	O	4
23	T-W	11	I	6
24	P-O	11	I	6
25	P-I	5	O	4
26	P-D	8	O	4
27	P-M	14	E	8
28	P-W	13	E	8
29	W-O	3	U	2
30	W-I	11	I	6
31	W-D	5	O	4

Keterangan:

A = 10

E = 8

O = 4

U = 2

X = 0

LAMPIRAN G

Perhitungan untuk memilih *tools* dengan *value stream analysis tools* (VALSAT)

- Nilai korelasi antara PAM dengan *overproduction* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *overproduction* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste overproduction* adalah sebagai berikut:

$$1 \times 4,86 = 4,86$$

- Nilai antara PAM dengan *waiting* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *waiting* pada tabel 4.26 sebesar 3,14 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste waiting* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 3,14 = 28,26$$

- Nilai antara PAM dengan *transportation* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *transportation* pada tabel 4.26 sebesar 4,00 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste transportation* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 4,00 = 36,00$$

- Nilai antara PAM dengan *process* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *process* pada tabel 4.26 sebesar 5,71 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste process* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 5,71 = 51,39$$

- Nilai antara PAM dengan *inventory* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *inventory* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste inventory* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 4,86 = 14,58$$

- Nilai antara PAM dengan *motion* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *motion* pada tabel 4.26 sebesar 6,29 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste motion* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 6,29 = 56,61$$

- Nilai antara PAM dengan *defect* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *defect* pada tabel 4.26 sebesar 5,71 maka nilai bobot PAM untuk jenis *waste defect* adalah sebagai berikut:

$$1 \times 5,71 = 5,71$$

- Nilai antara SCRM dengan *overproduction* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *overproduction* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot SCRM untuk jenis *waste overproduction* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 4,86 = 14,58$$

- Nilai antara SCRM dengan *waiting* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *waiting* pada tabel 4.26 sebesar 3,14 maka nilai bobot SCRM untuk jenis *waste waiting* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 3,14 = 28,26$$

- Nilai antara SCRM dengan *inventory* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *inventory* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot SCRM untuk jenis *waste inventory* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 4,86 = 43,74$$

- Nilai antara SCRM dengan *motion* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *motion* pada tabel 4.26 sebesar 6,29 maka nilai bobot SCRM untuk jenis *waste motion* adalah sebagai berikut:

$$1 \times 6,29 = 6,29$$

- Nilai antara PVF dengan *waiting* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *waiting* pada tabel 4.26 sebesar 3,14 maka nilai bobot PVF untuk jenis *waste waiting* adalah sebagai berikut:

$$1 \times 3,14 = 3,14$$

- Nilai antara PVF dengan *process* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *process* pada tabel 4.26 sebesar 5,71 maka nilai bobot PVF untuk jenis *waste process* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 5,71 = 17,13$$

- Nilai antara PVF dengan *inventory* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *inventory* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot PVF untuk jenis *waste inventory* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 4,86 = 14,58$$

- Nilai korelasi antara QFM dengan *overproduction* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *overproduction* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot QFM untuk jenis *waste overproduction* adalah sebagai berikut:

$$1 \times 4,86 = 4,86$$

- Nilai antara QFM dengan *process* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *process* pada tabel 4.26 sebesar 5,71 maka nilai bobot QFM untuk jenis *waste process* adalah sebagai berikut :

$$1 \times 5,71 = 5,71$$

- Nilai antara QFM dengan *defect* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *defect* pada tabel 4.26 sebesar 5,71 maka nilai bobot QFM untuk jenis *waste defect* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 5,71 = 51,39$$

- Nilai antara DAM dengan *overproduction* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *overproduction* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot DAM untuk jenis *waste overproduction* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 4,86 = 14,58$$

- Nilai antara DAM dengan *waiting* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *waiting* pada tabel 4.26 sebesar 3,14 maka nilai bobot DAM untuk jenis *waste waiting* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 3,14 = 9,42$$

- Nilai antara DAM dengan *inventory* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang tinggi (*High*) dengan nilai korelasi sebesar 9. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *inventory* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot DAM untuk jenis *waste inventory* adalah sebagai berikut:

$$9 \times 4,86 = 43,74$$

- Nilai antara DPA dengan *overproduction* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *overproduction* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot DPA untuk jenis *waste overproduction* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 4,86 = 14,58$$

- Nilai antara DPA dengan *waiting* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *waiting* pada tabel 4.26 sebesar 3,14 maka nilai bobot DPA untuk jenis *waste waiting* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 3,14 = 9,42$$

- Nilai antara DPA dengan *process* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *process* pada tabel 4.26 sebesar 5,71 maka nilai bobot DPA untuk jenis *waste process* adalah sebagai berikut :

$$1 \times 5,71 = 5,71$$

- Nilai antara DPA dengan *inventory* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang sedang (*Medium*) dengan nilai korelasi sebesar 3. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *inventory* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot DPA untuk jenis *waste inventory* adalah sebagai berikut:

$$3 \times 4,86 = 14,58$$

- Nilai antara PS dengan *transportation* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *transportation* pada tabel 4.26 sebesar 4,00 maka nilai bobot PS untuk jenis *waste transportation* adalah sebagai berikut:

$$1 \times 4,00 = 4,00$$

- Nilai antara PS dengan *inventory* pada tabel 4.27 memiliki hubungan yang rendah (*Low*) dengan nilai korelasi sebesar 1. Sedangkan rata-rata nilai bobot dan *inventory* pada tabel 4.26 sebesar 4,86 maka nilai bobot PS untuk jenis *waste inventory* adalah sebagai berikut:

$$1 \times 4,86 = 4,86$$

LAMPIRAN H

Penjelasan Keterkaitan *Waste*

Overproduction

- O_I produksi berlebih menghabiskan dan membutuhkan bahan baku dengan jumlah yang besar yang menyebabkan persediaan bahan baku berlebih dan memproduksi lebih banyak barang dalam proses (work in process) yang menghabiskan ruang lantai, yang dianggap sebagai suatu tempat sementara dari persediaan yang tidak memiliki pelanggan (proses) yang memesannya.
- O_D Ketika para operator memproduksi berlebih, maka fokus mereka terhadap kualitas dari part-part yang diproduksi akan menurun, dikarenakan mereka merasa memiliki cukup material untuk mengganti jika terjadi kecacatan.
- O_M Produksi berlebih menyebabkan kebiasaan yang tidak sesuai dengan ergonomi (non ergonomi) dimana itu semua menuntun kepada metode pekerjaan yang tidak memiliki standar (tidak terstandarisasi) dengan besarnya jumlah kerugian pada gerakan.
- O_T Jumlah produksi yang besar menyebabkan besarnya jumlah kegiatan pengangkutan untuk mengikuti aliran bahan baku yang ada.
- O-W ketika kegiatan produksi meningkat, sumber daya- sumber daya akan dipesan untuk waktu yang lama, sehingga pelanggan akan menunggu lama dan antrian akan terjadi.

Inventory

- I_O semakin tingginya tingkat bahan baku pada pabrik akan mendorong para pekerja untuk bekerja lebih, jadi akan meningkatkan profitabilitas pada perusahaan.
- I_D Meningkatkan persediaan (RM, WIP dan FG) akan menaikkan profitabilitas dari terjadinya kecacatan karena kurangnya perhatian dan ketidaksesuaian pada kondisi penyimpanan.
- I_M Menaikan persediaan akan menaikkan waktu pencarian, pemilihan, menggenggam, mencapai, mengerjakan dan memindahkan.
- I_T Menaikan persediaan kadang-kadang akan menutupi gang pembatas yang tersedia, memakan waktu pengangkutan yang lebih banyak pada aktivitas produksi.

Defect

- D_O kebiasaan produksi berlebih akan terlihat untuk mengatasi kekurangan part-part sesuai kecacatan.

- D_I memproduksi part-part cacat yang perlu di kerjakan kembali berarti meningkatkan tingkat dari WIP yang ada dalam bentuk persediaan.
- D_M memproduksi kecacatan meningkatkan waktu pencarian, pemilihan dan pemeriksaan part-part, belum lagi pekerjaan yang dibuat ulang memerlukan pelatihan kemampuan yang lebih tinggi.
- D_T Memindahkan part-part yang cacat ke stasiun pengerjaan ulang akan meningkatkan intensitas pengangkutan (Arus balik) yang menjadikan pemborosan pada aktivitas pengangkutan.
- D_W Pengerjaan kembali akan membutuhkan stasiun kerja yang akan membuat part-part baru harus menunggu untuk diproses.

Motion

- M_I metode bekerja yang tidak terstandarisasi membuat jumlah work in proses yang tinggi.
- M_D kurangnya pelatihan dan standarisasi berarti bahwa persentase kecacatan akan meningkat.
- M_P Ketika pekerjaan-pekerjaan tidak terstadarisasi, pemborosan pada proses akan meningkat dikarenakan kurang pahaman akan kapasitas teknologi yang tersedia.
- M_W ketika standar-standar tidak diberlakukan, akan memakan waktu pada saat mencari, menggenggam, menggerakkan, menyatukan yang berdampak pada kenaikan part yang saling menunggu untuk diproses.

Transportation

- T_O Barang-barang yang diproduksi harus berdasarkan oleh kapasitas dari sistem perpindahan jadi akan meminimalisasi biaya pengangkutan per unit.
- T_I tidak cukupnya jumlah peralatan pemindahan bahan (MHE) menuntun kearah banyaknya jumlah penyimpanan yang akan berdampak pada proses-proses lainnya.
- T_D MHE memainkan sebuah peran besar pada pemborosan saat pengangkutan. ketidak cocokan MHE kadang-kadang akan berdampak pada barang-barang yang akan berakhir dengan kecacatan.
- T_M ketika barang-barang telah di angkut kemanapun ini berarti bahwa semakin besarnya kemungkinan dari pemborosan gerakan yang dikarenakan oleh pemindahan dan pencarian yang rangkap.

T_W jika MHE tidak cukup, berarti barang-barang akan mengalami waktu menganggur dan menunggu untuk diangkut.

Process

P_O sedangkan pada proses untuk menurunkan biaya dari operasi per waktu mesin, mesin-mesin didorong untuk beroperasi pada shift waktu yang penuh, yang akan mengakibatkan produksi berlebih.

P_I mengkombinasikan operasi-operasi dalam satu cell akan menghasilkan secara langsung adanya penurunan jumlah WIP karena eliminasi penyangga.

P_D jika mesin-mesin tidak dirawat dengan benar akan berdampak pada produksi yang cacat.

P_M teknologi-teknologi baru pada proses yang tidak diimbangi dengan pelatihan akan membuat pemborosan pada pergerakan manusia (operator).

P_W ketika teknologi digunakan dengan tidak sesuai, waktu set up dan downtime yang berulang-ulang akan menyebabkan waktu tunggu yang tinggi.

Waiting

W_O ketika sebuah mesin menunggu karena penyumplainya sedang melayani konsumen lain, mesin ini terkadang akan memaksa dirinya untuk memproduksi lebih hanya agar ia tetap beroperasi (berjalan).

W_I kegiatan menunggu berarti terdapat lebih banyak barang-barang dibandingkan kebutuhan pada titik yang tepat, baik apakah mereka RM, WP ataupun FG.

W_D Barang-barang yang menunggu akan menyebabkan kecacatan dikarenakan kondisi yang tidak cocok









