No. Dok : 6618

D 658.2 Biw P

PERBAIKAN TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* UNTUK MEMINIMALISASI JARAK PERPINDAHAN BAHAN DI PT SARANA LASER CUTTING

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Akademik
Program Diploma IV Teknik Industri Otomotif
Pada Politeknik STMI Jakarta

DISUSUN OLEH:

NAMA : FAHRIZAL DIWANTARA
NIM : 1115099

DATA BUKU PERPUSTAKAAN

Tgl Terima	7/7 2022
No Induk Buku	429/TI/SB/TM/22



POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
JAKARTA
2019

SUMBANGAN ALUMNI

Dipindai dengan CamScanner

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PERSETUJUAN

JUDUL LAPORAN TUGAS AKHIR:

PERBAIKAN TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* UNTUK MEMINIMALISASI JARAK PERPINDAHAN BAHAN DI PT SARANA LASER CUTTING

DISUSUN OLEH:

NAMA	: FAHRIZAL DIWANTARA
NIM	: 1115099
PROGAM STUDI	: TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Laporan Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis dalam Program Diploma IV Program Studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Jakarta, 5 Agustus 2019
Dosen Pembimbing

Ir. Suriadi A. Salam, M.Com.
NIP. 195810251985031006

Dipindai dengan CamScanner

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

PERBAIKAN TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* UNTUK MEMINIMALISASI JARAK PERPINDAHAN BAHAN DI PT SARANA LASER CUTTING.

DISUSUN OLEH:

NAMA	: FAHRIZAL DIWANTARA
NIM	: 1115099
PROGRAM STUDI	: TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada Jam 10.00 Tanggal 19 September 2019

Jakarta, September 2019

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2
Ir. Suriadi A. Salam, M.com	**Indra Yusuf, S.T., M.T.**
(NIP. 195810251985031006)	**(NIP:197312302001121002)**
Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Dr. Siti Aisyah, S.T., M.T	**Ir. Mohammad Rachmatullah, MBA**
(NIP:197712172002122003)	**(NIP:19550407198403 1004)**

Dipindai dengan CamScanner

Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK STMI JAKARTA
Jl. Letjen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206
www.stmi.ac.id

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Fahrizal Diwantara
NIM : 1115099
Judul Tugas Akhir : PERBAIKAN TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* UNTUK MEMINIMALISASI JARAK PERPINDAHAN BAHAN DI PT SARANA LASER CUTTING
Pembimbing : Ir. Suriadi A. Salam, M.Com
Asisten Pembimbing :

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
21. Juni 2019		Pengajuan permohonan Bimbingan Tugas Akhir	
26. Juni 2019	I	Penyerahan BAB I	
27. Juni 2019	I	Revisi BAB I	
12. Juli 2019	II	Penyerahan BAB II	
13 Juli 2019	II	Revisi BAB II	
16. Juli 2019	III	Penyerahan BAB III	
17. Juli 2019	III	Revisi BAB III	
23 Juli 2019	IV	Penyerahan BAB IV	
29 Juli 2019	IV	Revisi BAB IV	
2 Agustus 2019	V	Penyerahan BAB V	
5 Agustus 2019	V	Revisi BAB V	
12 Agustus 2019	VI	penyerahan BAB VI & ACC finish	

Mengetahui,
Ka Prodi
Teknik Industri Otomotif

Muhammad Agus, S.T.,M.T.
NIP. 19700829200212001

Pembimbing

Ir. Suriadi A. Salam, M.Com.
NIP. 195810251985031006

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fahrizal Diwantara

NIM : 1115099

Berstatus sebagai mahasiswa Program studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI, dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul "PERBAIKAN TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* UNTUK MEMINIMALISASI JARAK PERPINDAHAN BAHAN DI PT SARANA LASER CUTTING".

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, asistensi dengan dosen pembimbing maupun asisten dosen pembimbing, serta buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
2. Bukan merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi Lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
3. Bukan merupakan karya tulis hasil terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, Agustus 2019

Yang Membuat Pernyataan



Fahrizal Diwantara

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

PT Sarana Laser Cutting merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif dalam pembuatan *part* dan komponen otomotif. Salah satu produk yang dihasilkan yaitu produk *box* dan *cover* untuk alat berat jenis *bulldozer*. Beberapa fasilitas produksi di setiap stasiun kerja/area di lantai produksi penempatan tata letaknya berjauhan. Khususnya pada lantai produksi yang menghasilkan produk *box* dan *cover*. Serta dari beberapa fasilitas produksi di setiap stasiun kerja/area yang tidak sesuai dengan aliran bahan yang dapat mengakibatkan terdapat gerakan bolak-balik (*back-tracking*) antar stasiun kerja/area, tata letak fasilitasnya masih belum dapat dikategorikan efisien. Sehingga memperlambat proses produksi. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penelitian ini akan menghasilkan usulan perbaikan tata letak fasilitas produksi dengan menggunakan metode *Systematic Layout Planning* (SLP). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil tata letak fasilitas produksi di lantai produksi pada kondisi awal terdapat beberapa stasiun kerja/area yang diletakkan secara berjauhan dan adanya proses bolak-balik (*back-tracking*). Tata letak awal fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting memiliki total jarak perpindahan bahan antar stasiun kerja/area sebesar 65,29 meter, untuk hasil momen perpindahan pada tata letak awal fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting adalah sebesar 33.164 meter/tahun momen perpindahannya, ongkos *material handling* menggunakan *forklift* Rp 119.999.993 meter per tahun dan menggunakan manusia Rp 45.599.981 meter per tahun. Hasil rancangan perbaikan tata letak fasilitas produksi yaitu rancangan alternatif 1 didapatkan total jarak perpindahan bahan sebesar 41,52 meter dan hasil total momen perpindahan bahan sebesar 21.091 meter per tahun, ongkos *material handling* menggunakan *forklift* Rp 70.003.644 meter per tahun dan menggunakan manusia Rp 30.733.037 meter per tahun.

Kata Kunci: Tata Letak Fasilitas Produksi, *Material Handling*, *Back-Tracking*, *Systematic Layout Planning* (SLP).

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang mengambil judul **"PERBAIKAN TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING* UNTUK MEMINIMALISASI JARAK PERPINDAHAN BAHAN DI PT SARANA LASER CUTTING"**

Teristimewa kepada Kedua Orang Tua yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materil kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Penulisan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan akademis dalam menyelesaikan Studi D-1V Program Studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentu tak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, S.T, M.T selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta dan selaku pembimbing akademik yang senantiasa memberikan bimbingan, dukungan dan arahan.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T selaku Pembantu Direktur I Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhammad Agus, S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif.
- Bapak Ir. Suriadi A, Salam, M.Com selaku Dosen Pembimbing Politeknik STMI Jakarta yang telah meluangkan waktunya, tenaga, arahan dan pikirannya untuk membimbing dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini.
- Ibu Dr. Siti Aisyah S.T, M.T selaku Dosen Wali Program Studi di Teknik Industri Otomotif.

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah Mengambil Ilmu

Dipindai dengan CamScanner

- Zalia Anisa Diwanty S.E dan Fania Hanifa Septianty selaku Kakak dan Adik saya yang selalu memberi dukungan untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
- Bapak/Ibu dosen dan staff di lingkungan Politeknik STMI Jakarta, khususnya Program Studi Teknik Industri Otomotif yang telah banyak membantu kami untuk dapat melaksanakan penulis dalam studi.
- Intan Sekar Pratiwi S.Tr.T selaku kakak senior tercinta yang selalu memberi semangat dan dukungannya untuk menyelesaikan laporan tugas akhir.
- Bunga Ramadhina Sendin, Alvaro Naufal Mahdi, Muhamad Pajar, Aji Khusnul Fahmi, Aep Ahmad Syaefulloh, Irfan Syaiful Alam, Intan Zaenun, Bekti Suratnaningsih, Claudia Natasya sebagai sahabat tercinta yang selalu memberikan semangat dan doanya.
- Rekan-rekan di Program Studi Teknik Industri Otomotif maupun Program Studi lain 2015 yang sudah memberikan semangat dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dengan segala keterbatasan, Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan masukan yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan.

Jakarta, 19 Agustus 2019

Penulis

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL vi

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR LAMPIRAN x

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Perumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Pembatasan Masalah 3

1.5 Manfaat Penelitian 4

1.6 Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI 7

2.1 Perancangan Tata Letak Fasilitas 7

2.2 Pemindahan Material 20

2.3 *Systematic Layout Planning* (SLP) 23

2.4 *Material Handling* 34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 36

3.1 Jenis dan Sumber Data 36

3.2 Metode Pengumpulan Data 37

3.3 Teknik Analisis 37

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 43

4.1 Pengumpulan Data 43

4.2 Pengolahan Data 58

4.3 Perancangan Alternatif Tata Letak Fasilitas Produksi 75

4.4 Perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) Pada Tata Letak Awal Fasilitas Produksi 88

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 93

5.1 Pembahasan Tata Letak Awal Fasilitas Produksi 93

Dipindai dengan CamScanner

5.2 Pemilihan Rancangan Alternatif Total Momen Perpindahan *Layout* Terbaik 94
5.3 Perbandingan Aliran Proses Produksi Sebelum Perbaikan dan Sesudah Perbaikan 95
5.4 Perbaikan Tata Letak Produksi/*Layout* Usulan 96
5.5 Pembahasan Ongkos *Material Handling* (OMH) Rancangan Alternatif Tata Letak Fasilitas Produksi 100
5.6 Pemilihan Ongkos *Material Handling* Pada Rancangan Alternatif Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi 101
5.7 Pembahasan Ongkos *Material Handling* (OMH) Rancangan Alternatif Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi 103
5.8 Pemilihan Ongkos *Material Handling* Pada Rancangan Alternatif Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi 111
BAB VI PENUTUP 112
6.1 Kesimpulan 112
6.2 Saran 113
DAFTAR PUSTAKA 114
LAMPIRAN

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1Waktu Kerja 48
Tabel 4.2 Ukuran Stasiun Kerja/Area Pada Lantai Produksi 52
Tabel 4.3 Jenis Produk Di Lantai Produksi 53
Tabel 4.4 Urutan Proses Produk Yang Dihasilkan 53
Tabel 4.5 Jumlah Produksi Produk *Box* Selama 1 (Satu) Tahun 56
Tabel 4.6 Jumlah Produksi Produk *Cover* Selama 1 (Satu) Tahun 57
Tabel 4.7 Produk Yang Dihasilkan Selama 1 (Satu) Tahun 57
Tabel 4.8 Biaya Angkut Material *Handling* 58
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Titik Koordinat Lokasi Stasiun Kerja/Area 60
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area 62
Tabel 4.11 Volume Produksi Produk *Box* Dan *Cover* 63
Tabel 4.12 Frekuensi Perpindahan Produk *Box* Dan *Cover* Lantai Produksi PT Sarana Laser Cutting 63
Tabel 4.13 Perhitungan Momen Perpindahan Pada Tata Letak Awal Fasilitas Produksi 65
Tabel 4.14 Alasan Derajat Kedekatan 71
Tabel 4.15 Keterangan Kode dan Warna 72
Tabel 4.16 *Worksheet* Hasil Derajat Hubungan pada ARC 73
Tabel 4.17 Simbol Dan Kode Warna Pada ARD 75
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Titik Koordinat Alternatif 1 78
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area Alternatif 1 80
Tabel 4.20 Perhitungan Momen Perpindahan Bahan Pada Rancangan Alternatif 1 81
Tabel 4.21 Hasil Perhitungan Titik Koordinat Alternatif 2 82
Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area Alternatif 2 84
Tabel 4.23 Perhitungan Momen Perpindahan Bahan Pada Rancangan Alternatif 2 84
Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Titik Koordinat Alternatif 3 86
Tabel 4.25 Hasil Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area Alternatif 3 87
Tabel 4.26 Perhitungan Momen Perpindahan Bahan Pada Rancangan Alternatif 3 88

Dipindai dengan CamScanner

Tabel 4.27 Perhitungan Ongkos *Material Handling* Tata Letak Awal Fasilitas Produksi 91
Tabel 5.1 Perhitungan Momen Perpindahan Bahan Sebelum Perbaikan 95
Tabel 5.2 Perhitungan Momen Perpindahan Bahan Sesudah Perbaikan 95
Tabel 5.3 Keterangan Rancangan Alternatif Tata Letak Fasilitas Produksi 102
Tabel 5.4 Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif 1 Tata Letak Fasilitas Produksi 105
Tabel 5.5 Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif 2 Tata Letak Fasilitas Produksi 107
Tabel 5.6 Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif 3 Tata Letak Fasilitas Produksi 109

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistematika Perencanaan Fasilitas Pabrik 13
Gambar 2.2 *Process Layout* 14
Gambar 2.3 *Product Lay Out* 16
Gambar 2.4 *Group Technology Layout* 18
Gambar 2.5 *Fixed Position Layout* 19
Gambar 2.6 Bentuk garis lurus (*Straight Line*) 22
Gambar 2.7 Bentuk *zig-zag* (*S-Shaped*) 23
Gambar 2.8 Bentuk U (*U-Shaped*) 23
Gambar 2.9 Bentuk Melingkar (*Circular*) 23
Gambar 2.10 Bentuk sudut ganjil (*Odd-Angle*) 24
Gambar 2.11 *Flow Diagram* 31
Gambar 2.12 *Multi Product Process Chart* 31
Gambar 2.13 *Travel Chart* 32
Gambar 2.14 *Activity Relationship Chart* 33
Gambar 2.15 *Activity Relationship Diagram* 33
Gambar 2.16 Diagram Hubungan Ruangan 34
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah 42
Gambar 4.1 Logo PT Sarana Laser Cutting 44
Gambar 4.2 Produk *Box* PT Sarana Laser Cutting 45
Gambar 4.3 Produk *Cover* PT Sarana Laser Cutting 45
Gambar 4.4 Material Plat Besi Tebal 4,5 mm 46
Gambar 4.5 Tata Letak Awal Fasilitas Produksi PT Sarana Laser Cutting 47
Gambar 4.6 Struktur Organisasi PT Sarana Laser Cutting 48
Gambar 4.7 Peta Proses Operasi Produk *Box* 54
Gambar 4.8 Peta Proses Operasi Produk *Cover* 55
Gambar 4.9 *Block Layout* Awal Fasilitas Produksi 59
Gambar 4.10 *Block Layout* Koordinat Lokasi Lantai Produksi 61
Gambar 4.11 *Multi Product Process Chart* Tata Letak Fasilitas Produksi 67
Gambar 4.12 *Travel Chart* PT Sarana Laser Cutting 68

Dipindai dengan CamScanner

Gambar 4.13 *Flow* Diagram Tata Letak Fasilitas Awal Produksi 69
Gambar 4.14 Jarak Tata Letak Awal Fasilitas Produksi 70
Gambar 4.15 *Activity Relationship Chart* 72
Gambar 4.16 *Activity Relationship Diagram* 75
Gambar 4.17 *Space Relationship Diagram* 76
Gambar 4.18 *Block Layout* Koordinat Alternatif 1 79
Gambar 4.19 *Block Layout* Koordinat Alternatif 2 83
Gambar 4.20 *Block Layout* Koordinat Alternatif 3 86
Gambar 5.1 *Flow* Diagram Produk *Box* dan *Cover* Sebelum Perbaikan 97
Gambar 5.2 *Flow* Diagram Produk *Box* dan *Cover* Sesudah Perbaikan 98
Gambar 5.3 Jarak Sesudah Perbaikan 99
Gambar 5.4 Peta Proses Operasi Produk *Box* Sebelum dan Sesudah Perbaikan 100
Gambar 5.5 Peta Proses Operasi Produk *Cover* Sebelum dan Sesudah Perbaikan 101

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A: Perhitungan Titik Koordinat Lokasi Stasiun Kerja/Area

Lampiran B: Perhitungan Jarak antar Stasiun Kerja/Area

Lampiran C: *Flow* Diagram Proses Produksi Alternatif 2 dan Alternatif 3

Lampiran D: *Block Layout* Rancangan Alternatif 2 dan Alternatif 3

Lampiran E: Jarak Tata Letak Fasilitas Produksi Rancangan Alternatif 2 dan Rancangan Alternatif 3

Dipindai dengan CamScanner

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Industri mengalami perkembangan dari zaman ke zaman khususnya industri otomotif, keterlibatan tangan manusia dalam aktivitas produksi semakin dikurangi dan digantikan dengan aktivitas mesin. Mesin telah mengurangi beban kerja manusia dalam hal produksi. Dengan demikian, manusia dapat semakin leluasa mengatur sistem produksi yang efektif dan efisien. Tak hanya sistem produksi yang butuh perhatian, tata letak mesin-mesin produksi/fasilitas produksi juga merupakan faktor penting penunjang produktivitas suatu perusahaan industri guna tercapainya target produksi.

Salah satu cara untuk mencapai target produksi yang efektif dan efisien yaitu dengan merancang tata letak fasilitas produksi yang baik dan tepat pada setiap stasiun kerja/area di lantai produksi pada perusahaan. Hal tersebut diharapkan agar dapat meminimalisasi jarak perpindahan bahan, penempatan fasilitas produksi yang lebih baik sehingga tidak terjadinya gerakan bolak-balik (*back-tracking*).

PT Sarana Laser Cutting merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif dalam pembuatan *part* dan komponen otomotif. Salah satu produk yang dihasilkan yaitu produk *box* dan produk *cover* untuk alat berat jenis *bulldozer*. Konsumen utama untuk produk *box* dan produk *cover* ini adalah PT Sakai Indonesia. Beberapa fasilitas produksi di setiap stasiun kerja/area di lantai produksi pada perusahaan penempatan tata letaknya berjauhan. Khususnya pada lantai produksi yang menghasilkan produk *box* dan produk *cover* sehingga mengakibatkan kendala dalam hal jauhnya jarak perpindahan bahan antar stasiun kerja/area, serta dari beberapa fasilitas produksi di setiap stasiun kerja/area yang tidak sesuai dengan aliran bahan yang dapat mengakibatkan gerakan bolak-balik (*back-tracking*) antar stasiun kerja/area sehingga memperlambat proses produksi. Kondisi tersebut akan mengurangi efisiensi perpindahan bahan di lantai produksi.

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah Mengambil . Dosa

Dipindai dengan CamScanner

Oleh karenanya, dibutuhkan perbaikan tata letak fasilitas produksi untuk dapat memberikan solusi terhadap permasalahan tersebut.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penelitian ini akan menghasilkan usulan perbaikan tata letak fasilitas produksi dengan menggunakan metode *systematic layout planning* (SLP). Metode *systematic layout planning* (SLP) dalam perbaikan tata letak fasilitas produksi ini memiliki salah satu tujuan utama yaitu meminimalisasi jarak perpindahan bahan, yang dapat ditunjang dengan adanya tata letak fasilitas produksi yang efisien di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka perumusan permasalahannya adalah:

1. Apa saja faktor yang menyebabkan kurang efisiennya tata letak fasilitas produksi di lantai produksi?
2. Berapa total jarak perpindahan bahan antara stasiun kerja/area pada tata letak awal fasilitas produksi di PT Sarana Laser Cutting?
3. Berapa total momen perpindahan bahan tata letak awal fasilitas produksi yang belum diketahui di PT Sarana Laser Cutting?
4. Bagaimana merancang ulang perbaikan tata letak fasilitas produksi, sehingga dapat meminimalisasi jarak perpindahan bahan dengan menggunakan metode *systematic layout planning* pada PT Sarana Laser Cutting?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk perbaikan tata letak fasilitas produksi guna meminimalisasi jarak perpindahan bahan adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor yang menyebabkan kurang efisiennya tata letak fasilitas produksi di lantai produksi.
2. Menghitung total jarak perpindahan bahan antar stasiun kerja/area pada

Dipindai dengan CamScanner

tata letak awal fasilitas produksi di PT Sarana Laser Cutting.

3. Menghitung total momen perpindahan bahan tata letak awal fasilitas produksi yang belum diketahui di PT Sarana Laser Cutting.
4. Merancang ulang perbaikan tata letak fasilitas produksi, sehingga dapat meminimalisasi jarak perpindahan bahan dengan menggunakan metode *systematic layout planning* pada PT Sarana Laser Cutting.

1.4 Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya bidang pada penelitian ini, maka akan dibatasi dalam hal-hal sebagai berikut:

1. Pengamatan untuk perbaikan tata letak fasilitas produksi dilakukan di lantai produksi yang menghasilkan produk *box* dan *cover* pada PT Sarana Laser Cutting.
2. Data produksi selama 1 tahun (Mei 2018-April 2019) sebagai data acuan.
3. Prinsip dasar yang digunakan adalah prinsip jarak perpindahan bahan/produk yang paling minimal.
4. Rancangan perbaikan tata letak fasilitas produksi menggunakan metode *systematic layout planning.*
5. Rancangan perbaikan hanya membahas tahap perencanaan, analisis dan perancangan, tidak membahas tahap implementasi/penerapan dan pengujian.
6. Pada penelitian ini tidak ada penambahan mesin dan peralatan baru.
7. Kebijakan perusahaan tidak berubah selama penelitian.
8. Kondisi lantai produksi menggunakan pola aliran yang ada di perusahaan sekarang dan tidak membuat perubahan selama penelitian berlangsung.
9. Rancangan usulan dibuat sebanyak tiga rancangan perbaikan.
10. Pada penelitian ini hanya membahas biaya *material handling*. Tetapi tidak membahas biaya *relayout* yang dibutuhkan untuk perbaikan tata letak fasilitas produksi.
11. Pada penelitian ini tidak membahas waktu dalam perbaikan tata letak fasilitas produksi.

Dipindai dengan CamScanner

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 menentukan strategi perbaikan tata letak fasilitas produksi untuk dapat meminimalisasi jarak perpindahan bahan di lantai produksi pada perusahaan.

2. Bagi penulis

   Hasil ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai pentingnya perbaikan tata letak fasilitas produksi untuk dapat meminimalisasi jarak perpindahan bahan dalam perusahaan. Selain itu penelitian dapat memberikan pengalaman dalam mengumpulkan, menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori-teori yang diperoleh.

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

Agar tugas akhir ini tersusun secara sistematik dan mudah dipelajari, maka penulisan tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan dan tujuan penelitian, seperti teori tentang perancangan tata letak, pemindahan bahan, pola aliran material, metode *systematic layout planning* dan *material handling*.

Dipindai dengan CamScanner

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang langkah-langkah sistematis yang dilakukan untuk memecahkan masalah agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Langkah-langkah tersebut terdiri atas studi pendahuluan, studi pustaka, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data dan pengolahan data, analisis dan pembahasan, kesimpulan dan saran.

BAB IV : PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi tentang data yang diperlukan dalam penelitian meliputi data primer dan sekunder. Dimana data primer diambil langsung seperti data hasil wawancara, data uraian proses produksi, data luas tiap staisiun kerja/area dan data aliran awal proses produksi. Sedangkan data sekunder berupa data profil perusahaan, sejarah perusahaan, uraian produk, data produksi acuan selama 1 tahun produksi, data visi dan misi perusahaan, sturuktur organisasi perusahaan. Selain itu pada bab ini juga dilakukan pengolahan data dari hasil pengumpulan data.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang analisis dan pembahasan dari bab sebelumnya pengumpulan data dan pengolahan data yaitu analisis total momen perpindahan bahan tata letak awal fasilitas produksi, pemilihan rancangan alternatif total momen perpindahan *layout* terbaik, diagram aliran material proses produksi rancangan alternatif *layout* terbaik dan perbaikan tata letak fasilitas produksi/*layout* usulan. Kemudian melakukan analisis biaya *material handling* pada rancangan alternatif tata letak fasilitas produksi dan memilih rancangan alternatif fasilitas produksi terbaik dengan biaya *material handling* terkecil.

Dipindai dengan CamScanner

BAB VI : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah, serta saran-saran yang diharapkan bermanfaat bagi perusahaan.

Dipindai dengan CamScanner

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1. Perancangan Tata Letak Fasilitas

Menurut Apple (1990), Perancangan tata letak fasilitas merupakan suatu rancangan fasilitas, menganalisis, membentuk konsep dan mewujudkan sistem bagi produksi barang atau jasa. Rancangan ini pada umumnya digambarkan sebagai rancangan lantai, yaitu satu susunan fasilitas fisik (perlengkapan, tanah, bangunan dan sarana lain) untuk mengoptimalkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha secara ekonomis dan aman. Penyusunan tata letak yang ideal haruslah memperhatikan berbagai faktor yang menunjang seperti tata letak yang efektif dan efisien dengan perpindahan bahan seminimum mungkin.

2.1.1. Definisi Perancangan Tata Letak Faslitas

Menurut Purnomo (2004), definisi tata letak fasilitas secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi suatu produksi. Perancangan tata letak akan menentukan bagaimana aktivitas dari fasilitas produksi akan diatur sedemikian rupa sehingga mampu menunjang kelancaran proses produksi meliputi pengaturan tata letak mesin, peralatan dan fasilitas produksi lainnya. Tata letak pabrik (*plant layout*) atau tata letak fasilitas (*facilities layout*) dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan *material* (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen dan personel pekerja. Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya yaitu pengaturan mesin (*manchine layout*) dan pengaturan departemen yang dari pabrik (*department layout*). Selain itu pengaturan tata letak pabrik yang optimal dapat pula memberikan kemudahan di dalam proses supervisi serta menghadapi rencana perluasan pabrik kelak dikemudian hari.

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

Dipindai dengan CamScanner

Menurut Meyers dan Stephens (2005), dalam bukunya *plant layout and material handling* menyatakan bahwa "*plant layout is the organization of the companies physical facilities to promote the efficiently use of equipment, material, people and energy*" yang artinya "tata letak pabrik adalah pengorganisasian fasilitas fisik perusahaan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan peralatan, bahan, orang dan energi."

Menurut Wignjosoebroto (2009), dalam bukunya tata letak pabrik dan pemindahan bahan *plant layout* menyatakan bahwa "tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran produksi."

Dari beberapa pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa fasilitas *layout* produksi merupakan penyusunan, pengaturan dan penempatan fasilitas-fasilitas produksi agar kegiatan produksi tersebut berjalan dengan lancar, efektif dan efisien.

Tata letak pabrik yang baik memiliki kaitan dengan efisiensi yaitu:

1. Suatu perencanaan efisien bagi aliran barang merupakan prasyarat bagi produksi yang ekonomis.
2. Pola aliran bahan menjadi dasar bagi suatu susunan fasilitas fisik yang efektif.
3. Alat pemindahan bahan akan mengubah pola aliran bahan yang statis menjadi dinamis dengan menggunakan alat angkut yang sesuai.
4. Susunan fasilitas yang baik disekitar pola aliran barang dapat menghasilkan pelaksanaan berbagai proses yang berkaitan secara efisien.
5. Penyelesaian proses yang baik dan benar dapat meminimumkan biaya produksi.
6. Biaya produksi yang minimum akan memberikan keuntungan yang maksimum bagi perusahaan.

Karenanya, pada perancangan tata letak fasilitas pola aliran produk atau barang yang menjadi dasar bagi rancangan, bahkan untuk keseluruhan pabrik. Perancangan ini akan menentukan aliran barang yang diinginkan, susunan fisik dari fasilitas yang paling ekonomis dan akan berlaku sebagai dasar bagi perancangan secara keseluruhan.

Dipindai dengan CamScanner

Menurut Hadiguna (2008), Perancangan tata letak fasilitas adalah kegiatan menghasilkan fasilitas yang terdiri atas penataan unsur fisiknya, pengaturan aliran bahan dan penjaminan keamanan para pekerja. Kegiatan perancangan tata letak fasilitas adalah menganalisis, membentuk konsep, merancang dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang atau jasa.

2.1.2. Latar Belakang Perlunya Tata Letak Fasilitas

Dalam suatu pabrik banyak dijumpai berbagai macam fasilitas produksi agar suatu kegiatan operasional produksi dapat berjalan dengan lancar, baik berupa mesin, peralatan produksi, pekerja dan fasilitas penunjang lainnya yang harus disediakan dan ditempatkan pada tempat masing-masing agar berfungsi secara optimal. Perancangan tata letak pabrik akan senantiasa diperlukan oleh perusahaan, selain alasan tersebut beberapa alasan lain sebagai berikut (Wignjoesoebroto, 2009):

1. Adanya perubahan rancangan produk yang mencolok dari produk lama, dikarenakan produk lama sudah tidak diminati pasar.
2. Adanya produk baru

   Penambahan produk baru yang akan diproduksi, akan mengakibatkan perubahan pada tata letak pabrik.
3. Adanya perubahan kapasitas produksi yang besar

   Meningkatnya jumlah permintaan barang akan berpengaruh terhadap tata letak pabrik, oleh karena itu perlu dievaluasi kembali secara cepat, karena dimungkinkan adanya penambahan jumlah mesin baik baru maupun lama.
4. Sering terjadinya kecelakaan pada proses produksi

   Jika dalam suatu pabrik sering terjadi kecelakaan kerja, maka *layout* perlu ditinjau kembali agar keselamatan kerja dan keamanan kerja dapat terjamin.
5. Lingkungan kerja yang tidak memuaskan atau sehat

   Kondisi kerja kerja yang bising, kotor ataupun suhu udara yang terlalu panas atau dingin dalam pabrik sangat mempengaruhi kerja daripada karyawan. Hal ini dapat diselesaikan dengan tata letak pabrik yang baik.

Dipindai dengan CamScanner

6. Pemindahan tempat perusahaan atau konsentrasi terhadap pasar

Pindahnya tempat pasar akan mengakibatkan pindahnya tempat perusahaan dan ini pun menyebabkan berubahnya tata letak pabrik, untuk menghemat biaya pengiriman barang ke konsumen.

7. Penghematan biaya

Dengan menggunakan tata letak pabrik yang baik, proses produksi akan berjalan secara efektif dan efisien. Hal tersebut akan menghemat waktu, biaya pemindahan material dan menekan biaya penyimpanan yang dikeluarkan oleh perusahaan.

2.1.3. Tujuan Tata Letak Fasilitas

Secara garis besar, tujuan utama dari tata letak fasilitas adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi yang aman dan nyaman sehingga akan dapat menaikkan moral kerja dan *performance* dari operator. Lebih spesifik lagi suatu tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan dalam sistem produksi (Wignjoesoebroto, 2009) seperti:

1. Memudahkan proses manufaktur

   Tata letak harus dirancang sedemikian rupa sehingga proses manufaktur dapat dilaksanakan dengan cara yang baik.

   Saran-saran khusus untuk itu adalah:

   a. Susun mesin, peralatan dan tempat kerja sedemikian rupa sehingga barang dapat bergerak dengan lancar sepanjang suatu jalur, selancar mungkin.
   b. Hilangkan hambatan-hambatan yang ada.
   c. Rencanakan aliran material atau produk dengan benar sehingga mudah untuk dikerjakan.
   d. Menjaga mutu pekerjaan.

2. Meminimumkan pemindahan bahan

   Tata letak yang baik harus dirancang sedemikian rupa sehingga pemindahan barang yang dijalankan sampai pada batas minimum. Jika dapat dilaksanakan, pemindahan harus dilakukan secara mekanis dan

Dipindai dengan CamScanner

seluruh pemindahan harus dirancang untuk memindahkan komponen menuju daerah pengiriman.

3. Menjaga keluwesan

Meskipun sebuah pabrik atau departemen dapat dirancang untuk memproduksi sejumlah barang, ada kalanya dihadapi beberapa keadaan yang memerlukan perubahan kemampuan produksinya. Beberapa perubahan yang terjadi mungkin saja dapat ditanggulangi dengan mudah jika diantisipasi dalam perencanaan awal. Cara yang umum untuk memudahkan penyusunan ulang peralatan ini adalah dengan memudahkan penyusunan ulang peralatan dengan membangun atau memasang sistem utilitas pada tempat-tempat yang pelayanannya dapat dilakukan dengan mudah.

4. Memelihara perputaran barang setengah jadi yang tinggi

Kebaikan terbesar suatu operasi produksi adalah apabila suatu barang berjalan dengan waktu sesingkat mungkin. Setiap menit atau bahkan detik yang dilewati barang akan menambah ongkos. Jika penyimpanan barang setengah jadi ditekan seminimum mungkin, maka akan menurunkan biaya produksi.

5. Menurunkan penanaman modal dalam peralatan

Susunan peralatan pada suatu fasilitas yang tepat akan menurunkan jumlah peralatan yang dibutuhkan. Kecermatan dalam pemilihan metode pemrosesan kadang dapat menghemat pembelian sebuah mesin. Jadi, dalam suatu fasilitas yang tadinya membutuhkan 2 mesin untuk melakukan operasi, bila dirancang dengan baik fasilitasnya, dapat meningkatkan kapasitas produksi dari suatu fasilitas, dapat dikurangi kebutuhan mesinnya menjadi 1 unit mesin saja.

6. Menghemat pemakaian ruang bangunan

Setiap meter persegi luas lantai dalam suatu pabrik atau departemen dapat memakan biaya. Tata letak fasilitas yang benar dan baik, dapat meminimumkan jarak antar mesin, keleluasaan orang untuk bergerak dan

Dipindai dengan CamScanner

barang. Dengan perhitungan yang tepat tentang jarak antar mesin, banyak luas lantai yang dapat dihemat.

7. Meningkatkan kesangkilan pemakaian tenaga kerja

   Sejumlah besar tenaga kerja produktif dapat terbuang karena keadaan tata letak yang buruk. Saran-saran berikut dapat menaikkan kinerja pemakaian buruh:

   a. Kurangi pemindahan bahan yang dilakukan secara manual.
   b. Minimumkan jalan kaki untuk melakukan proses produksi.
   c. Seimbangkan siklus mesin sebaik mungkin, sehingga mesin dan pekerja tidak perlu menganggur.
   d. Dalam teori, penyedia harus berdiri di tengah kelompoknya sehingga dapat berhubungan langsung.

8. Memberikan kemudahan, keselamatan dan kenyamanan pada pegawai. Untuk memenuhi tujuan ini diperlukan perhatian atas hal-hal seperti penerangan dan sirkulasi udara yang baik, keselamatan, pembuangan kelembaban, debu dan kotoran. Peralatan yang menyebabkan kebisingan tinggi sebaiknya diberikan pelindung peredam suara. Peralatan yang bergetar diberikan bantalan untuk menjaga getaran agar tidak menjalar ke peralatan atau barang disekitarnya.

   Meskipun rasanya sulit untuk setiap rekayasa dalam menjalankan hal tersebut dengan baik, namun tujuan tersebut harus tetap digaris bawahi dalam pencapaian pemecahan masalah tata letak fasilitas dan pencapaian hasil yang baik untuk setiap faktornya.

2.1.4. Dasar-dasar Perancangan Pabrik (*Plant Design*)

Istilah ataupun pengertian desain suatu pabrik dan pengaturan tata letak pabrik seringkali membingungkan dan diartikan sama. Kedua istilah ini sebenarnya berbeda, meskipun ada kaitannya satu dengan lainnya. Dengan perancangan pabrik pengertian yang ada lebih luas lagi yaitu meliputi:

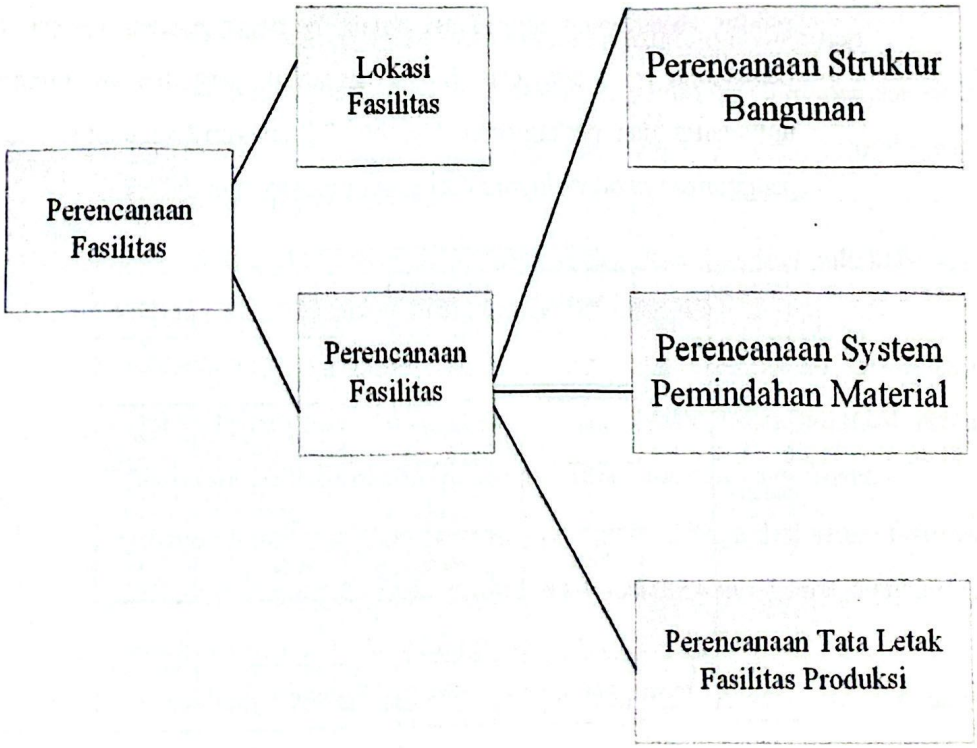
1. Perencanaan finansial pabrik.
2. Penentuan lokasi pabrik.

Dipindai dengan CamScanner

3. Seluruh perencanaan yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan fisik pabrik.

Menurut Apple (1990), secara umum desain pabrik ini dapat didefinisikan sebagai "*the overall design of enterprise*". Aktivitas perencanaan disini lebih terbatas, yaitu sekedar perencanaan atau pengaturan berlangsungnya proses produksi secara optimal. Dari definisi tersebut, jelaslah bahwa perencanaan tata letak pabrik merupakan salah satu aktivitas yang harus dilaksanakan di dalam desain pabrik secara keseluruhan.

Di dalam perencanaan fasilitas ada dua pokok yang akan dibahas, pertama berkaitan dengan perencanaan lokasi pabrik (*plant location*) yaitu penetapan lokasi dimana fasilitas produksi harus ditempatkan dan yang kedua adalah perancangan fasilitas produksi (*facilities design*) yang akan meliputi perancangan struktur bangunan (*structure design*), perancangan tata letak fasilitas produksi (*facilities/plant layout design*) dan perancangan sistem pemindahan *material* atau produk. Secara skematis hirarki dari perencanaan fasilitas pabrik tersebut dapat digambarkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Sistematika Perencanaan Fasilitas Pabrik
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

Dipindai dengan CamScanner

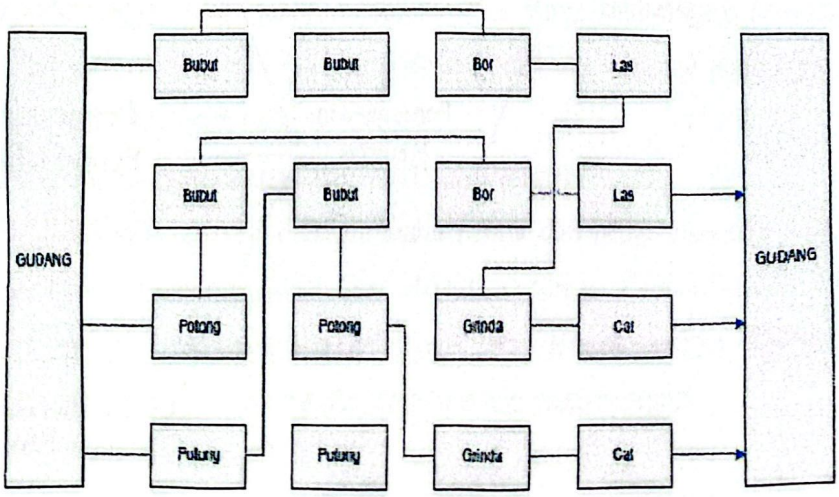
2.1.5. Jenis Tata Letak

Dalam tata letak pabrik itu sendiri, sangat ditentukan oleh susunan mesin-mesin yang ada di pabrik, yang membentuk suatu aliran produksi. Perusahaan yang berorientasi pada industri yang menggunakan banyak mesin produksi. Umumnya untuk menghadapi masalah dalam peletakan (susunan) mesin dan peralatannya, dimana semua mesin, fasilitas pendukung harus diatur atau disusun sedemikian rupa agar interaksinya terhadap karyawan, pemindahan bahan dapat berjalan dengan baik.

Berdasarkan hal ini ada 4 bagian besar tipe tata letak pabrik yang utama yaitu:

1. *Process Layout*

   Tata letak proses atau dikenal juga sebagai tata letak fungsional adalah penyusunan tata letak dimana alat yang sejenis atau yang mempunyai fungsi sama ditempatkan dalam bagian yang sama. Model ini cocok untuk *discret production* dan bila proses produksi tidak baku, yaitu jika perusahaan membuat berbagai jenis produk yang berbeda atau suatu produk dasar yang diproduksi dalam berbagai macam variasi. Contoh pemakaian jenis tata letak ini adalah untuk pergudangan, rumah sakit, universitas dan perkantoran. Gambar 2.2. merupakan contoh nyata dari penggunaan *process layout* dari suatu industri manufaktur.



Gambar 2.2. *Process Layout*
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

Dipindai dengan CamScanner

Tata letak berdasarkan proses ini umumnya dipergunakan untuk industri manufaktur yang bekerja dengan jumlah/volume produksi relatif kecil dan terutama untuk jenis produk yang tidak standar. Tata letak tipe ini akan terasa lebih fleksibel dibandingkan dengan tata letak berdasarkan aliran produk.

Berdasarkan tata letak aliran proses ini, memiliki beberapa keuntungan yaitu:

a. Total investasi yang rendah untuk pembelian mesin dan atau peralatan produksi lainnya, karena disini yang dipergunakan adalah mesin yang umum (*general purpose*).
b. Fleksibilitas fasilitas dan tenaga kerja produksi besar dan sanggup mengerjakan berbagai jenis model produk. Pendayagunaan mesin tentu saja akan lebih maksimal.
c. Kemungkinan adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan.
d. Pengendalian dan pengawasan akan lebih mudah dan baik terutama untuk pekerjaan yang sukar dan membutuhkan ketelitian tinggi.
e. Mudah untuk mengatasi *breakdown* pada mesin, yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain tanpa banyak menimbulkan hambatan yang signifikan.

Selain keuntungan yang bisa diperoleh maka akan dijumpai pula beberapa kerugian atau batas dari aplikasi *layout* tipe ini yaitu:

a. Karena pengaturan tata letak mesin tergantung pada macam proses atau fungsi kerjanya dan tidak tergantung pada urutan proses produksi, maka hal ini menyebabkan aktivitas pemindahan *material* yang besar.
b. Adanya kesulitan dalam hal menyeimbangkan kerja dari setiap fasilitas produksi yang ada akan memerlukan penambahan *space* area untuk *work in process storage* (Wignjosoebroto, 2009).
c. Pemakaian fasilitas atau mesin produksi tipe *general purpose* akan menyebabkan banyaknya macam produk yang harus dibuat menyebabkan proses dan pengendalian produksi menjadi kompleks.

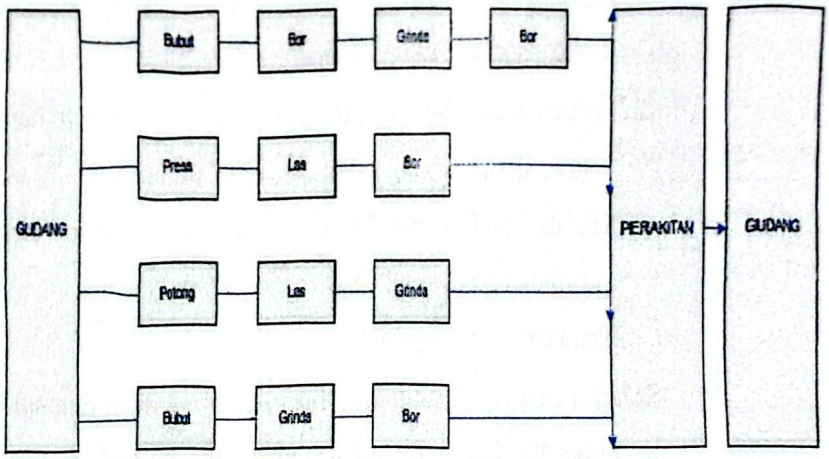
Dipindai dengan CamScanner

d. Tipe *process layout* biasanya diaplikasikan untuk kegiatan *job order* yang mana banyaknya macam produk yang harus diproduksi menyebabkan proses dan pengendalian produksinya menjadi kompleks.

e. Diperlukan *skill* operator yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.

2. *Product Layout*

Tata letak produk (*product layout*) dipilih apabila proses produksinya telah distandarisasikan dan berproduksi dalam jumlah yang besar. Setiap produk akan melalui tahapan operasi yang sama sejak dari awal sampai akhir. Penyusunan bagian diatur sedemikian rupa sehingga dari bagian tersebut dapat dihasilkan suatu jenis produk tertentu. *Product layout* dapat dilihat pada Gambar 2.3. Contoh pemakaian *layout* yaitu tempat cuci mobil otomatis, kafetaria atau perakitan mobil.



Gambar 2.3. *Product Lay Out*
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

Dari diagram diatas dapat dilihat tata letak berdasarkan produk yang dibuat dan didefinisikan sebagai metode pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam satu stasiun kerja/area secara khusus. Disini bahan baku atau produk akan dipindahkan dari satu operasi ke operasi lainnya secara langsung, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tujuan utama dari tata letak ini adalah untuk

Dipindai dengan CamScanner

mengurangi pemindahan *material* dan memudahkan pengawasan pada setiap aktivitasnya (Wignjosoebroto, 2009).

Keuntungan yang dapat diperoleh untuk pengaturan berdasarkan aliran produksi ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

a. Aliran pemindahan *material* berlangsung lancar, sederhana, logis dan biaya pemindahan *material* rendah karena disini aktivitasnya menggunakan jarak yang terpendek.
b. Total waktu yang dipergunakan untuk produksi relatif singkat.
c. *Work-in-process* jarang terjadi karena lintasan produksi sudah diseimbangkan.
d. Adanya insentif bagi kelompok karyawan yang akan dapat memberikan motivasi guna meningkatkan produktivitas kerjanya.
e. Tiap unit produksi atau stasiun kerja memerlukan luas area yang minimal.
f. Pengendalian proses produksi mudah dilaksanakan.

Walaupun memiliki banyak keuntungan yang dapat diperoleh dari tata letak tipe ini, tetapi tetap pula dijumpai kekurangan atau kerugian seperti:

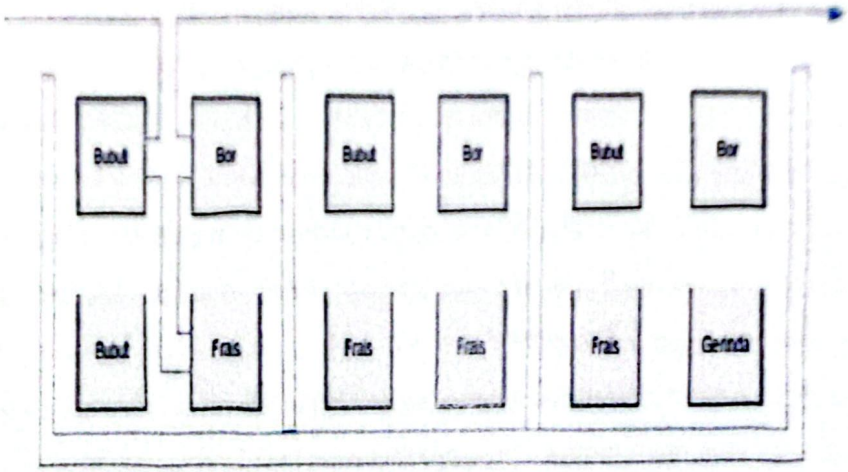
a. Adanya kerusakan salah satu mesin akan menghentikan proses produksi secara total.
b. Tidak adanya fleksibilitas untuk memproduksi suatu produk atau *part* yang berbeda.
c. Stasiun kerja/area yang paling lambat akan menjadi hambatan bagi aliran produksi.
d. Adanya investasi dalam jumlah besar untuk pengadaan mesin baik dari segi jumlah maupun akibat spesialisasi fungsi yang dimiliki.

3. *Group Technology Layout* (Kelompok Teknologi)

Ini adalah metode produksi pendek yang baru dan sering digunakan dalam situasi *job-shop*, biasanya komponen yang tidak sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasarkan kesamaan bentuk komponen, bukan kesamaan penggunaan akhir. Hal ini memberi kemungkinan pemakaian kelompok jalur produksi, jika dibandingkan mesin mandiri atau pusat-

Dipindai dengan CamScanner

pusat mesin (atau jenis mesin yang sama), yang memungkinkan *lot kecil* dari komponen yang tidak sama dikerjakan dengan satu dasar produksi masal. Tampak *layout* ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. *Group Technology Layout*
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari pengaturan tata letak fasilitas tipe produksi ini antara lain:

a. Dengan adanya pengelompokan produk sesuai dengan proses pembuatannya, maka akan diperoleh pendayagunaan mesin yang maksimal.
b. Lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan *material* diharapkan lebih pendek bila dibandingkan tata letak berdasarkan fungsi atau macam proses.
c. Berdasarkan pengaturan tata letak fasilitas produksi selama ini, maka suasana kerja kelompok akan bisa dibuat sehingga keuntungan-keuntungan dari aplikasi *job enlargement* juga akan diperoleh.

Selain keuntungan yang bisa diperoleh seperti yang disebutkan diatas, maka tipe *layout* ini juga akan memberikan beberapa kerugian/keterbatasan dalam hal:

a. Diperlukan tenaga kerja yang memiliki keterampilan atau *skill* tinggi untuk mengoperasikan fasilitas-fasilitas yang ada.

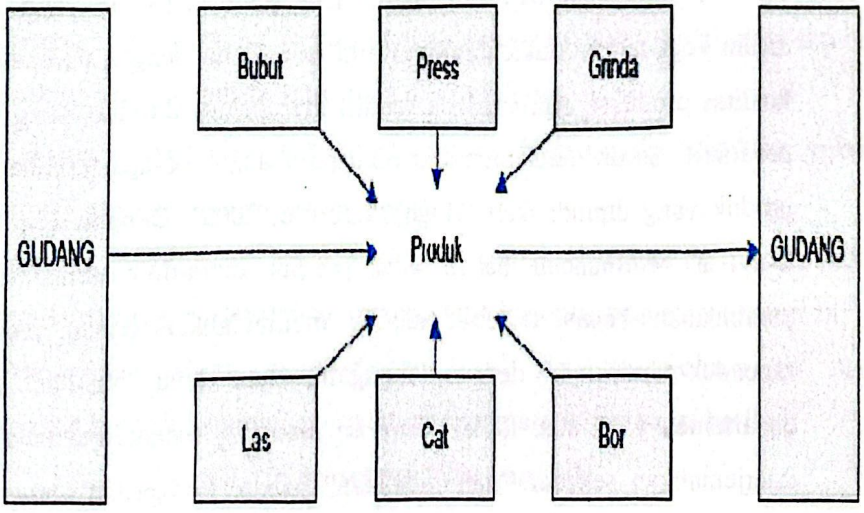
Dipindai dengan CamScanner

b. Kelancaran kerja sangat tergantung pada kegiatan pengendalian produksi khususnya dalam hal menjaga keseimbangan aliran kerja yang bergerak melalui individu - individu sel yang ada.

c. Beberapa kerugian dari *process layout* dan *product layout* dapat dijumpai pada perancangan *layout* ini.

4. *Fixed Position Layout* (Tata letak Posisi Tetap)

Tata letak posisi tetap dipilih apabila ukuran, bentuk ataupun karakteristik lain menyebabkan produknya tidak mungkin atau sukar untuk dipindahkan. Dengan demikian produk tetap di tempat, sedangkan peralatan dan tenaga kerjanya yang mendatangi produk dapat dilihat pada Gambar 2.5. Tata letak seperti ini biasanya terdapat pada pembuatan kapal laut, pesawat terbang, diasosiasikan dengan pembuatan produk-produk yang besar atau *bulky* saja, tetapi juga dapat berlaku untuk pembuatan produk-produk yang lebih kecil, misalnya dalam industri perakitan komputer atau arloji dimana pekerjaan perakitan dan pengujiannya dilakukan di tempat yang sama.



Gambar 2.5. *Fixed Position Layout*
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari tata letak tipe ini adalah:

a. Berdasarkan banyaknya perpindahan fasilitas produksinya, maka perpindahan *material* dapat dikurangi

Dipindai dengan CamScanner

b. Berdasarkan pendekatan kelompok kerja yang digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinuitas operasi dan tanggung jawab bisa tercapai sebaik-baiknya.

c. Fleksibilitas kerja yang tinggi.

Beberapa kerugian yang didapatkan dengan menerapkan tipe *layout* ini adalah:

a. Adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi atau operator pada saat operasi kerja berlangsung.

b. Memerlukan operator dengan *skill* yang sangat tinggi disamping aktvitas supervisi yang lebih umum dan intensif.

c. Adanya duplikasi peralatan kerja yang akhirnya menyebabkan *space* area dan tempat untuk barang setengah jadi.

d. Memerlukan pengawasan dan kordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.

2.2. Pemindahan *Material*

Pemindahan *material* merupakan suatu aktivitas yang sangat penting dalam kegiatan produksi dan memiliki kaitan erat dengan perencanaan tata letak fasilitas produksi. Aktivitas itu sendiri merupakan aktivitas yang tergolong "non produktif" sebab tidak memiliki nilai perubahan apa-apa terhadap *material* atau produk yang dipindahkan (Wignjosoebroto, 2009). Dengan demikian sebaiknya aktivitas pemindahan bahan atau produk dieliminir untuk menekan biaya pemindahan bahan tersebut adalah memindahkan bahan pada jarak yang sependek-pendeknya dengan mengatur tata letak fasiltas produksi atau departemen yang ada. Istilah *material handling* sebenarnya kurang tepat kalau diterjemahkan sekedar "memindahkan" bahan. Pengertian tentang pemindahan bahan dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pembungkusan/pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), sekaligus pengawasan/pengendalian (*controlling*), dari bahan atau *material* dengan segala bentuknya.

Dipindai dengan CamScanner

2.2.1. Tujuan Pokok Pemindahan Bahan

Menurut Wignjosoebroto (2009), pada penjelasan sebelumnya, dijelaskan bahwa aktivitas pemindahan bahan atau produk tidak memiliki nilai tambah pada kegiatan proses produksi. Kegiatan pemindahan bahan atau material ini merupakan kegiatan pelayanan secara penuh yang tentu saja akan membutuhkan biaya dan ikut mempengaruhi struktur biaya operasi. Dari hal tersebut maka aktivitas ini juga merupakan salah satu area yang harus selalu diawasi, dikontrol dan diperbaiki.

2.2.2. Pola Aliran Pemindahan Bahan

Pada umumnya, akan berfikir bahwa produktivitas yang tinggi akan dapat diperoleh dengan cara mengatur aliran proses produksi secara efektif dan efisien. Dengan aliran proses produksi maka disini akan diartikan sebagai aliran yang diperlukan untuk memindahkan elemen-elemen produksi (bahan baku/*material*, orang dan *part*) mulai dari awal proses dilaksanakan sampai akhir proses menurut lintasan yang dianggap paling efisien.

Ditinjau dari sejak awal sampai akhirnya, maka proses aliran *material* akan dapat diklasifikasikan menjadi tiga tahapan yaitu:

1. Gerakan perpindahan semua elemen (*material/part*) mulai dari sumber asalnya menuju pabrik yang akan mengelolanya.
2. Gerakan perpindahan dari *material/part* di dalam dan disekitar pabrik selama proses produksi berlangsung.
3. Gerakan perpindahan yang meliputi aktivitas distribusi daripada produk jadi (*output*) yang dihasilkan menuju ke lokasi pemesan atau konsumen.

Perencanaan aliran *material* yang baik dari aliran-aliran ini akan mendatangkan banyak keuntungan-keuntungan, antara lain sebagai berikut:

1. Menambah efisiensi dari proses produksi yang ada.
2. Pendayagunaan dari *floor space* yang lebih baik.
3. Aktivitas-akivitas pemindahan *material* akan berlangsung secara lebih sederhana.
4. Pendayagunaan segala fasilitas produksi secara lebih baik sehingga waktu menganggur dapat dikurangi.

Dipindai dengan CamScanner

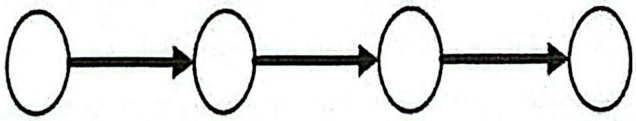
5. Mengurangi waktu pengerjaan dan *in-process inventory*.
6. Pendayagunaan tenaga kerja secara lebih efisien.
7. Mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan dari produk yang dihasilkan.
8. Mengurangi jarak perpindahan *material* dan juga kemacetan-kemacetan dalam lintasan produksi.
9. Memudahkan aktivitas supervisi, menyederhanakan pengawasan, dan mempermudah proses pemindahan.

2.2.3. Pola Umum Aliran Bahan

Pola aliran bahan pada umumnya akan dapat dibedakan dalam dua tipe yaitu pola aliran bahan untuk proses produksi dan pola aliran bahan yang diperlukan untuk proses perakitan. Ada beberapa bentuk umum dari pola aliran bahan maupun aktivitas proses produksi, yaitu:

1. Bentuk garis lurus (*Straight Line*)

   Bentuk seperti ini umumnya dapat digunakan jika proses produksi yang dilakukan relatif pendek, sederhana dan hanya menyangkut beberapa komponen saja atau beberapa peralatan produksi.



Gambar 2.6. Bentuk garis lurus (*Straight Line*)
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

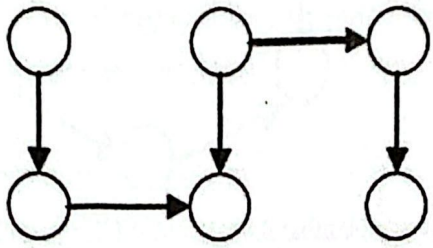
Pola aliran bahan berdasarkan garis lurus ini akan memberikan:

a. Jarak yang terpendek antara dua titik.
b. Proses atau aktivitas produksi berlangsung sepanjang garis lurus yaitu dari mesin nomor satu sampai mesin nomor terakhir.
c. Jarak perpindahan bahan secara total akan kecil karena jarak antara masing-masing mesin adalah yang sependek-pendeknya.

Dipindai dengan CamScanner

2. Bentuk *zig-zag* (*S-Shaped*)

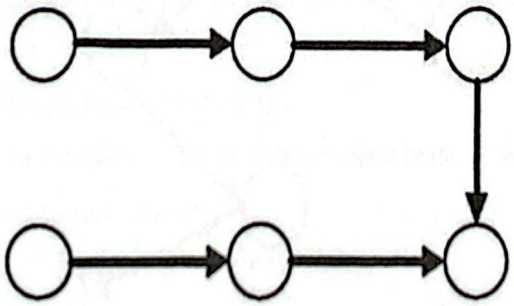
Bentuk ini digunakan apabila proses produksi relatif lebih panjang dari ruangan yang digunakan, sehingga untuk memperoleh aliran yang lebih panjang, maka dibuat aliran berbelok-belok.



Gambar 2.7. Bentuk *zig-zag* (*S-Shaped*)
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

3. Bentuk U (*U-Shaped*)

Dapat diterapkan bila diharapkan produk jadinya mengakhiri proses pada tempat yang relatif sama dengan awal proses karena alasan-alasan tertentu, misalnya keadaan fasilitas transportasi, pemakaian mesin bersama. Aplikasi garis aliran bahan relatif panjang, mana bentuk U tidak efisien dan untuk ini lebih baik digunakan pola aliran *zig-zag*.

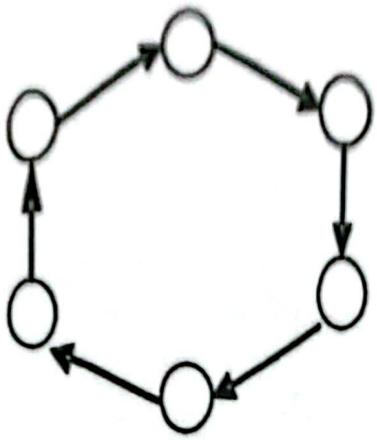


Gambar 2.8. Bentuk U (*U-Shaped*)
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

4. Bentuk Melingkar (*Circular*)

Bentuk ini digunakan apabila produk yang telah selesai diproduksi diharapkan kembali ke tempat awal dilakukannya kegiatan produksi atau bagian penerimaan dan penyimpanan berada pada lokasi yang sama.

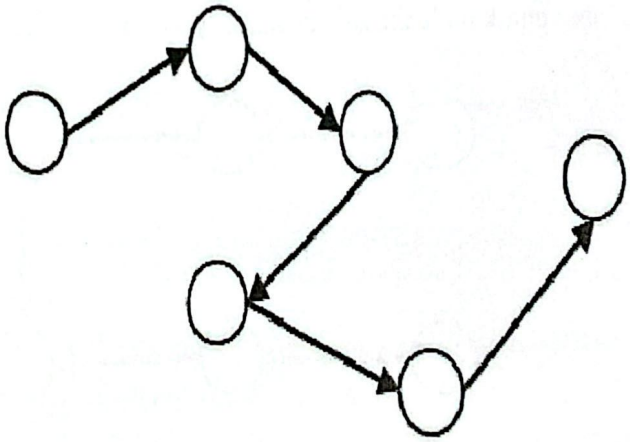
Dipindai dengan CamScanner



Gambar 2.9. Bentuk Melingkar (*Circular*)
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

5. Bentuk sudut ganjil (*Odd-Angle*)

Bentuk sudut ganjil ini digunakan apabila diinginkan untuk mendapatkan garis aliran yang pendek di antara daerah kerja, jika pemindahannya mekanis, jika keterbatasan ruangan tidak memberikan kemungkinan pola lain atau jika lokasi permanen dari fasilitas yang ada menuntut pola seperti itu.



Gambar 2.10. Bentuk sudut ganjil (*Odd-Angle*)
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

Pada dasarnya pola ini sangat umum dan lebih baik digunakan untuk kondisi seperti:

a. Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang produk diantara suatu kelompok kerja dan area yang saling berkaitan.

Dipindai dengan CamScanner

b. Bilamana proses pemindahan dilaksanakan secara mekanis.

c. Bilamana keterbatasan ruangan menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak dapat diterapkan.

d. Bilamana dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas-fasilitas produksi yang ada.

Odd angle ini akan memberikan lintasan yang pendek dan terutama akan terasa kemanfaatannya untuk area yang kecil.

2.3. *Systematic Layout Planning* (SLP)

Menurut Muther (2005), mengembangkan metode perencanaan tata letak yang disebut *Systematic Layout Planning* (SLP).

Prosedur perencanaan tata letak pabrik menurut *Muther's Systematic Layout Planning Procedure* adalah:

1. Melakukan pengumpulan data awal, yaitu data rancangan produk, rancangan proses dan rancangan jadwal produksi
2. Menentukan aliran material
3. Menentukan hubungan aktivitas atau kegiatan
4. Membuat diagram hubungan aktivitas dan aliran
5. Menentukan jumlah kebutuhan ruangan dan disesuaikan dengan ukuran ruangan yang tersedia
6. Membuat diagram hubungan ruangan
7. Membuat modifikasi dan batasan dalam pembuatan alternatif *layout*
8. Pembuatan alternatif *layout*
9. Mengevaluasi dan memilih alternatif *layout*
10. Pembentukan *block layout*

Adapun langkah-langkah dalam perencanaan tata letak dapat dikategorikan ke dalam tiga tahapan, yaitu:

1. Tahap analisis, yang meliputi:
   a. Data masukan, yaitu data yang berhubungan dengan rancangan produk dan rancangan proses.

Dipindai dengan CamScanner

b. Analisis aliran *material* merupakan analisis pengukuran kuantitatif untuk setiap gerakan perpindahan bahan diantara fasilitas atau aktivitas operasional.

Perhitungan yang dilakukan adalah:

1. Menghitung titik koordinat antar stasiun kerja/area dengan menggunakan rumus perpotongan diagonalnya. Sistem koordinat adalah suatu cara/metode untuk menentukan letak suatu titik dengan dua sumbu yang saling bertegak lurus antar satu dengan yang lain, yang keduanya terletak pada satu bidang (bidang x,y). Sumbu horizontal diberi label *x* dan sumbu vertikal diberi label *y*.

$$\text{Koordinat } X = X_0 + \frac{(X_1 - X_0)}{2} \quad \text{.....(2.1)}$$

$$\text{Koordinat } Y = Y_0 + \frac{(Y_1 - Y_0)}{2} \quad \text{.....(2.2)}$$

Keterangan:

X_0 : Titik awal pada sumbu x

X_1 : Titik akhir pada sumbu x

Y_0 : Titik awal pada sumbu y

Y_1 : Titik akhir pada sumbu y

2. Menghitung jarak antar stasiun kerja/area atau fasilitas dengan menggunakan rumus *phythagoras*. Rumus *pythagoras* merupakan rumus yang ditemukan oleh ilmuwan yunani yang bernama *pythagoras*. Pengertian dari teorema *pythagoras* atau dalil *pythagoras* yaitu berbunyi: sisi miring atau sisi terpanjang dalam segitiga siku-siku sama dengan kuadrat sisi-sisi lainnya.

$$a = \sqrt{c^2 - b^2}$$
$$b = \sqrt{c^2 - a^2}$$
$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{.....(2.3)}$$

3. Frekuensi perpindahan ditentukan untuk memperlihatkan banyaknya jumlah aliran perpindahan bahan yang terjadi dalam proses produksi.

Dipindai dengan CamScanner

Cara untuk menentukan frekuensi yaitu dengan rumus:

$$\frac{\textit{volume produksi per tahun}}{\textit{jumlah unit per pemindahan}} \quad \text{.....(2.4)}$$

4. Momen perpindahan adalah kegiatan/usaha yang dilakukan untuk memindahkan bahan atau barang terkait alat yang digunakan dan tenaga yang dikeluarkan terhadap jarak antar stasiun kerja/area. Total momen perpindahan bahan pada lantai produksi dapat ditentukan dengan mengalikan frekuensi perpindahan *material* dari satu stasiun kerja/area ke stasiun kerja/area yang lainnya dengan jarak antar stasiun kerja/area yang berkaitan. Perhitungan total momen perpindahan awal dapat dihitung dengan rumus:

$$Mo = F \times d \quad \text{.....(2.5)}$$

Keterangan:

Mo : Momen Perpindahan Bahan (meter/tahun)

F : Frekuensi Perpindahan Bahan (kali/tahun)

D : Jarak (meter)

Rumus diatas untuk menghitung total momen perpindahan bahan (Zo).

c. Analisis hubungan aktivitas merupakan analisis pengukuran kualitatif dengan menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC).

d. Diagram hubungan ruangan yang merupakan kombinasi dari analisis aliran *material* secara kuantitatif dengan ARC secara kualitatif.

2. Tahap penelitian, yang meliputi:

a. Pembuatan diagram hubungan ruangan untuk mengevaluasi luas area yang dibutuhkan untuk semua aktivitas perusahaan dan stasiun kerja/area yang tersedia.

b. Pembuatan rancangan alternatif tata letak dalam bentuk *block layout* dengan dasar dari diagram hubungan ruangan dan menghitung total momen perpindahan.

c. Perhitungan koreksi total momen perpindahan bahan pada rancangan alternatif.

Dipindai dengan CamScanner

$$= \frac{\textit{Current floor space} - \textit{Theory optimum floor space}}{\textit{Current floor space}} \text{ X } 100\% \text{.....(2.6)}$$

3. Tahap seleksi, dengan cara mengevaluasi alternatif tata letak yang telah dirancang. Alternatif tata letak yang memiliki total momen perpindahan bahan minimum dipilih sebagai *layout* usulan.

Metode *Systematic Layout Planning* (SLP) termasuk dalam teknik analisis konvensional. Metode SLP sering digunakan dalam melakukan perancangan tata letak fasilitas karena dilakukan dengan mengikuti urutan tahapan-tahapan yang saling berkaitan (sistematis). Metode SLP juga menggunakan input kuantitatif seperti jarak dan frekuensi perpindahan bahan serta *input* kualitatif seperti derajat hubungan aktivitas dalam tahapan analisisnya, sehingga analisis yang dilakukan lebih baik. Selain itu, kondisi lantai produksi tempat penelitian dilakukan juga mendukung penerapan metode SLP, yaitu ukuran yang tidak terlalu besar, *layout* yang relatif sederhana, serta adanya ketidakteraturan dalam aliran produk dan bahan. Dibandingkan dengan metode lainnya, metode *Systematic Layout Planning* (SLP) memiliki kelebihan karena dapat memungkinkan pemunculan solusi yang lebih dari satu alternatif. Selain itu, metode SLP juga mempunyai prosedur yang terperinci dalam mengatur *layout* berdasarkan urutan prosesnya, kemudian membangun *block* diagram, dan pada akhirnya membuat detail *layout* dari tiap *plant* atau fasilitas.

Adapun metode *Systematic Layout Planning* (SLP) yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang akan diuraikan sebagai berikut:

1. Aliran *Material*

   Aliran *Material* diperlukan untuk mengetahui perpindahan *material* antar departemen. Untuk menggambarkan aliran *material* pada proses produksi, digunakan *Flow Diagram*, *Multi Product Process Chart* dan *Travel Chart*.

   a. *Flow* Diagram/Diagram Alir adalah dalam industri manufaktur untuk menggambarkan proses-proses operasionalnya sehingga mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan langkah dari suatu proses ke proses lainnya. Diagram alir sering digunakan untuk mendokumentasikan standar proses yang telah ada sehingga menjadi

Dipindai dengan CamScanner

pedoman dalam menjalankan proses produksi. Disamping itu, diagram alir ini juga digunakan melakukan analisis terhadap proses produksi sehingga dapat melakukan peningkatan atau perbaikan proses yang berkesinambungan (secara terus-menerus).

b. *Multi Product Process Chart* adalah sebuah peta yang digunakan untuk menggambarkan aliran atau urutan operasi kerja yang menghasilkan produk dengan banyak jenis atau produk dengan banyak *part*. Peta ini terutama berguna untuk menunjukkan keterkaitan produksi antara komponen produk-produk antar produk, bahan, *part*, pekerjaan atau kegiatan.

c. *Travel Chart* adalah suatu teknik konvesional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi. Teknik ini sangat berguna untuk kondisi-kondisi dimana banyak item yang mengalir melalui suatu area seperti *job-hop*, bengkel permesinan dan kantor (Wignjosoebroto, 2009).

Contoh *Flow* Diagram, *Multi Product Process Chart* dan *Travel Chart* dapat dilihat pada Gambar 2.11, Gambar 2.12 dan Gambar 2.13.

2. Hubungan Aktivitas Antar Fasilitas

Peta hubungan aktivitas atau *Activity Relationship Chart* (ARC) adalah aktivitas atau kegiatan antara masing-masing bagian yang menggambarkan penting tidaknya kedekatan suatu ruangan. Peta hubungan aktivitas digunakan untuk menunjukkan tingkat hubungan aktivitas antar stasiun kerja/area atau fasilitas. Setiap tingkat hubungan dibuat dengan mempertimbangkan beberapa alasan yang akan mendekatkan atau menjauhkan hubungan tersebut. Alasan-alasan tersebut didasarkan atas keterkaitan produksi, keterkaitan personel, maupun keterkaitan informasi yang digunakan.

Adapun *Activity Relationship Chart* (ARC) dapat dilihat pada Gambar 2.14.

Simbol-simbol yang digunakan adalah:

A = mutlak perlu berdekatan

Dipindai dengan CamScanner

E = sangat perlu berdekatan

I = penting berdekatan

O = tidak jadi soal (biasa)

U = tidak perlu berdekatan

X = tidak diharapkan berdekatan

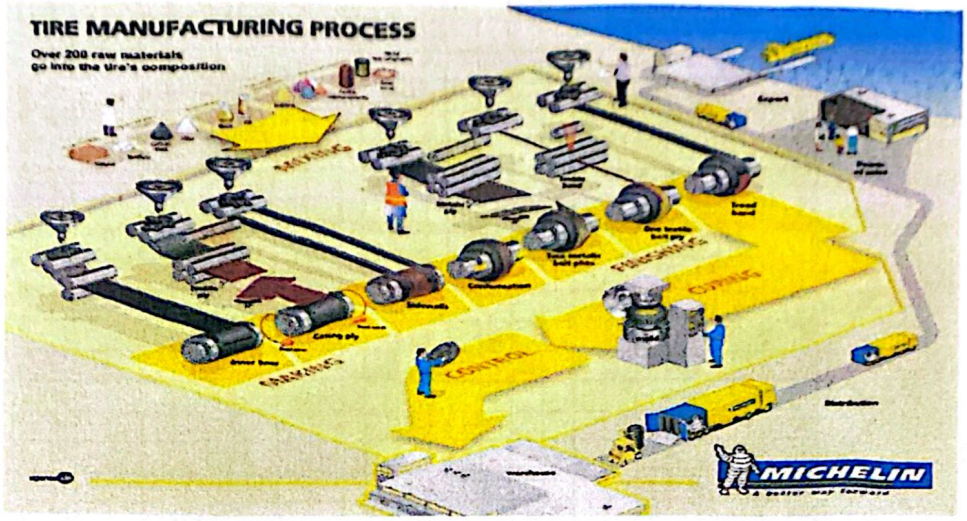
Secara umum alasan keterkaitan dibagi dalam tiga macam yaitu keterkaitan untuk produksi, keterkaitan untuk pegawai dan aliran informasi.

Pembagian alasan-alasan tersebut adalah dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Keterkaitan produksi
   a. Urutan aliran kerja
   b. Mempergunakan peralatan yang sama
   c. Menggunakan catatan yang sama
   d. Menggunakan ruangan yang sama
   e. Bising
   f. Debu dan kotor
   g. Getaran mekanis
   h. Bau tidak sedap, dan
   i. Memudahkan pemindahan bahan
2. Keterkaitan pegawai
   a. Menggunakan pegawai yang sama
   b. Melaksanakan pekerjaan yang sama
   c. Pentingnya berhubungan
   d. Derajat hubungan kepegawaian
   e. Kemudahan pengawasan
   f. Perpindahan pegawai
   g. Disenangi pegawai
   h. Gangguan pegawai
3. Aliran informasi
   a. Menggunakan catatan/berkas yang sama
   b. Derajat hubungan kertas kerja

Dipindai dengan CamScanner

c. Menggunakan alat komunikasi yang sama



Gambar 2.11. *Flow Diagram* Produksi Ban Mobil
Sumber: PT Michelin Indonesia

Multi Product Process Chart

Operations	A Tin base etched items	B Alum base etched items	C Alum base printed items	D Alum base anodized items I	E Alum base anodized items II	Business vol. each oper. %	
1. Cut to size	1	1	1	3		A – 18 B – 32 C – 28 D – 14	92
2. Polish	2						18
3. Wash out	3						18
4. Nickel silver plate	4						18
5. Weld				1	1	D – 14 E – 8	22
6. Anodize				2	2		22
7. Colour				5	3		22
8. Print	5	2	2	4	4		100
9. Color etch					5		8
10. Dry spray	6	3				A – 18 B – 32	50
11. Retouch	7	4					50
12. Deep etch	8	5					50
13. Pickle	9						18
14. Rinse	10	7		6	6		72
15. Lacquer	11	8	3				78
16. Spray paint		6					32
17. Imbed colors (future consideration)	9	7				Future potential	60
Business vol. (%)	18	32	28	14	8	100	

Gambar 2.12. *Multi Product Process Chart*
Sumber: Wignjoebroto (2009)

Dipindai dengan CamScanner

PT SINAR MAKMUR					Pemetaan Ke -1									Tanggal 9 Oktober 2010							
Peta Dari-Ke																					
Dari \ Ke	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	Jumlah
A		696																					696
B			696																				696
C				696																			696
D					696																		696
E						416											280						696
F																416							416
G													269										269
H										269													269
I							269																269
J																							269
K												269											269
L									269														269
M								269															269
N																		1007					1007
O																		304					304
P															304			112					416
Q																		280					280
R																			672				672
S																				672			672
T																					672		672
U																						672	672
V																							
Jumlah		696	696	696	696	416	269	269	269	269		269	269		304	416	280	1972	672	672	672	672	10474

Gambar 2.13. *Travel Chart*
Sumber: Wignjosoebroto (2009)

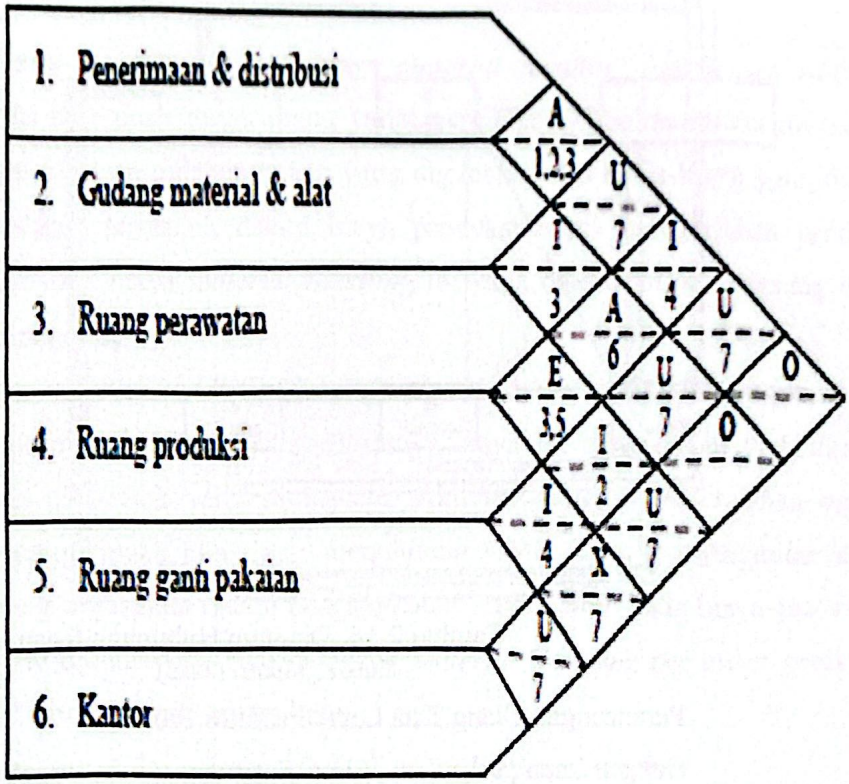
3. Diagram Hubungan Aktivitas

Dalam *systematic layout planning*, ada dua aspek yang harus dipertimbangkan yaitu derajat hubungan aktivitas dan aliran material. Adapun kombinasi dari kedua aspek tersebut dibuat dalam suatu diagram yang disebut diagram hubungan aktivitas atau *Activity Relationship* Diagram (ARD). Contoh ARD dapat dilihat pada Gambar 2.15.

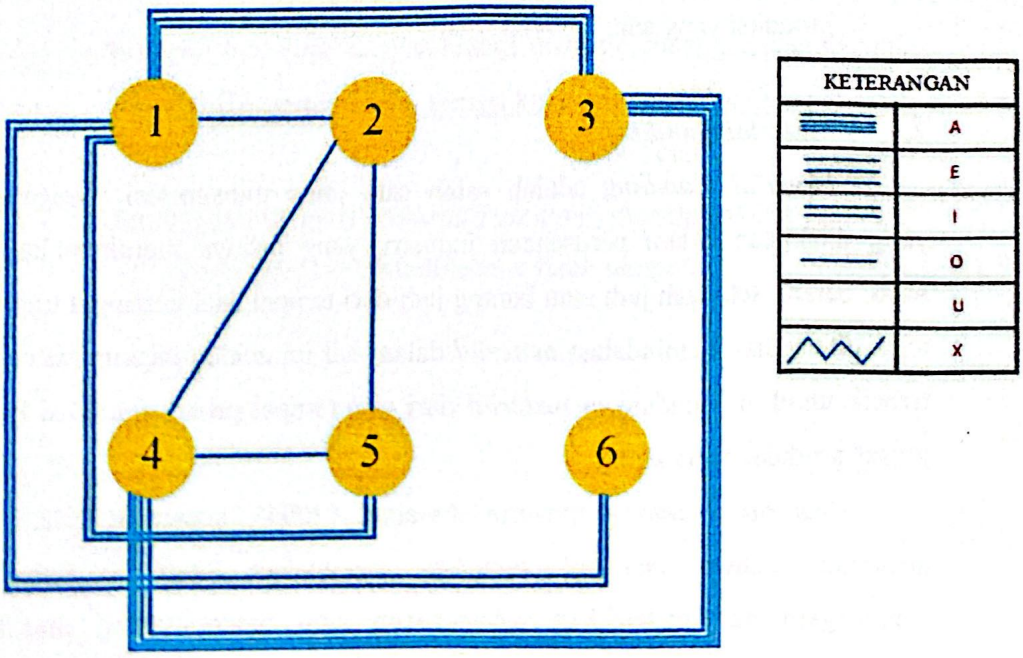
4. Diagram Hubungan Ruangan

Diagram hubungan ruangan digunakan untuk menunjukkan hubungan kedekatan antara stasiun kerja/area atau fasilitas yang satu dengan lainnya, dimana stasiun kerja/area atau fasilitas yang ada sudah menggunakan luas yang sebenarnya. Contoh diagram hubungan ruangan dapat dilihat pada Gambar 2.16.

Dipindai dengan CamScanner

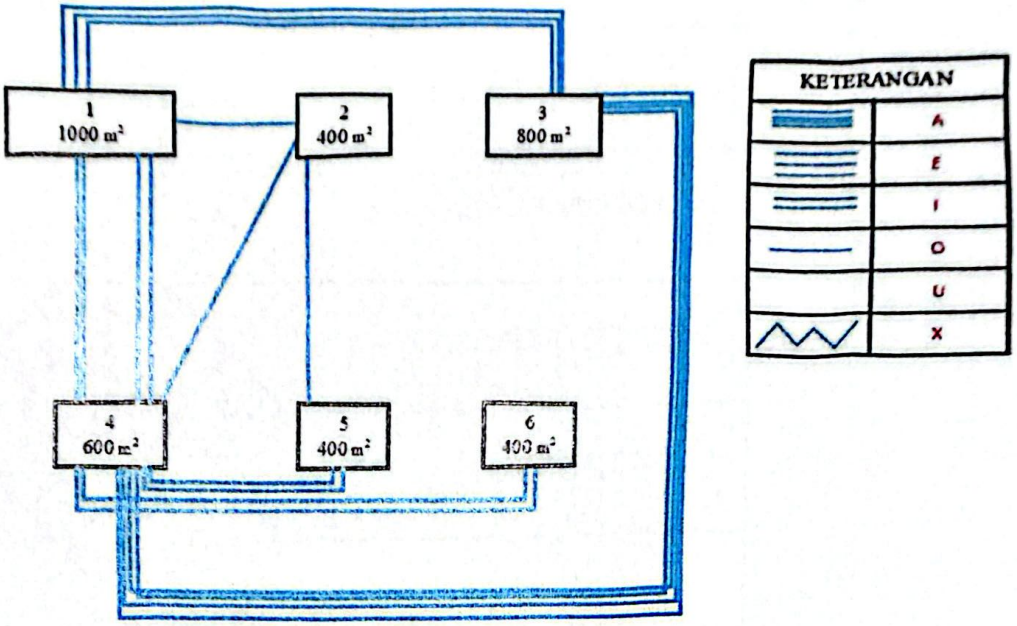


Gambar 2.14. *Activity Relationship Chart*
Sumber: Wignjosoebroto (2009)



Gambar 2.15. *Activity Relationship Diagram*
Sumber: Muther (2005)

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 2.16. Diagram Hubungan Ruangan
Sumber: Muther (2005)

5. Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi

Dengan memperhatikan *Flow* Diagram, *Multi Product Process Chart*, *Travel Chart*, ARC dan Diagram Hubungan Ruangan yang telah dibuat, maka dapat dilakukan perancangan ulang terhadap tata letak fasilitas produksi yang ada.

2.4. *Material Handling*

Material Handling adalah salah satu jenis transportasi (pengangkutan) yang dilakukan dalam perusahaan industri, yang artinya memindahkan bahan baku, barang setengah jadi atau barang jadi dari tempat asal ketempat tujuan yang telah ditetapkan. Pemindahan *material* dalam hal ini adalah bagaimana cara yang terbaik untuk memindahkan *material* dari satu tempat proses produksi ketempat proses produksi yang lain.

Material handling menurut Assauari (2004), secara sederhana dapat dikatakan bahwa *material handling* merupakan kegiatan mengangkat, mengangkut dan meletakkan bahan-bahan atau barang-barang masuk atau diterima dipabrik sampai pada barang jadi atau produk akan dikeluarkan dari pabrik.

Dipindai dengan CamScanner

2.4.1 Biaya *Material handling*

Menurut Assauari (2004), biaya *material handling* (biaya pemindahan bahan) terdiri atas upah untuk orang yang memindahkan bahan, biaya investasi dari berbagai alat pemindahan bahan yang digunakan dan biaya-biaya yang tidak dapat dipisahkan termasuk dalam biaya produksi untuk mengerjakan produk hasilnya. Didalam biaya *material handling* ini yang disebut biaya langsung dan biaya tidak langsung.

Biaya *material handling* dihitung dengan menggunakan jarak perpindahan dan biaya perpindahan per meter. Besarnya biaya ini dipengaruhi oleh aliran material dan tata letak yang digunakan. Aktivitas-aktivitas pemindahan yang terjadi diketahui, maka kita dapat menghitung OMH. Cara pengangkutan dan peralatan yang digunakan dalam pengangkutan berpengaruh pada biaya *material handling* yang dikeluarkan. Biaya/Ongkos *Material Handling* per meter gerakan terdiri dari 2 (dua) macam, antara lain:

1. *Material handling* dengan *forklift*, menggunakan formulasi:

$$\text{OMH/ meter} = \frac{\text{Gaji tenaga kerja } \textit{material handling} \text{ per tahun}}{\text{Jarak Total}} \quad \text{....(2.7)}$$

2. *Material handling* dengan tenaga manusia, menggunakan formulasi:

$$\text{OMH/ meter} = \frac{\text{Gaji tenaga kerja } \textit{material handling} \text{ per tahun}}{\text{Jarak Total}} \quad \text{....(2.8)}$$

3. Untuk Total Ongkos *Material Handling*, menggunakan formulasi:

$$\text{Total OMH} = \text{OMH/meter x Jarak tempuh} \quad \text{.....(2.9)}$$

Dipindai dengan CamScanner

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahapan penelitian yang harus ditetapkan dahulu sebelum melakukan proses pemecahan masalah, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan lebih terarah dan terkendali serta mempermudah dalam menganalisis permasalahan. Langkah-langkah metodologi pemecahan masalah pada tugas akhir ini dimulai dari studi pendahuluan untuk mengidentifikasi masalah yang menjadi objek penelitian yaitu PT Sarana Laser Cutting. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang akan berkaitan dengan penelitian untuk dilakukan pengolahan data. Data yang sudah diolah akan dianalisis dan penelitian ini akan diakhiri dengan suatu rumusan kesimpulan dan saran-saran untuk perusahaan

3.1. Jenis Data

Penelitian dilakukan di lantai produksi. Dari kegiatan ini akan didapatkan data yang dibutuhkan berupa data primer maupun data sekunder.

3.1.1. Data Primer

Data primer adalah data yang diambil secara langsung dari objek penelitian di PT Sarana Laser Cutting. Data Primer yang dibutuhkan dari penelitian ini meliputi:

1. Data hasil wawancara

   Merupakan data yang didapat dari hasil wawancara dengan kepala bagian produksi.

2. Data uraian proses produksi

   Merupakan data proses produksi yang dihasilkan yaitu produk *box* dan *cover*.

3. Data luas tiap stasiun kerja/area

   Merupakan data luas tiap stasiun kerja/area pada lantai produksi yang menghasilkan produk *box dan cover* mulai dari stasiun kerja/area *storage* sampai *finish good.*

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca Membuat Mengambil Doso

Dipindai dengan CamScanner

3.1.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak diambil secara langsung. Data sekunder yang dibutuhkan dan didapat dari penelitian ini meliputi:

1. Data profil PT Sarana Laser Cutting.
2. Sejarah PT Sarana Laser Cutting.
3. Uraian produk PT Sarana Laser Cutting
4. Visi dan Misi PT Sarana Laser Cutting.
5. Lokasi PT Sarana Laser Cutting.
6. Ketentuan waktu kerja perusahaan.
7. Struktur organisasi.
8. Deskripsi Pekerjaan.
9. Kegiatan PT Sarana Laser Cutting.

3.2 Sumber Data

Data yang diperoleh dalam penelitian berasal dari:

1. Data primer berasal dari lantai produksi.
2. Data sekunder berasal dari bagian personalia/HRD dan kepala produksi.

3.3 Teknik Analisis

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pemecahan masalah yang ada dalam penelitian sebagai berikut:

3.3.1. Studi Lapangan

Pada tahap ini dilakukan pengamatan secara langsung untuk mengetahui permasalahan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi dengan lebih jelas. Pengamatan di lapangan dilakukan untuk mengindentifikasi permasalahan yang terjadi dalam perusahaan terutama di lantai produksi yang menghasilkan produk *box* dan *cover* pada PT Sarana Laser Cutting.

3.3.2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan pemahaman atas teori atau literatur yang diperlukan dalam mendukung penelitian. Dalam penelitian ini, maka studi pustaka yang diperlukan adalah teori dasar tentang tata letak fasilitas dan

Dipindai dengan CamScanner

systematic layout planning dalam perbaikan tata letak fasilitas produksi untuk meminimalisasi jarak perpindahan bahan. Melalui literatur akan didapatkan suatu kerangka dalam memecahkan masalah atau persoalan agar penelitian akan lebih terarah dan hasilnya akan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

3.3.3. Perumusan Masalah

Setelah melakukan pengamatan di lapangan didapat permasalahan yang sedang dihadapi adalah tata letak fasilitas produksi dari jarak perpindahan bahan yang kurang baik dapat berpengaruh terhadap proses produksi dan *output* produksi.

3.3.4 Tujuan Penelitian

Setelah melakukan perumusan masalah, maka langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan dari penelitian ini. Tujuan penelitian ditetapkan agar penelitian yang dilakukan dapat menjawab dan menyelesaikan rumusan masalah yang dihadapi.

3.3.5. Pengumpulan Data

Setelah melakukan identifikasi dan perumusan masalah maka dilakukan pengumpulan data untuk membantu tahap pengolahan data. Data tersebut digunakan sebagai informasi yang berguna untuk menjadi dasar dalam melakukan analisis dan memecahkan masalah pada perusahaan. Data yang diambil merupakan data primer berupa data tata letak awal fasilitas produksi, data poduk yang dihasilkan, data produksi terkait, data mesin yang digunakan dan ukuran jarak antar stasiun kerja/area.

3.3.6. Pengolahan Data

Data primer dan data sekunder yang telah didapat kemudian diolah. Adapun tahapan pengolahannya sebagai berikut:

1. Perancangan perbaikan tata letak fasilitas produksi

   Pada tahap awal ini dijelaskan beberapa hal yang dapat dilakukan untuk melakukan perbaikan tata letak fasilitas produksi. Cara yang dapat dilakukan pada tahap ini adalah:

   a. Mengetahui kondisi tata letak awal fasilitas produksi atau keadaan saat ini. Dengan mengetahui kondisi tata letak awal fasilitas produksi atau

Dipindai dengan CamScanner

kondisi aktual tata letak fasilitas, dapat diketahui tingkat keteraturan dari tata letak awal fasilitas produksi yang ada. Tingkat keteraturan tata letak fasilitas produksi sedikit banyak dapat mengetahui kendala yang dihadapi saat berlangsungnya proses produksi.

b. Permasalahan dan kendala yang dihadapi dengan kondisi tata letak fasilitas produksi yang ada saat ini dan kemudian dapat ditindak lanjuti dengan membuat rancangan perbaikan tata letak fasilitas produksi untuk meminimalisasi jarak perpindahan bahan pada perusahaan.

c. Merencanakan keterkaitan kegiatan dengan menggunakan metode *systematic layout planning* harus diselenggarakan untuk melayani kegiatan yang ada pada lantai produksi. Awalnya dengan mengetahui, *multy product process chart* (MPPC), analisis *acitivity relationship chart* (ARC), rekapitulasi lembar kerja (*Work Sheet*), penyusunan *activity relationship diagram* (ARD) dan pembuatan alternatif *final layout*.

2. Merencanakan pola aliran bahan/produk pada lantai produksi

Aktivitas yang dilakukan pada perencanaan pola aliran bahan/produk adalah:

a. Menentukan pola aliran bahan/produk yang terencana.

Setelah melakukan perbaikan tata letak fasilitas produksi, maka dipastikan pola aliran bahan/produk mengalami perubahan. Perubahan pola aliran ini ditujukan untuk menurunkan waktu produksi dari segi perubahan pola aliran bahan/produk.

b. Perbandingan jarak angkut setelah dilakukan perbaikan tata letak fasilitas produksi. Dengan melakukan perbandingan jarak angkut setelah dilakukannya perbaikan tata letak fasilitas produksi dapat diketahui perubahan yang dihasilkan. Perubahan yang terjadi diharapkan dapat meminimalisasi jarak angkut yang ada pada lantai produksi.

Dipindai dengan CamScanner

3. Menganalisis rancangan alternatif yang dihasilkan

Pada tahap ini rancangan alternatif tata letak fasilitas produksi yang dihasilkan sebelum dan setelah perbaikan tata letak fasilitas produksi dapat dibandingkan. Untuk melakukan perhitungan pada rancangan alternatif untuk menentukan nilai momen perpindahan bahan yang terkecil dapat dicari dengan menghitung jarak antar fasilitas dan frekuensi perpindahan bahan pada lantai produksi.

3.3.7. Analisis dan Pembahasan

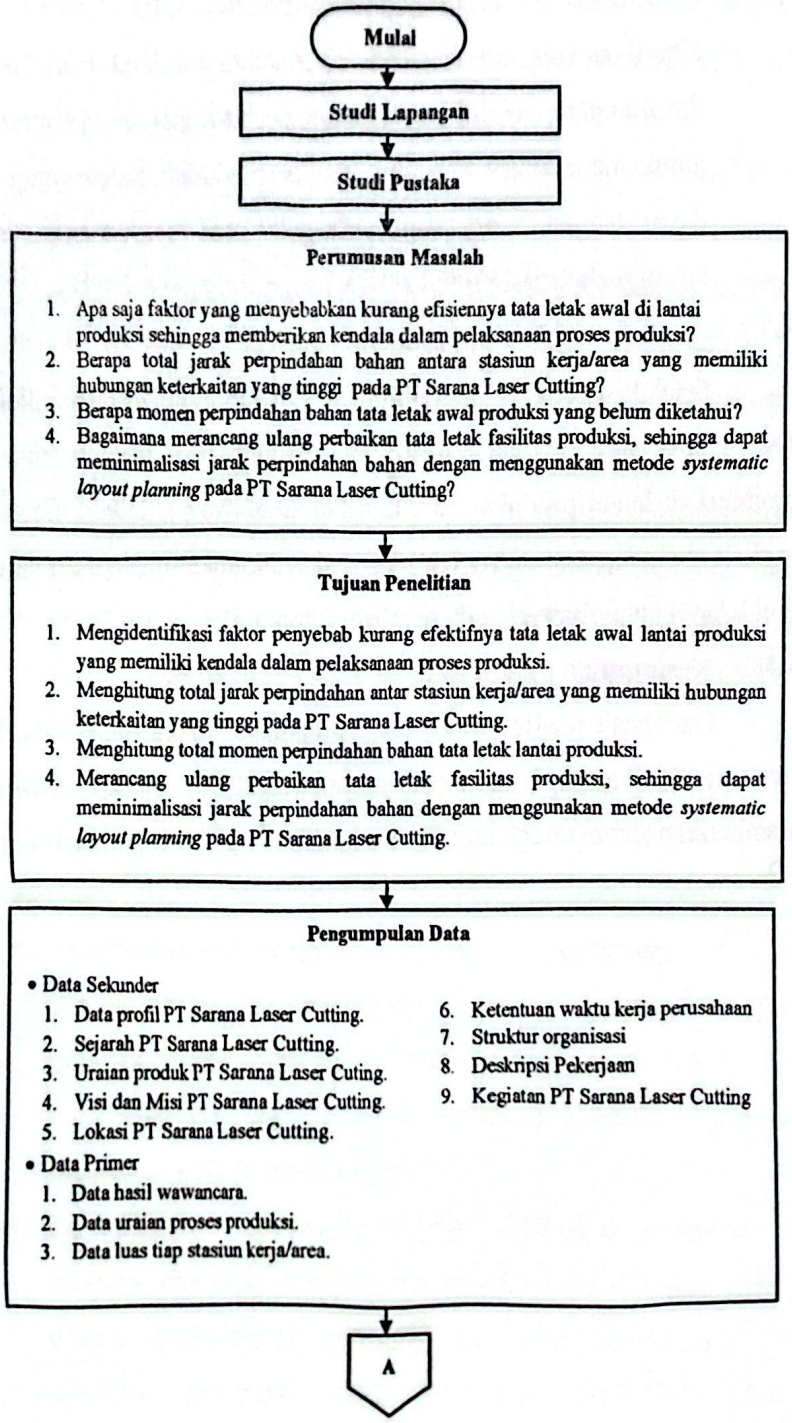
Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, dilakukan analisis dan pembahasan. Analisis yang dilakukan yaitu menganalisis tata letak fasilitas produksi di lantai produksi sebelum dilakukannya perbaikan. Setelah melakukan analisis terhadap masalah yang ada, maka dilakukan pencarian solusi yang tepat untuk langkah perbaikan pada pembahasan masalah.

3.3.8. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan serta memberikan solusi pemecahan yang dapat diterapkan. Selain itu juga dapat memberikan saran-saran yang dapat dipertimbangkan bagi penelitian selanjutnya.

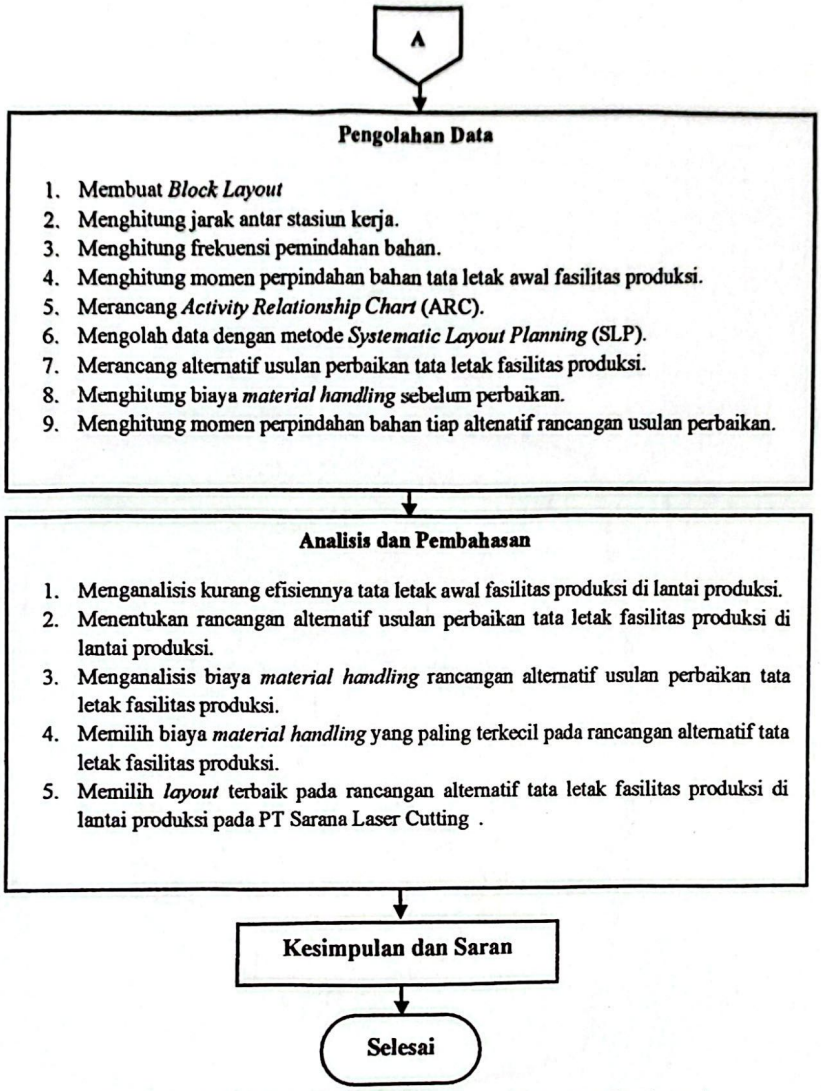
Dipindai dengan CamScanner

Adapun kerangka pemecahan masalah untuk memecahkan permasalahan dalam penelitian tugas akhir ini untuk dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1. *Flowchart* Pemecahan Masalah (lanjut)

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 3.1. *Flowchart* Pemecahan Masalah (lanjutan)

Dipindai dengan CamScanner

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperoleh selama penelitian dilakukan di PT Sarana Laser Cutting. Adapun data yang diperoleh meliputi data primer dan data sekunder, yang nantinya akan digunakan dalam memecahkan permasalahan yang terjadi di perusahaan.

4.1.1. Sejarah dan Perkembangan Perusahaan

PT Sarana Laser Cutting didirikan pada bulan April tahun 2013 oleh Bapak Endry Firmansyah selaku pemilik sebagai perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur. Perusahaan ini memproduksi komponen otomotif untuk alat berat dan juga memproduksi suku cadang, untuk pasokan domestik dan internasional. Selain memasok komponen otomotif, perusahaan ini juga memproduksi pembuatan robot unilever.

PT Sarana Laser Cutting selalu berusaha untuk beroperasi dengan penuh tanggung jawab, menjalankan dengan baik, menerapkan teknologi inovatif pada setiap produk untuk mencapai kepuasan pelanggan yang maksimal. Pada tahun berikutnya PT Sarana Laser Cutting menjadi perusahaan yang berkembang dengan melakukan berbagai pengembangan dari segi kualitas produk yang diproduksi. Setelah mekakukan pengembangan secara bertahap dari awal pembangunan. Pada tahun 2014 PT Sarana Laser Cutting mengeluarkan dana yang cukup besar untuk membeli mesin-mesin berteknologi tinggi yang digunakan untuk menunjang kebutuhan produksi di pabrik, mesin-mesin tersebut dibeli dari negara Jepang dan juga Jerman.

Pengembagan mesin-mesin tersebut dilakukan secara berkala setiap tahunnya. Selain itu pada tahun 2015 PT Sarana Laser Cutting telah lulus sertifikasi ISO 2008 nomor ID1503348 dan UKAS nomor ID15/03347. Berikut dibawah ini adalah logo dari PT Sarana Laser Cutting.

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah Mengambil : Dosa

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 4.1. Logo PT Sarana Laser Cutting
Sumber: PT Sarana Laser Cutting

1. Nama Perusahaan: PT SARANA LASER CUTTING
2. Alamat Perusahaan: Jl. Kaliandra 1 Blok F6 1L Deltasilicon 2 LIPPO Cikarang, Bekasi – Jawabarat.
3. *E-mail*: saranalasercutting@yahoo.co.id
4. Status Perusahaan: Perseroan Terbatas (PT)
5. No. Phone/ Fax: 021-29288481/ 021-2928848
6. Motto: *"The Business Partner you can always Trust"*
   Mitra Bisnis yang selalu dapat Anda Percayai.
7. Luas Area Perusahaan: 5.600 m^2

4.1.2. Produk Perusahaan

Yang dimaksud produk adalah hasil proses produksi yang dilakukan oleh produsen atau perusahaan yang nantinya akan dijual kepada konsumen yang membutuhkan. Sebagian besar pendapatan suatu perusahaan berasal dari produk yang dijualnya kepada para konsumen, konsumen akan membeli produk tersebut untuk keperluannya sehari-hari, maupun untuk memenuhi kepuasannya. Saat ini banyak sekali perusahaan yang berpendapat bahwa konsumen lebih menyukai produk yang harganya relatif murah tapi memiliki kualitas yang baik.

PT Sarana Laser Cutting merupakan perusahaan yang memproduksi komponen otomotif sesuai dengan permintaan yang diterima dari perusahaan-

Dipindai dengan CamScanner

perusahaan yang menjalin kerjasama dengan PT Sarana Laser Cutting dalam *project-project* tertentu.

Berikut ini ada dua produk yang dihasilkan oleh PT Sarana Laser Cutting:

1. Produk *Box*



Gambar 4.2. Produk *Box* PT Sarana Laser Cutting
Sumber: PT Sarana Laser Cutting (2019)

Produk *box* ini digunakan sebagai tempat penyimpanan aki untuk alat berat jenis *bulldozer*. Produk *box* juga memiliki ukuran panjang 52 cm, sedangkan lebarnya 47 cm dan berat untuk satu produk *box* yaitu 24,65 kg. dalam pembuatannya produk *box* ini menggunakan material plat besi dengan tebal 4.5 mm.

2. Produk *Cover*



Gambar 4.3. Produk *Cover* PT Sarana Laser Cutting
Sumber: PT Sarana Laser Cutting (2019)

Produk *cover* ini digunakan sebagai penutup produk *box* untuk alat berat jenis *bulldozer*. Produk *cover* memiliki ukuran panjang 54 cm, sedangkan

Dipindai dengan CamScanner

lebar 48 cm dan berat untuk satu produk *cover* 26,86 kg. dalam pembuatan produk *cover* ini material yang digunakan ialah material plat besi dengan tebal 4.5 mm.



Gambar 4.4. Material Plat Besi Tebal 4,5 mm
Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Gambar 4.4 diatas ialah material plat besi dengan tebal 4,5 mm yang memiliki ukuran panjang 200 cm dan lebar 120 cm dengan berat satu material plat besi yaitu 84,78 kg pada PT Sarana Laser Cutting.

4.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

PT Sarana Laser Cutting memiliki visi dan misi yang ingin dicapai perusahaan dimasa depan yang mampu menjamin kesinambungan dan kesuksesan perusahaan dalam jangka panjang. Untuk itu, visi dan misi merupakan hal yang sangat penting.

Visi merupakan suatu harapan perusahaan akan keadaan yang ingin diwujudkan pada masa yang akan datang. Misi digunakan sebagai pedoman untuk mengalokasikan sumber daya yang dimiliki, serta sebagai landasan untuk mancapai tujuan perusahaan dan perumusan strategi yang akan di tetapkan.

1. Visi

   Visi PT Sarana Laser Cutting adalah menjadi perusahaan jasa laser cutting yang handal berorientasi pada kepuasan pelanggan.

2. Misi

   a. Memberikan pelayanan yang prima (tepat waktu, tepat kuantitas dan tepat kualitas).

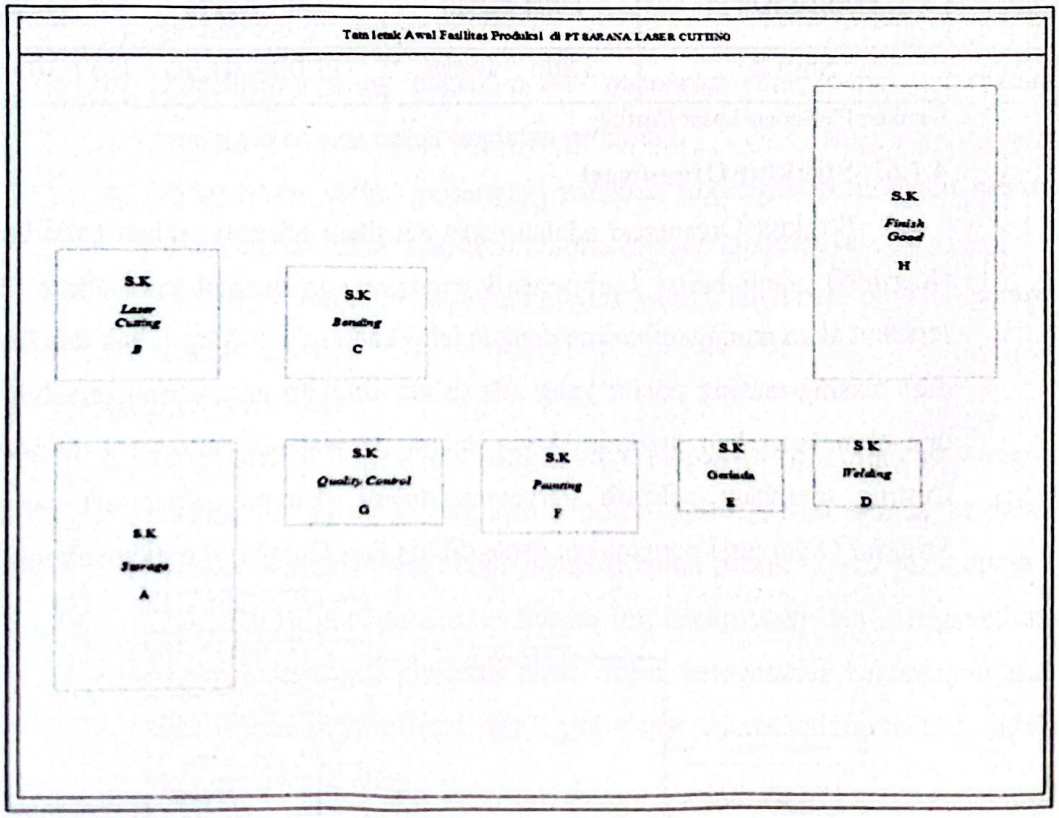
Dipindai dengan CamScanner

b. Membangun hubungan yang saling mendukung dengan mitra yang tepercaya.

c. Menjadi perusahaan lokal yang mampu menciptakan produk berkualitas tinggi dengan harga bersaing.

4.1.4. Tata Letak Fasilitas Awal Produksi Perusahaan

Tata letak fasilitas produksi ialah suatu cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas produksi penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan-gerakan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personil kerja dan sebagainya. Tata letak awal fasilitas produksi di lantai produksi dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Tata Letak Awal Fasilitas Produksi PT Sarana Laser Cutting
Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Pada gambar diatas dapat diketahui bahwa terdapat banyak stasiun kerja yang dibutuhkan. Gambar diatas dibuat dengan menggunakan skala 1:100.

Dipindai dengan CamScanner

4.1.5 Pengaturan Jam Kerja Perusahaan

Pengaturan jam kerja ini diberlakukan di PT Sarana Laser Cutting agar para pekerja atau karyawan memiliki keteraturan dan disiplin terhadap waktu. Selama jam kerja ini biasanya karyawan tidak akan diizinkan untuk melakukan hal lain diluar tugas-tugas yang dibebankan kepadanya sebagai seorang karyawan. Pengaturan jam kerja di PT Sarana Laser Cutting dapat dilihat pada Tabel 4.1.

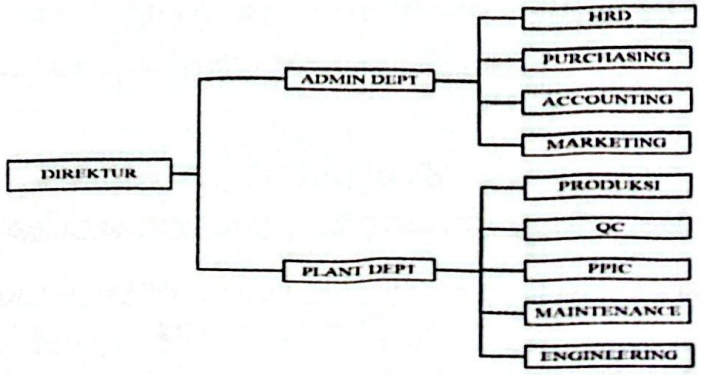
Tabel 4.1 Waktu Kerja

Waktu Kerja	Hari Kerja	Jam Kerja	Waktu Istirahat
Shift 1	Senin – Kamis	08.00 – 17.00	12.00 – 13.00
Shift 1	Jumat	08.00 – 17.00	11.30 – 13.00
Waktu Kerja	**Hari Kerja**	**Jam Kerja**	**Waktu Istirahat**
Shift 2	Senin – Jumat	17.00 – 01.30	11.30 – 12.30

Sumber: PT Sarana Laser Cutting

4.1.6. Struktur Organisasi

Struktur Organisasi adalah dapat diartikan sebagai sebuah garis bertingkat (*hierarki*), yang berisi komponen-komponen penyusunan perusahaan. Struktur tersebut akan menggambarkan dengan jelas kedudukan, fungsi, hak dan kewajiban dari masing-masing posisi yang ada dalam lingkup perusahaan tersebut. Dalam upaya melancarkan kegiatan kerja dalam perusahaan, maka PT Sarana Laser Cutting membagi seluruh karyawan dalam struktur organisasi perusahaan. Struktur Organisasi perusahaan dapat dilihat dari Gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6. Struktur Organisasi PT Sarana Laser Cutting
Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Dipindai dengan CamScanner

4.1.7. Deskripsi Pekerjaan (*Job Description*)

Job Description atau Deskripsi Pekerjaan adalah pernyataan tertulis yang menjelaskan mengapa pekerjaan diadakan, apa yang dilakukan pemegang pekerjaan sebenarnya, bagaimana mereka melakukannya dan dalam kondisi apa pekerjaan tersebut dilakukan. Berikut dibawah ini adalah *job description* di PT Sarana Laser Cutting.

1. Direktur yaitu: memimpin perusahaan dengan menertibkan kebijakan-kebijakan perusahaan, menyetujui anggaran tahunan perusahaan dan memilih, menetapkan, mengawasi tugas dari karyawan dan kepala bagian (*manager*).
2. *Admin Departement*:
   a. *HRD* (*Human Research Development*) yaitu: yang mengatur tentang perkembangan karyawannya.
   b. *Purchasing* yaitu: bagian proses pencarian sumber dan pemesanan barang atau jasa untuk kegiatan produksi.
   c. *Accounting* yaitu: menangani masalah keuangan perusahaan secara menyeluruh dalam transaksi beserta dengan laporannya.
   d. *Marketing* yaitu: memasarkan produk yang telah dibuat oleh PT Sarana Laser Cutting.
3. *Plan Departement*:
   a. *Production* yaitu: pada bagian ini mempunyai tugas dan wewenang dalam hal jalannya kegiatan produksi. Mengawasi semua kegiatan proses produksi yang berlangsung di lantai pabrik seperti pemotongan, pengelasan dan perakitan. Selain itu, mengawasi dan mengevaluasi seluruh kegiatan produksi agar dapat mengetahui kekurangan dan penyimpanan/kesalahan, sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk kegiatan berikutnya.
   b. *Quality Control* yaitu: mengecek dan menentukan kualitas produk.
   c. PPIC *(Production Planning and Inventory Control)* yaitu: merencanakan dan mengendalikan rangkaian proses produksi agar berjalan sesuai dengan rencana yang sudah ditetapkan serta

Dipindai dengan CamScanner

mengendalikan jumlah *inventory* agar sesuai dengan kebutuhan yang ada.

d. *Maintenance* yaitu: merawat atau memelihara dan menjaga mesin/peralatan dalam kondisi yang terbaik agar dapat digunakan untuk melakukan produksi sesuai dengan perencanaan.

e. *Engineering* yaitu: membuat desain produk dan melaksanakan pengawasan teknis di perusahaan.

4.1.8. Proses Produksi *Box dan Cover* PT Sarana Laser Cutting

Proses produksi adalah suatu kegiatan yang menggabungkan berbagai faktor produksi yang ada dalam upaya menciptakan suatu produk, baik itu barang atau jasa yang memiliki manfaat bagi konsumen. Proses produksi merupakan cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan produk dengan mengoptimalkan sumber daya produksi (tenaga kerja, mesin, bahan baku dan dana) yang ada. Material yang digunakan dalam pembuatan produk *box* dan *cover* ialah berbahan plat besi.

Berikut ini merupakan tahapan dalam proses produksi pada produk *box* dan *cover*:

1. *Laser Cutting*

   Proses dengan cara *laser cutting* bekerja dengan mengarahkan *output* dari laser daya tinggi oleh komputer, pada material yang akan dipotong dan sesuai gambar yang ada dengan menggunakan mesin *laser cutting*. Material akan mencair, terbakar, menguap, atau terhembus oleh *jet* gas, menghasilkan tepi dengan *finishing* permukaan yang berkualitas tinggi. Pemotong *laser* industri yang digunakan untuk memotong *sheet* bahan datar serta bahan struktural dan pipa. Dalam pembuatan produk *box* dan *cover* di PT Sarana Laser Cutting menggunakan bahan material plat besi dengan ketebalan material sesuai kebutuhan produk yang akan dibuat.

2. *Bending*

   Proses selanjutnya pembentukan plat besi atau penekukan bagian tertentu plat dengan lengkungan sudut sampai 70 derajat sehingga dapat membentuk *part* untuk dijadikan sebuah produk dengan cara gerakan

Dipindai dengan CamScanner

angle bending pada mesin *bending* untuk produk *box*, sedangkan untuk produk cover dapat membentuk plat besi dengan menekuk bagian tertentu produk yaitu mencapai 75 derajat.

3. *Welding*

   Setelah proses pembentukan dan penekukan plat besi menjadi sebuah *part* dengan menekuk bagian tertentu, proses selanjutnya yaitu menyambungkan *part-part* dari mulai perakitan sampai menjadi satu rangkaian utuh produk dengan menggunakan mesin *welding*.

4. Gerinda

   Untuk memperoleh hasil permukaan yang datar, rata, halus pada produk *box* dan *cover*. Maka diperlukan mesin gerinda datar biasanya dipergunakan untuk menggerinda permukaan agar dapat menghaluskan maupun meratakan permukaan benda kerja serta dapat menghaluskan atau menghilangkan sisi tajam pada benda kerja.

5. Pengecatan Dasar Produk

   Pengecatan dasar ini dilakukan ketika proses gerinda sudah selesai dalam proses pengerjaannya. Untuk pengecatan ada baiknya terlebih dahulu dilakukannya proses pedempulan dan pengamplasan pada produk dengan menggunakan amplas. Pemberian warna dasar ini dengan menggunakan warna abu-abu pada ke dua produk.

6. *Painting*

   Proses selanjutnya yaitu pengecatan (*painting*) ke dua dengan pemberian warna kuning pada produk *box* dan *cover*, dengan menggunakan teknik *spray painting* atau pengecatan semprot, dikarenakan produk dengan bentuk dan ukuran yang berbeda. Teknik pengecatan semprot adalah suatu proses dimana cairan cat diterapkan dibawah tekanan untuk sebuah objek. Pengecatan semprot dapat dilakukan dengan tangan atau secara otomatis yang pada umumnya pengecatan semprot dilakukan di berbagai industri.

7. *Quality Control*

   Setelah produk *box* dan *cover* melewati beberapa tahap proses mesin dari mulai mesin *laser cutting* sampai dengan mesin *painting* kemudian produk

Dipindai dengan CamScanner

yang sudah jadi harus melalui tahap pemeriksaan. Tahap ini yang akan menentukan apakah produk tersebut baik atau cacat. Bila produk cacat maka tidak akan dilanjutkan ke proses selanjutnya dan akan dilakukan *rework*. Bila tidak maka akan dilanjutkan ke proses pengemasan yang juga dilakukan pada QC.

4.1.9. Ukuran Stasiun Kerja/Area Produksi

Ukuran stasiun kerja/area produksi digunakan dalam perencanaan perbaikan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting untuk menunjang proses produksi dalam pembuatan produk *box* dan *cover*. Ukuran lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Ukuran Stasiun Kerja/Area Pada Lantai Produksi

No.	Kode	Stasiun Kerja/Area	Ukuran Stasiun Kerja/Area (P x L) (Meter)	Luas Area (Meter^2)
1	A	*Storage*	5,0 x 9,2	46
2	B	*Laser Cutting*	4,5 x 4,9	22,05
3	C	*Bending*	4,0 x 4,5	18
4	D	*Welding*	3,0 x 2,5	7,5
5	E	Gerinda	3,0 x 2,7	8,1
6	F	*Painting*	4,5 x 3,5	15,75
7	G	*Quality Control*	4,5 x 3,2	14,4
8	H	*Finish Good*	5,0 x 11,0	55

Sumber: PT Sarana Laser Cutting

4.1.10. Urutan Proses Produksi

Produk yang digunakan sebagai penelitian adalah produk yang akan diproduksi pada setiap mesin/fasilitas produksi yang ada di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jalur terpanjang dari proses produksi tersebut. Setiap produk yang dihasilkan melalui urutan tahapan yang sama dan juga menggunakan mesin yang sama, akan tetapi beberapa diantaranya berhenti pada urutan tengah proses.

Dipindai dengan CamScanner

Lalu setelah dilakukan pemilihan produk ada dua produk yaitu produk *box* dan *cover* digunakan sebagai perwakilan dari semua produk yang dihasilkan di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting. Dimana kedua produk mendapatkan angka permintaan tertinggi setiap bulan dari semua produk yang ada.

Jenis produk di lantai produksi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Jenis Produk Di Lantai Produksi

NO	Nama *Part*	Kode *Part*
1	*Box*	1418-09230-1-13347-4
2	*Cover*	1418-61157-0-30781-0

Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Proses pengerjaan produk *box* dan *cover* sejalan dengan waktu penelitian dan urutan prosesnya untuk mewakili produk yang diproduksi di PT Sarana Laser Cutting.

Pada lantai produksi menunjukkan keterkaitan yang tinggi antar stasiun kerja. Adapun urutan proses produk yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

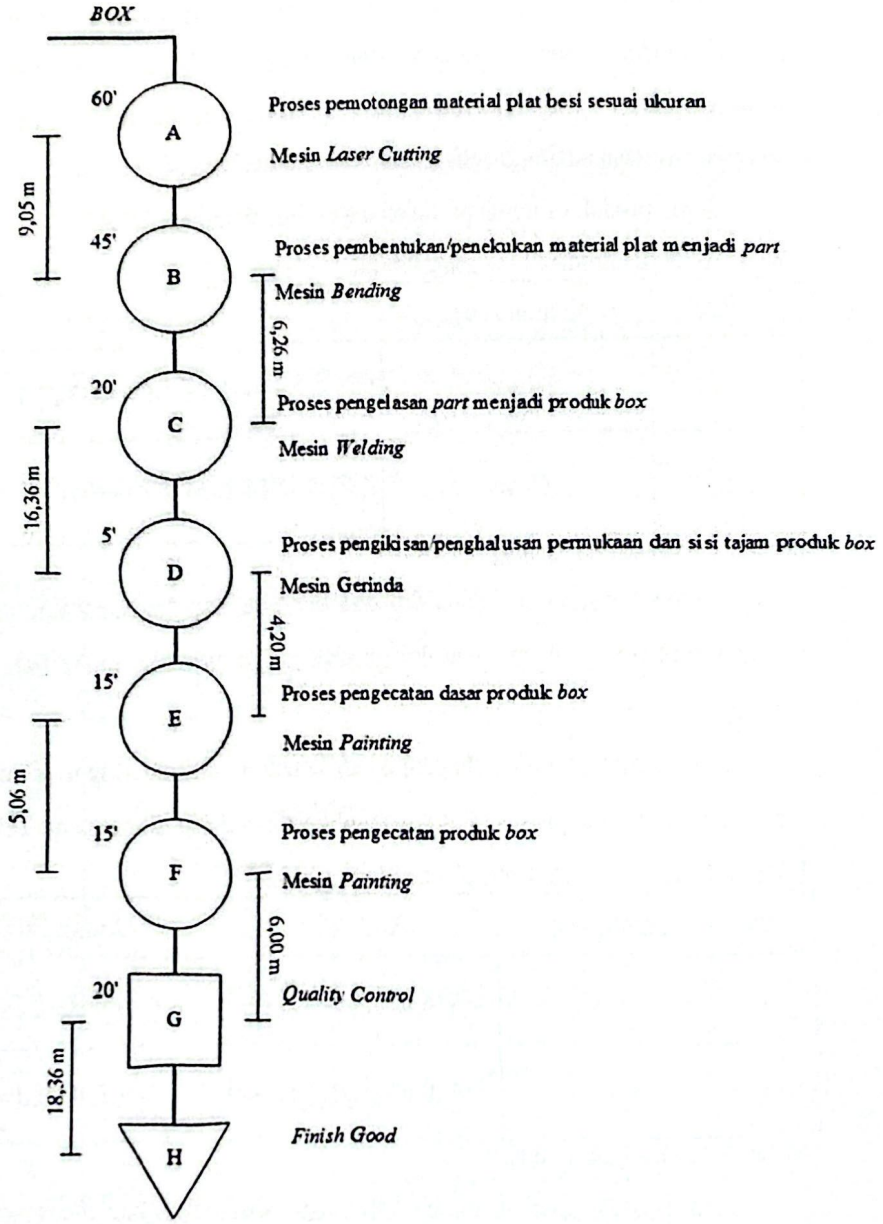
Tabel 4.4 Urutan Proses Produk Yang Dihasilkan

No	Nama *Part*	Kode *Part*	Urutan Proses
1	*Box*	1418-09230-1-13347-4	A-B-C-D-E-F-G-H
2	*Cover*	1418-61157-0-30781-0	A-B-C-D-E-F-G-H

Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Peta proses operasi merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan sejak dari awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai komponen dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut. Jadi dalam suatu *operation process chart*, yang dicatat hanyalah kegiatan-kegiatan operasi dan pemeriksaan saja, kadang-kadang pada akhir proses dicatat tentang penyimpanan (Sutalaksana, 2006). Peta proses operasi pengerjaan produk *box* dan *cover* dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.

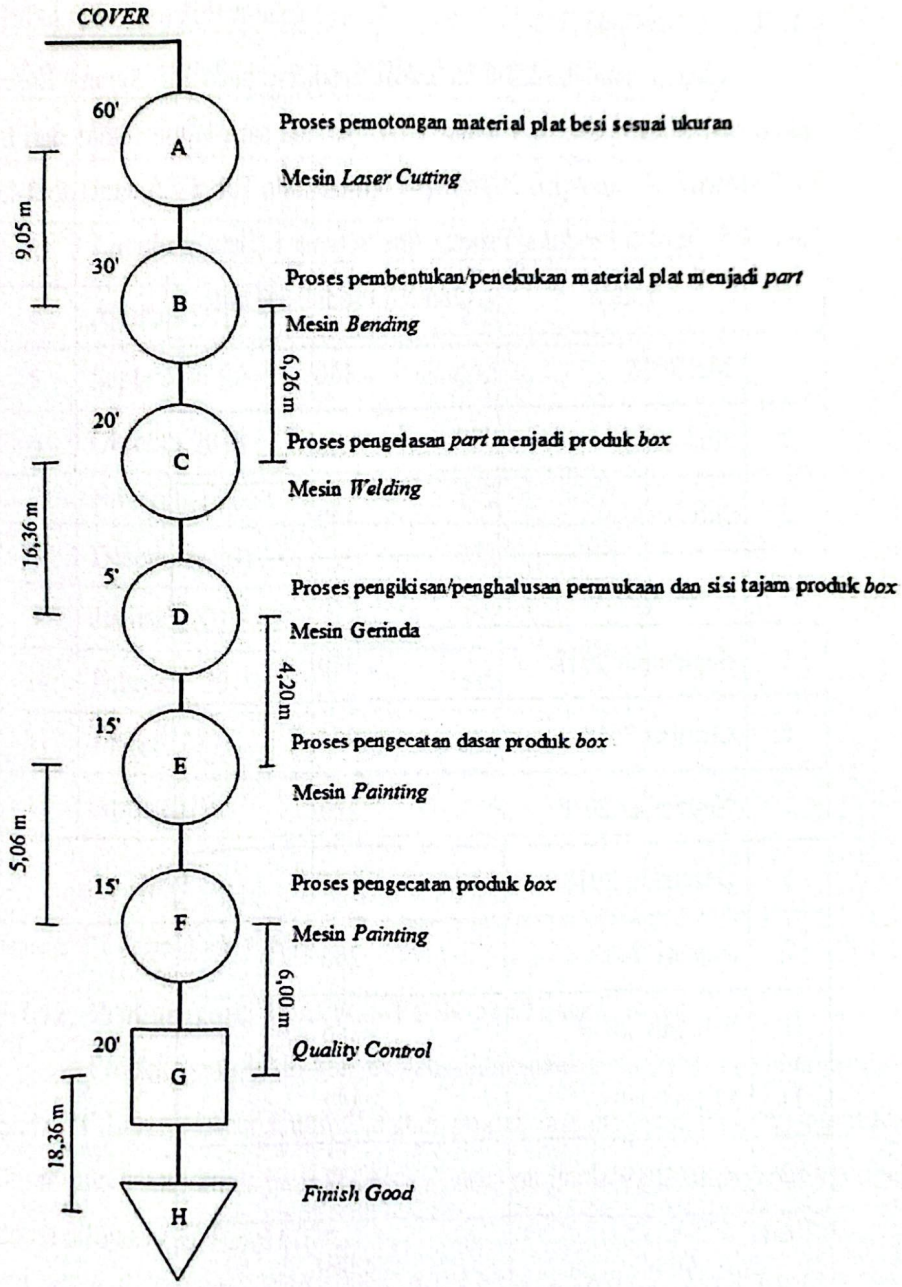
Dipindai dengan CamScanner



Ringkasan			
Kegiatan	Simbol	Jumlah	Waktu (Menit)
Operasi	○	6	160
Pemeriksaan	□	1	20
Penyimpanan	▽	1	0
Jumlah			180

Gambar 4.7. Peta Proses Operasi Produk *Box*
Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Dipindai dengan CamScanner



Ringkasan			
Kegiatan	Simbol	Jumlah	Waktu (Menit)
Operasi	○	6	145
Pemeriksaan	□	1	20
Penyimpanan	▽	1	0
Jumlah			165

Gambar 4.8. Peta Proses Operasi Produk *Cover*
Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Dipindai dengan CamScanner

4.1.11 Jumlah Produksi

Adapun data produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting dalam pembuatan produk *box* dan *cover* selama satu tahun mulai dari bulan Mei 2018 sampai dengan April 2019 dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5. Jumlah Produksi Produk *Box* Selama 1 (Satu) Tahun

No	Bulan	Jumlah Produksi (Unit)
1	Mei 2018	440
2	Juni 2018	440
3	Juli 2018	440
4	Agustus 2018	330
5	September 2018	330
6	Oktober 2018	264
7	November 2018	220
8	Desember 2018	264
9	Januari 2019	286
10	Februari 2019	286
11	Maret 2019	352
12	April 2019	352
Total		**4.004**

Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Dipindai dengan CamScanner

Tabel 4.6. Jumlah Produksi Produk *Cover* Selama 1 (Satu) Tahun

No	Bulan	Jumlah Produksi (Unit)
1	Mei 2018	330
2	Juni 2018	330
3	Juli 2018	396
4	Agustus 2018	220
5	September 2018	220
6	Oktober 2018	220
7	November 2018	242
8	Desember 2018	352
9	Januari 2019	352
10	Februari 2019	220
11	Maret 2019	374
12	April 2019	374
Total		**3.630**

Sumber: PT Sarana Laser Cutting

4.1.12. Produk Yang dihasilkan PT Sarana Laser Cutting

Produk yang lebih banyak dihasilkan/jumlah produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting adalah produk *box* dibandingkan dengan produk *cover* untuk alat berat jenis *bulldozer*. Adapun jumlah produksi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Produk Yang Dihasilkan Selama 1 (Satu) Tahun

Nama Part	Jumlah Produksi (Unit)
Box	4.004
Cover	3.630

Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Dipindai dengan CamScanner

4.1.13. Biaya Angkut *Material Handling*

Data biaya angkut material *handling*, pada lantai produksi di PT Sarana Laser Cutting dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Biaya Angkut Material *Handling*

No	Alat Angkut	Biaya Per hari	Biaya Per Tahun
1	Menggunakan *Forfklift*	Rp 500.000	Rp 120.000.000
2	Menggunakan Tenaga Manusia	Rp 190.000	Rp 45.600.000

Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Dimana untuk biaya pertahun didapat dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Menggunakan *Forfklift* = Rp 500.000/hari x 240 hari (tahun)
   = Rp 120.000.000 per tahun
2. Menggunakan Tenaga Manusia = Rp 190.000/hari x 240 hari (tahun)
   = Rp 45.600.000 per tahun

Adapun hari kerja di PT Sarana Laser Cutting sebanyak 5 hari kerja maka diperoleh total hari kerja selama satu tahun adalah 240 hari.

4.2 Pengolahan Data

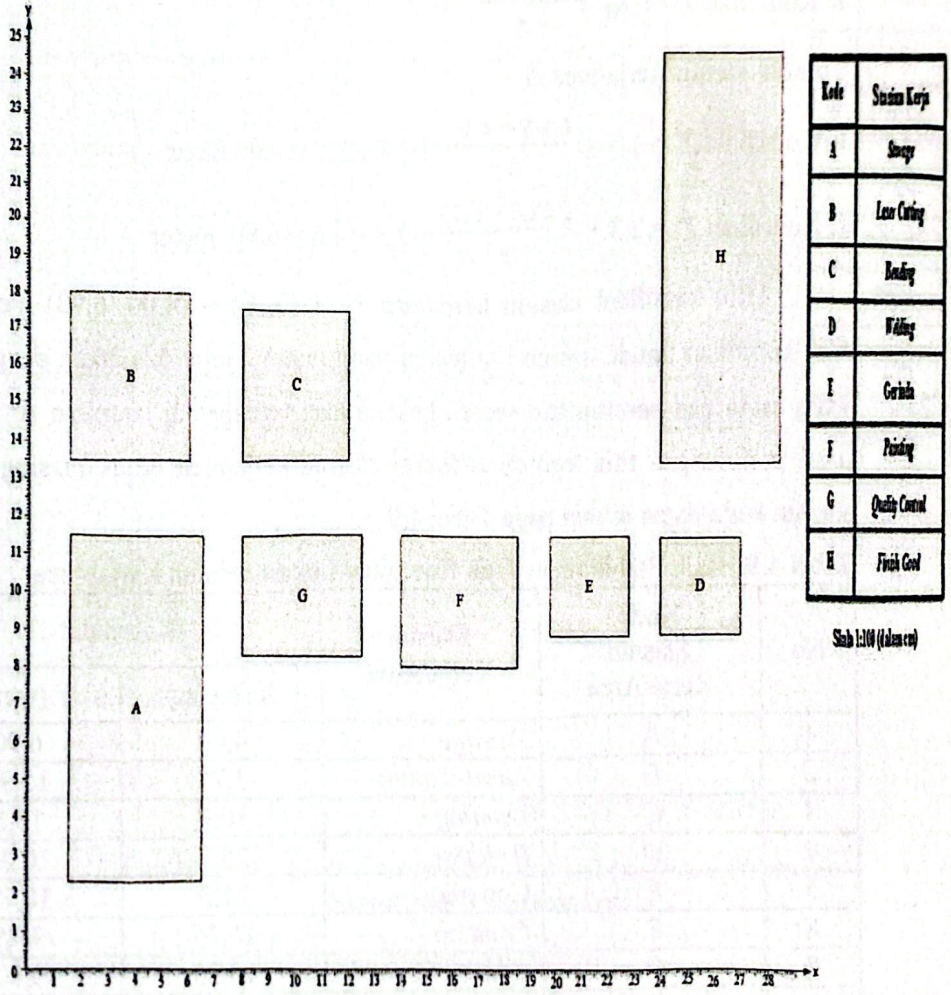
Setelah dilakukan pengumpulan data, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan menggunakan *block layout* pada setiap alternatif rancangan usulan perbaikan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting. Dimana hasil dari rancangan alternatif usulan perbaikan yang didapatkan akan menjadi acuan atau dasar untuk mengetahui total jarak dan total momen perpindahan bahan pada lantai produksi serta menghitung ongkos *material handling* pada setiap rancangan alternatif usulan perbaikan.

4.2.1. Penggambaran *Block Layout* Awal Lantai Produksi

Block layout merupakan diagram *block* dengan skala tertentu dan merupakan representasi bangunan/fasilitas produksi pada setiap stasiun kerja/area

Dipindai dengan CamScanner

pada lantai produksi digambarkan dalam bentuk *block layout* dengan ukuran dan letak yang sama seperti pada lantai produksi di perusahaan. Pada gambar *block layout* memiliki jarak antara stasiun kerja/area satu dengan yang lainnya yang ada pada lantai produksi. *Block layout* untuk setiap stasiun kerja/area di lantai produksi PT Sarana Laser Cutting dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. *Block Layout* Awal Fasilitas Produksi
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Setelah membuat *block layout*, langkah selanjutnya adalah menentukan jarak antar stasiun kerja. Penentuan jarak antar stasiun kerja/area dapat dihitung, tetapi sebelumnya harus ada pembuatan titik koordinat untuk setiap stasiun kerja/area.

Contoh: stasiun kerja/area A adalah sebagai berikut:

1. Buat garis diagonal untuk stasiun kerja/area A

Dipindai dengan CamScanner

2. Perpotongan garis diagonal menjadi titik pusat koordinat stasiun kerja/area 1 (*storage*).

Perpotongan diagonal yang terjadi untuk stasiun kerja/area 1 berada pada titik.

1. Koordinat $X = X_0 + \frac{(X_1 - X_0)}{2}$

2. Koordinat $Y - Y_0 + \frac{(Y_1 - Y_0)}{2}$

Contoh: stasiun kerja/area A

1. Koordinat $X = 1{,}5 + \frac{(6{,}5 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}5 = 4{,}00$ meter

2. Koordinat $Y = 2{,}3 + \frac{(11{,}5 - 2{,}3)}{2} = 2{,}3 + 4{,}6 = 6{,}90$ meter

Titik koordinat stasiun kerja/area No.1 (X,Y) = (4,00, 6,90). Penentuan titik koordinat untuk stasiun kerja/area yang lainnya juga dilakukan dengan cara yang sama dan perhitungan secara keseluruhan terdapat di lampiran A. Adapun hasil perhitungan titik koordinat lokasi stasiun kerja/area untuk masing-masing stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 4.9

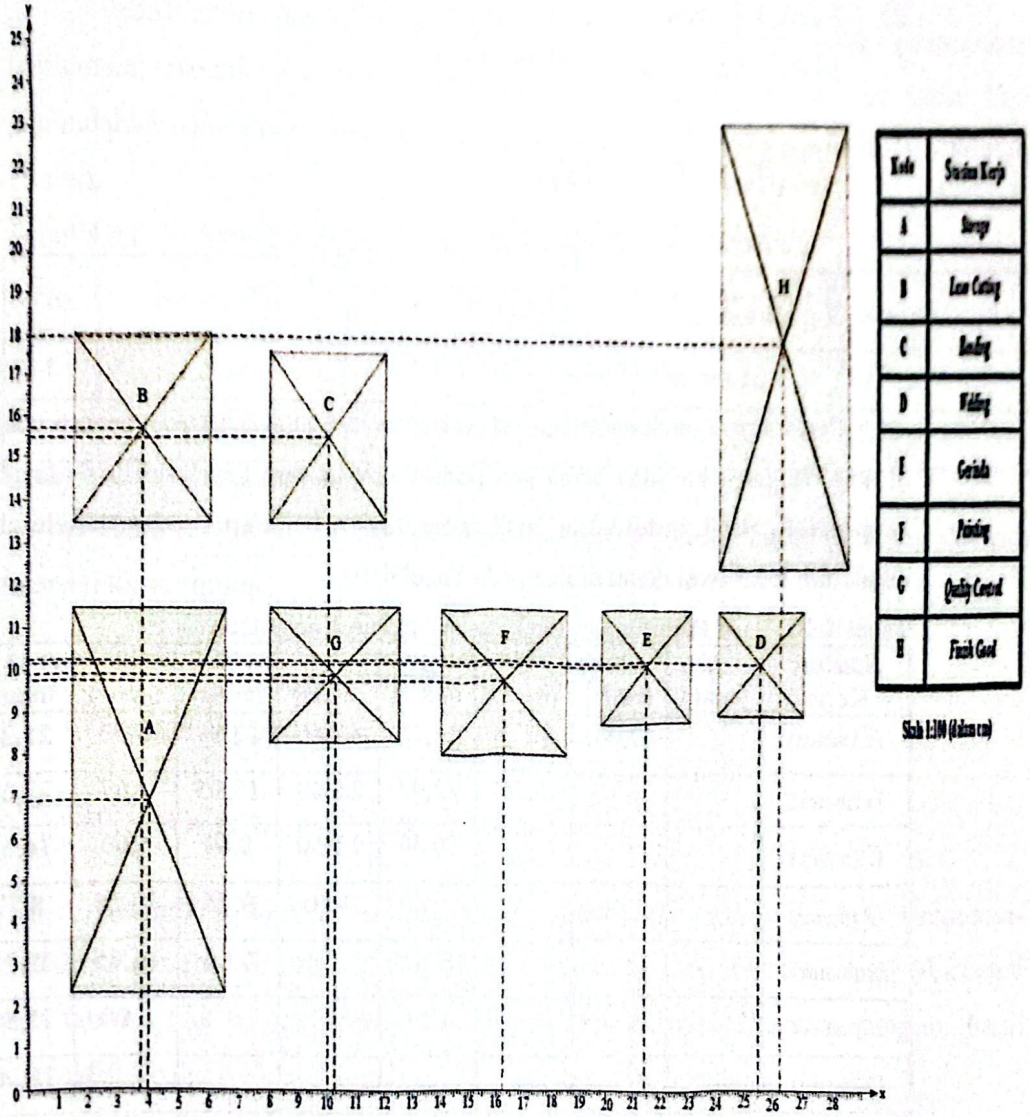
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Titik Koordinat Lokasi Stasiun Kerja/Area

No	Kode Stasiun Kerja/Area	Stasiun Kerja/Area	Koordinat	
			X (meter)	Y (meter)
1	A	*Storage*	4,00	6,90
2	B	*Laser Cutting*	3,75	15,95
3	C	*Bending*	10,0	15,5
4	D	*Welding*	25,5	10,25
5	E	Gerinda	21,3	10,15
6	F	*Painting*	16,25	9,75
7	G	*Quality Control*	10,25	9,90
8	H	*Finish Good*	26,2	19,0

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Koordinat lokasi untuk setiap stasiun kerja/area dapat dilihat pada Gambar 4.10 dibawah ini.

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 4.10. *Block Layout* Koordinat Lokasi Lantai Produksi
Sumber: Hasil Pengolahan Data

4.2.2 Penentuan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area

Jarak suatu titik pusat aktivitas antar stasiun kerja/area dapat ditentukan, penentuan jarak perpindahan bahan yang dapat dilakukan dengan menggunakan rumus *pythagoras* yaitu merupakan rumus yang ditemukan oleh ilmuwan yunani yang bernama *pythagoras*. Pengertian dari teorema *pythagoras* atau dalil *pythagoras* yaitu berbunyi: sisi miring atau sisi terpanjang dalam segitiga siku-siku sama dengan kuadrat sisi-sisi lainnya. Contoh perhitungan adalah pada tata letak di lantai produksi PT Sarana Laser Cutting:

1. Posisi koordinat A (x_1, y_1) = (4,00; 6,90)

2. Posisi koordinat B $(x_1, y_1) = (3{,}75;\ 15{,}95)$

Maka rumus yang digunakan adalah:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$= \sqrt{(0{,}25)^2 + (-9{,}05)^2}$$

$$= \sqrt{0{,}0625 + 81{,}9025}$$

$$= \sqrt{81{,}965}$$

$$= 9{,}05 \text{ meter}$$

Perhitungan jarak antar stasiun kerja/area lain juga dilakukan seperti contoh di atas dengan cara yang sama dan perhitungan secara keseluruhan terdapat di lampiran B. Hasil perhitungan jarak antar stasiun kerja/area secara keseluruhan untuk tata letak awal dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area

Stasiun Kerja	A (meter)	B (meter)	C (meter)	D (meter)	E (meter)	F (meter)	G (meter)	H (meter)
A (meter)		9,05	10,48	21,75	17,60	12,57	6,93	25,28
B (meter)			6,26	22,48	18,48	13,95	8,87	22,65
C (meter)				16,36	12,50	8,49	5,60	16,57
D (meter)					4,20	9,26	15,25	8,77
E (meter)						5,06	11,05	10,11
F (meter)							6,00	13,58
G (meter)								18,36
H (meter)								

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4.2.3 Frekuensi Perpindahan Bahan Antar Stasiun Kerja/Area

Untuk mendapatkan hasil alternatif yang baik frekuensi harus dihitung. Karena frekuensi merupakan salah satu penentu untuk membuat alternatif yang di inginkan.

Cara untuk menentukan frekuensi yaitu dengan rumus:

$$\text{Frekuensi} = \frac{\textit{volume produksi per tahun}}{\textit{jumlah unit per pemindahan}}$$

Dipindai dengan CamScanner

Pada lantai produksi di PT Sarana Laser Cutting untuk pembuatan komponen produk *box* dan *cover* sudah ditentukan bahwa per satu kali pemindahan bahan dari suatu stasiun kerja/area ke stasiun kerja/area lain adalah 15 unit.

Tabel 4.11. Volume Produksi Produk *Box* Dan *Cover*

No	Nama *Part*	Kode *Part*	Jumlah Produksi (unit)
1	*Box*	1418-09230-1-13347-4	4.004
2	*Cover*	1418-61157-0-30781-0	3.630

Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Maka jumlah frekuensi dari masing-masing produk dapat dihitung dengan memasukkan rumus:

1. Frekuensi = $\frac{\textit{volume produksi per tahun}}{\textit{jumlah unit per pemindahan}}$
2. Frekuensi *Box* = $\frac{4.004}{15}$ = 266 kali/tahun
3. Frekuensi *Cover* = $\frac{3.630}{15}$ = 242 kali/tahun

Setelah frekuensi masing-masing ditentukan maka jumlah frekuensi-frekuensi tersebut di jumlah. Hal ini dilakukan agar mendapatkan total frekuensi per tahun. Untuk mempermudah dalam hal membandingkan dengan hasil alternatif.

Tabel 4.12. Frekuensi Perpindahan Produk *Box* Dan *Cover* Lantai Produksi PT Sarana Laser Cutting

No	Perpindahan	Nama Part	Frekuensi (Kali/Tahun)	Total Frekuensi (Kali/Tahun)
1	A ke B	*Box*	266	508
		Cover	242	
2	B ke C	*Box*	266	508
		Cover	242	
3	C ke D	*Box*	266	508
		Cover	242	
4	D ke E	*Box*	266	508
		Cover	242	

(lanjut)

Dipindai dengan CamScanner

Tabel 4.12. Frekuensi Perpindahan Produk *Box* Dan *Cover* Lantai Produksi PT Sarana Laser Cutting (lanjutan)

No	Perpindahan	Nama Part	Frekuensi (Kali/Tahun)	Total Frekuensi (Kali/Tahun)
5	E ke F	*Box*	266	508
		Cover	242	
6	F ke G	*Box*	266	508
		Cover	242	
7	G ke H	*Box*	266	508
		Cover	242	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4.2.2 Perhitungan Total Momen Perpindahan Pada Tata Letak Awal Fasilitas Produksi

Tata letak fasilitas produksi di lantai produksi yang digunakan oleh perusahaan, pada saat ini akan di evaluasi dan dihitung total momen perpindahan yang terjadi di lantai produksi selama periode satu tahun produksi. Total momen perpindahan bahan pada lantai produksi dapat ditentukan dengan mengalihkan frekuensi perpindahan bahan dari satu stasiun kerja/area ke stasiun kerja/area lainnya dengan jarak antar stasiun kerja/area yang berkaitan.

Perhitungan total momen perpindahan awal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Mo = F \times d$$

Keterangan:

Mo : Momen Perpindahan Bahan (meter/tahun)

F : Frekuensi Perpindahan Bahan (kali/tahun)

D : Jarak (meter)

Perhitungan momen perpindahan bahan dari stasiun kerja/area A ke stasiun kerja/area B adalah sebagai berikut:

Frekuensi perpindahan dari A ke B = 508 kali

Jarak Perpindahan dari A ke B = 9,05 meter

Maka momen perpindahan dari A ke B

$Mo = F \times d$

$= 508 \times 9{,}05$ meter

Dipindai dengan CamScanner

= 4.597 perpindahan meter/tahun

Perhitungan selengkapnya untuk setiap perpindahan yang terjadi pada lantai produksi dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Hasil dari perkalian frekuensi dengan jarak antar stasiun kerja/area dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. Perhitungan Momen Perpindahan Pada Tata Letak Awal Fasilitas Produksi

No	Stasiun kerja/area Asal	Stasiun kerja/area Tujuan	Frekuensi Perpindahan (Kali/Tahun)	Jarak Stasiun kerja/area (Meter)	Momen Per Pindahan (Meter/Tahun)
1	A	B	508	9,05	4.597
2	B	C	508	6,26	3.180
3	C	D	508	16,36	8.310
4	D	E	508	4,20	2.133
5	E	F	508	5,06	2.570
6	F	G	508	6,00	3.048
7	G	H	508	18,36	9.326
Total			3.556	65,29	33.164

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Nilai total momen perpindahan pada tata letak awal fasilitas produksi (Z_0) adalah 33.164 meter/tahun.

4.2.4 Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Metode *Systematic Layout Planning* (SLP)

Adapun metode *Systematic Layout Planning* (SLP) yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang akan diuraikan sebagai berikut:

1. Aliran *Material*

   Perpindahan *material* antar fasilitas produksi harus diketahui sebelumnya. Penggambaran aliran *material* pada proses produksi, digunakan *Multi Product Process Chart* (MPPC), *Travel Chart* dan *Flow* Diagram. Dari MMPC, dapat dilihat bahwa untuk membentuk komponen produk *box* dan *cover*, maka *material* akan melalui stasiun kerja/area *storage*, *laser cutting*, *bending* dan seterusnya hingga ke stasiun kerja/area *finish good*, dimana fasilitas pendukung lainnya tidak diikut sertakan.

Dipindai dengan CamScanner

Dari *travel chart* dapat dilihat bahwa frekuensi perpindahan bahan dari stasiun kerja/area A ke stasiun kerja/area B adalah 508. Untuk stasiun kerja D, frekuensi perpindahan bahan dari stasiun kerja D ke E adalah 508, begitupun seterusnya. Maka, jumlah frekuensi perpindahan bahan dari untuk keseluruhan antar stasiun kerja adalah 508.

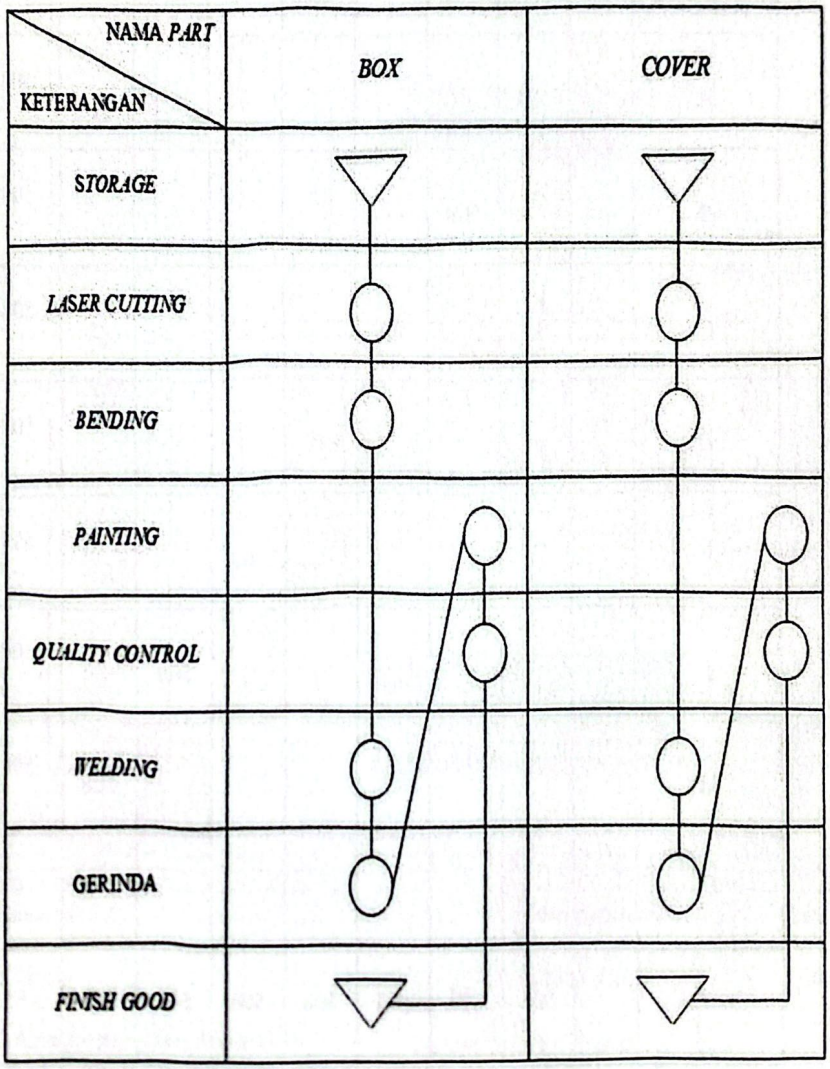
Dari *flow* diagram, dapat dilihat bentuk penggambaran urutan-urutan aliran proses material yang berlangsung dari awal sampai akhir. Adapun *Flow* Diagram yang dibuat adalah untuk tata letak yang sedang dibahas, *Flow* Diagram menunjukkan lokasi dari aktivitas yang sedang terjadi. *Flow* Diagram untuk proses pembuatan produk *box dan cover* sebelum perancangan tata letak fasilitas produksi dapat dilihat pada Gambar 4.13. Gambar *Flow* Diagram sebelum dan sesudah perancangan secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran C.

Multi Product Process Chart (MPPC) adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan untuk masing-masing komponen yang akan di produksi. Peta *Multi Product Process Chart* (MPPC) juga dapat berguna sebagai gambaran umum yang berkaitan dengan langkah-langkah pengerjaan dari setiap produk yang ada pada waktu proses tertentu sehingga diperoleh informasi tentang kesamaan proses dari setiap produk dengan yang lainnya. Berdasarkan MPPC juga dapat diketahui aliran bolak-balik (*back-tracking*) dan pola aliran yang tidak sesuai dengan urutan prosesnya (Ariana, 2005). Dengan membuat diagram ini dapat diperoleh gambaran umum mengenai tata letak mesin/fasilitas produksi yang seharusnya dirancang. Berdasarkan peta tersebut akan dapat dipelajari dan dianalisis dua hal yang memiliki pengaruh yang cukup nyata dalam perancangan tata letak fasilitas produksi seperti: aliran balik dimana hal ini ditunjukkan dengan adanya aliran balik akibat tata letak fasilitas produksi tidak ditempatkan sesuai dengan urutan prosesnya dan pengelompokkan pola aliran yaitu pengelompokkan komponen yang memiliki urutan proses pengerjaan dan menggunakan mesin yang sama.

Dipindai dengan CamScanner

Travel Chart adalah suatu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik atau tata letak fasilitas produksi dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi. Teknik ini sangat berguna untuk kondisi-kondisi dimana banyak item yang mengalir melalui suatu area seperti *job-shop*, bengkel permesinan dan kantor (Wignjosoebroto, 2009).

Adapun *Multi Product Process Chart, Travel Chart* dan *Flow* Diagram dapat dilihat pada Gambar 4.11, Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.



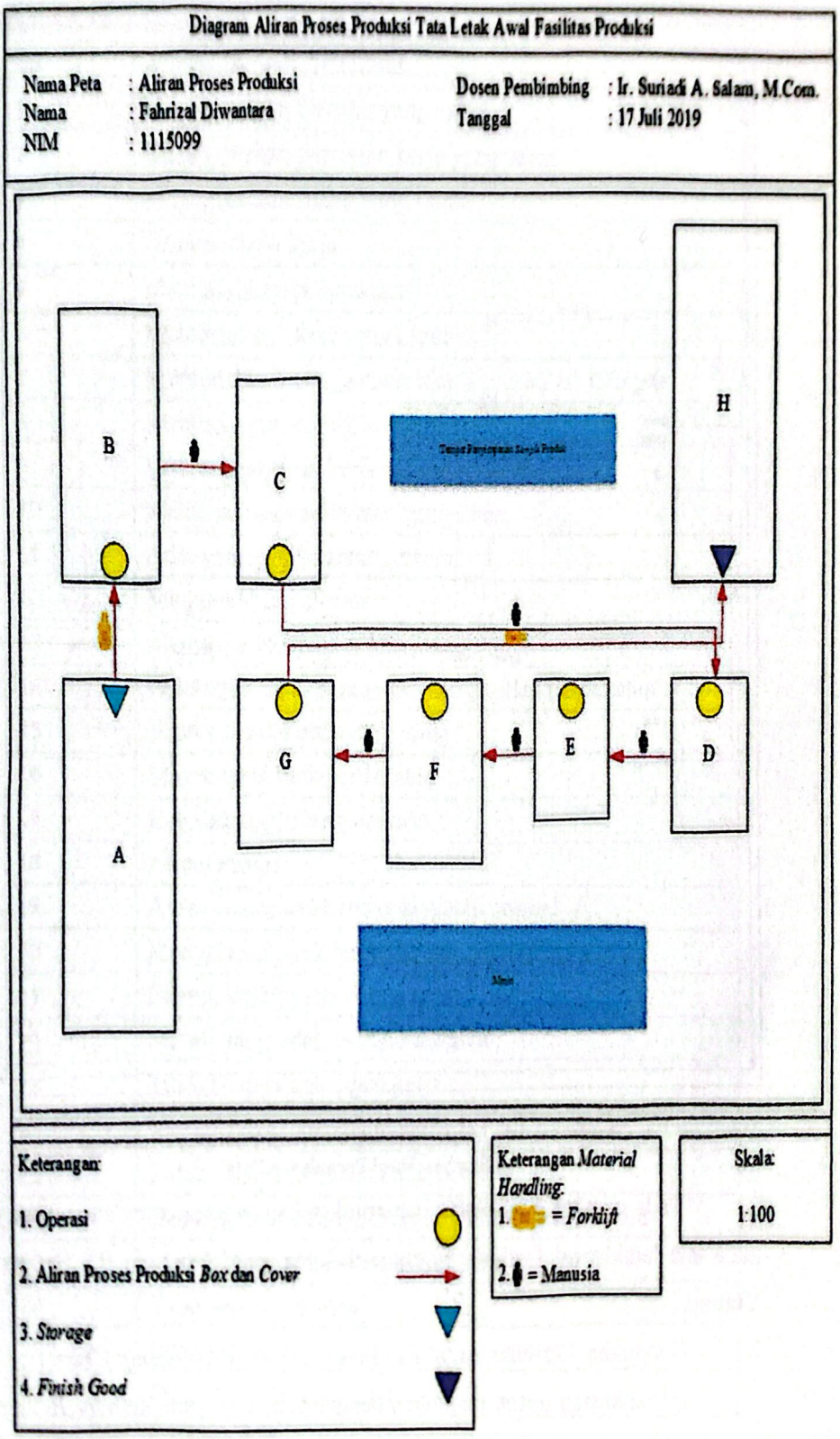
Gambar 4.11. *Multi Product Process Chart* Tata Letak Fasilitas Produksi
Sumber: PT Sarana Laser Cutting

Dipindai dengan CamScanner

PT SARANA LASER CUTTING Pemetaan Ke-1 Tanggal Pemetaan: 11 Juli 2019									
Peta Dari-Ke									
Dari \ Ke	A	B	C	D	E	F	G	H	Jumlah
A		508							508
B			508						508
C				508					508
D					508				508
E						508			508
F							508		508
G								508	508
H									0
Jumlah		508	508	508	508	508	508	508	3.556

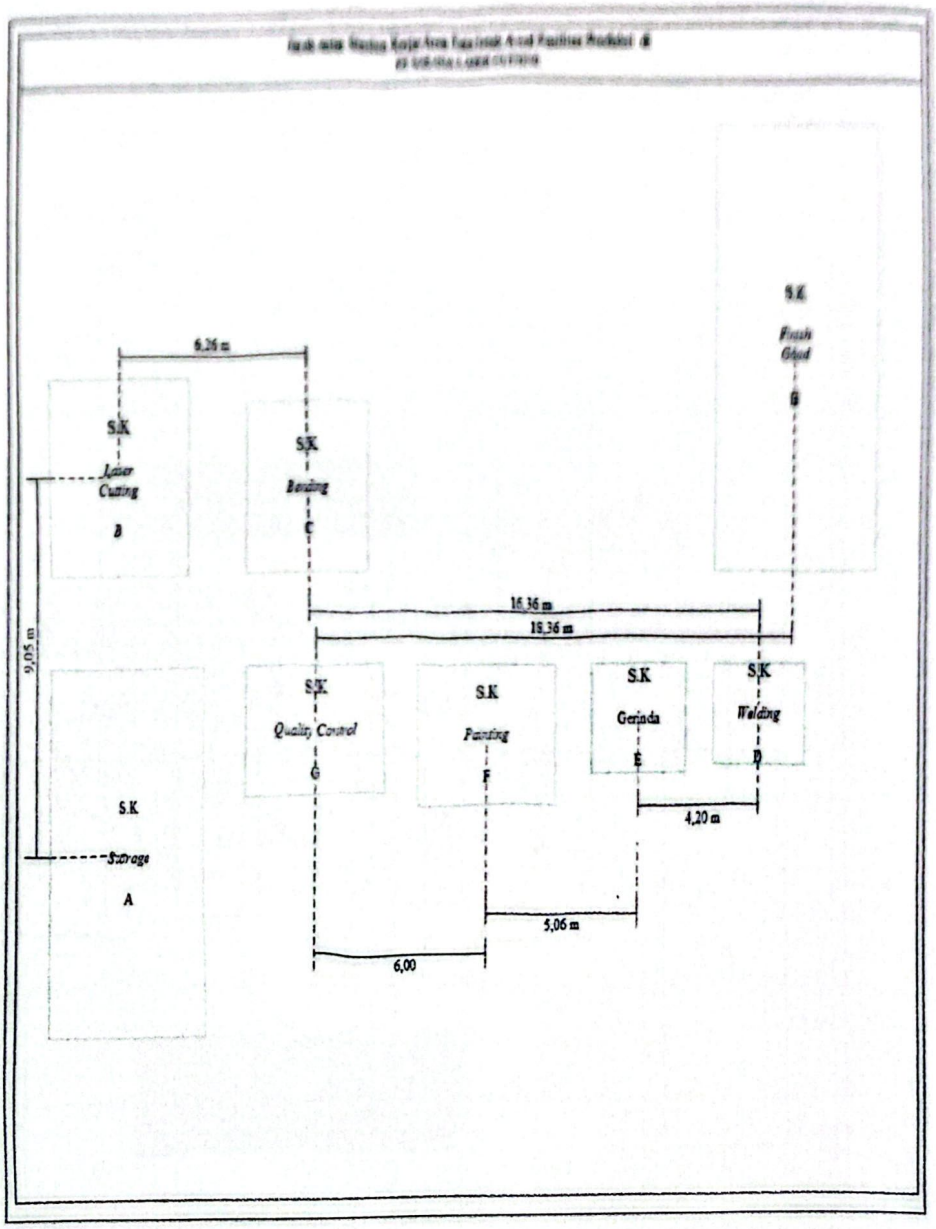
Gambar 4.12. *Travel Chart* PT Sarana Laser Cutting
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 4.13. *Flow* Diagram Tata Letak Awal Fasilitas Produksi
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 4.14. Jarak Tata Letak Awal Fasilitas Produksi
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Pada gambar 4.14 diatas menunjukan bahwa jarak antar stasiun kerja/area pada tata letak awal fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting.

2. Hubungan Aktivitas Antar Fasilitas (*Activity Relationship Chart*)

alasan-alasan untuk pemilihan derajat hubungan pada *Activity Relationship Chart* dapat diambil berdasarkan sifat/karakteristik dari aktivitas. Alasan derajat kedekatan dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Dipindai dengan CamScanner

Tabel 4.14. Alasan Derajat Kedekatan

No	Alasan Derajat Kedekatan
1	Menggunakan fasilitas yang sama
2	Menggunakan peralatan kerja yang sama
3	Menggunakan ruang yang sama
4	Urutan aliran kerja
5	Memudahkan pengawasan
6	Memerlukan akses yang cepat
7	Memudahkan penggunaan alat *material handling*
8	Memudahkan koordinasi
9	Urutan pekerjaan berdekatan
10	Melaksanakan pekerjaan yang sama
11	Adanya instruksi antar personil
12	Memudahkan informasi
13	Menggunakan tenaga kerja yang sama
14	Hubungan kerja namun prosesnya tidak berdekatan
15	Menggunakan area yang sama
16	Situasi yang baik berdekatan
17	Keindahan dan kenyamanan
18	Aliran Proses
19	Akses waktu antar ruang kegiatan normal
20	Mengurangi jarak tempuh
21	Bising, kotor, debu dan getaran
22	Situasi yang tidak baik berdekatan
23	Tidak adanya hubungan kerja
24	Menggunakan area yang berbeda
25	Tidak adanya instruksi antar personil
26	Kemungkinan adanya bau yang tidak mengenakan
27	Membahayakan kesehatan dan keselamatan kerja
28	Tidak ada komunikasi
29	Instruksi kerja
30	Dibutuhkan Pengawasan

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

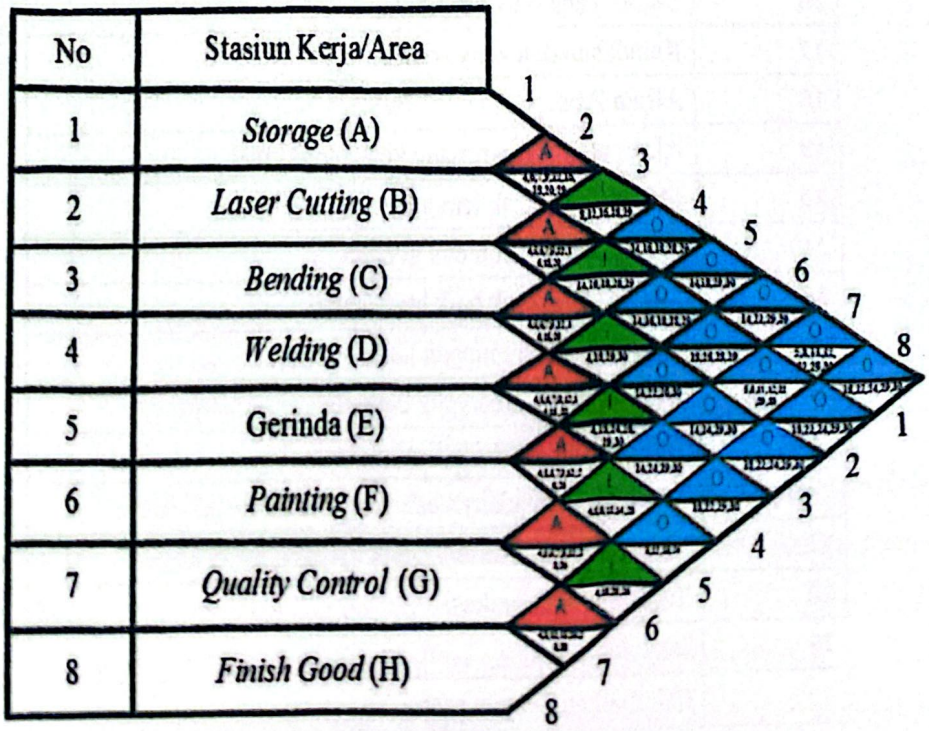
Alasan-alasan ini dipilih untuk mencari dan dijadikannya derajat kedekatan yang akan menentukan letak dari alternatif yang akan di buat. Kode dan warna yang digunakan untuk alasan kedekatan dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Keterangan Kode dan Warna

Kode	Keterangan	Warna	Keterangan
A	Mutlak perlu berdekatan		Merah
E	Sangat perlu berdekatan		*orange*
I	Penting berdekatan		Hijau
O	Biasa		Biru
U	Tidak perlu berdekatan		-
X	Tidak diharapkan berdekatan		Coklat

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Hasil dari penentuan derajat kedekatan ini dapat dilihat pada *Activity Relationship Chart* yang terletak di Gambar 4.15.



Gambar 4.15. *Activity Relationship Chart*
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

Gambar 4.15 diatas menunjukkan derajat hubungan antar stasiun kerja/area dimana terdapat derajat hubungan:

A = 7 hubungan

I = 6 hubungan

O = 15 hubungan

Setelah mengisi *Activity Relationship Chart* (ARC), langkah selanjutnya adalah hasil yang di dapat direkapitulasi ke dalam *Work Sheet* (lembar kerja). *Work Sheet* dibuat untuk menerangkan hasil ARC dengan tujuan mempermudah dalam membaca hubungan antar aktivitas. Cara penentuan *Work Sheet* contohnya seperti stasiun kerja/area *storage* memiliki derajat hubungan A dengan stasiun kerja/area *laser cutting*, derajat hubungan I dengan stasiun kerja/area *bending* dan derajat hubungan O stasiun kerja/area *welding*. Untuk *Work Sheet* secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel. 4.16 *Worksheet* Hasil Derajat Hubungan Pada *Activity Relationship Chart*

No	Stasiun Kerja	Derajat Kedekatan					
		A	E	I	O	U	X
1	*Storage*	2	-	3	4,5,6,7,8	-	-
2	*Laser Cutting*	1,3	-	4	5,6,7,8	-	-
3	*Bending*	2,4	-	1,5	6,7,8	-	-
4	*Welding*	3,5	-	2,6	1,2,7,8	-	-
5	Gerinda	4,6	-	3,7	1,3,7,8	-	-
6	*Painting*	5,7	-	4,8	1,2,3	-	-
7	*Quality Control*	6,8	-	5	1,2,3,4	-	-
8	*Finish Good*	7	-	6	1,2,3,4,5	-	-

Sumber: Hasil Pengolahan Data

3. Diagram Hubungan Aktivitas (*Activity Relationship* Diagram)

Sementara diagram hubungan aktivitas berguna untuk perencanaan dan penganalisaan keterkaitan kegiatan, informasi yang dihasilkan hanya berguna jika diolah ke dalam satu diagram. Inilah tujuan dari diagram hubungan aktivitas, yang menjadi dasar perencanaan keterkaitan antara

Dipindai dengan CamScanner

pola aliran barang dan lokasi kegiatan pelayanan dihubungkan dengan kegiatan produksi.

Diagram hubungan aktivitas dalam kenyataannya merupakan diagram balok yang menunjukkan pendekatan keterkaitan kegiatan, yang menunjukkan setiap kegiatan sebagai suatu model kegiatan tunggal (Apple, 1990).

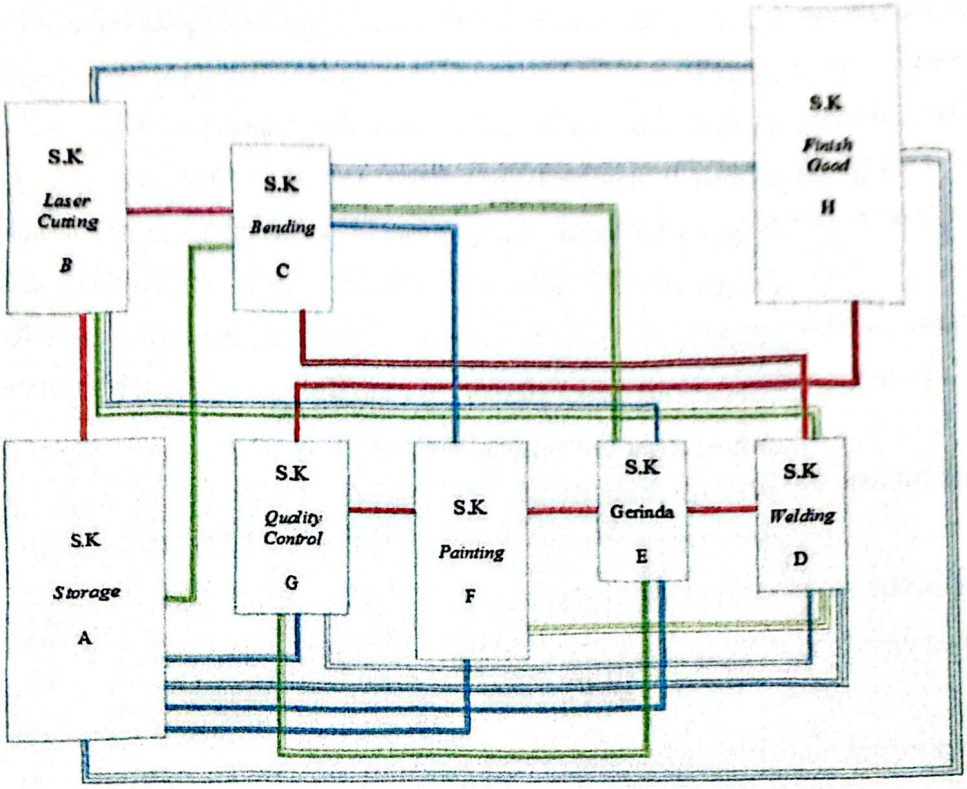
Dalam perancangan fasilitas produksi, derajat hubungan antar fasilitas produksi pada suatu stasiun kerja/area dapat dipandang dari 2 (dua) aspek baik aspek kualitatif maupun aspek kuantitatif.

Perancangan tata letak fasilitas produksi yang bersifat kualitatif akan lebih dominan dalam menganalisis derajat hubungan aktivitas dan biasanya ditunjukkan oleh peta hubungan aktivitas. Namun adakalanya analisis dalam perancangan tata letak fasilitas produksi lebih dominan dalam menganalisis aliran *material*, sehingga yang dibuat adalah suatu *Flow* Diagram atau diagram alir.

Dalam *Systematic Layout Planning* (SLP) ada dua aspek yang harus dipertimbangkan yaitu derajat hubungan aktivitas dan aliran *material*. Adapun kombinasi dari kedua aspek tersebut dibuat dalam suatu diagram yang disebut diagram hubungan aktivitas atau *Activity Relationship* Diagram (ARD).

Diagram hubungan aktivitas antar fasilitas produksi pada setiap stasiun kerja/area digunakan untuk menunjukkan kombinasi antara tingkat hubungan aktivitas dengan aliran bahan sesuai ukuran luas fasilitas produksi pada setiap stasiun kerja/area. Pada ARD dapat dilihat bahwa antar stasiun kerja/area A dan B dihubungkan oleh garis sejajar yang berarti stasiun kerja/area A dan B mutlak perlu berdekatan. *Activity Relationship* Diagram (ARD) untuk setiap stasiun kerja/area dapat dilihat pada Gambar 4.16.

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 4.16. *Activity Relationship* Diagram
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Adapun keterangan simbol dan kode warna pada *Activity Relationship* Diagram (ARD) berupa garis-garis yang penjelasanya dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Simbol Dan Kode Warna Pada *Activity Relationship* Diagram

Derajat Kedekatan	Keterangan	Kode Garis	Warna
A	Mutlak perlu berdekatan		Merah
E	Sangat perlu berdekatan		*orange*
I	Penting berdekatan		Hijau
O	Biasa		Biru
U	Tidak perlu berdekatan	-	-
X	Tidak diharapkan berdekatan		Coklat

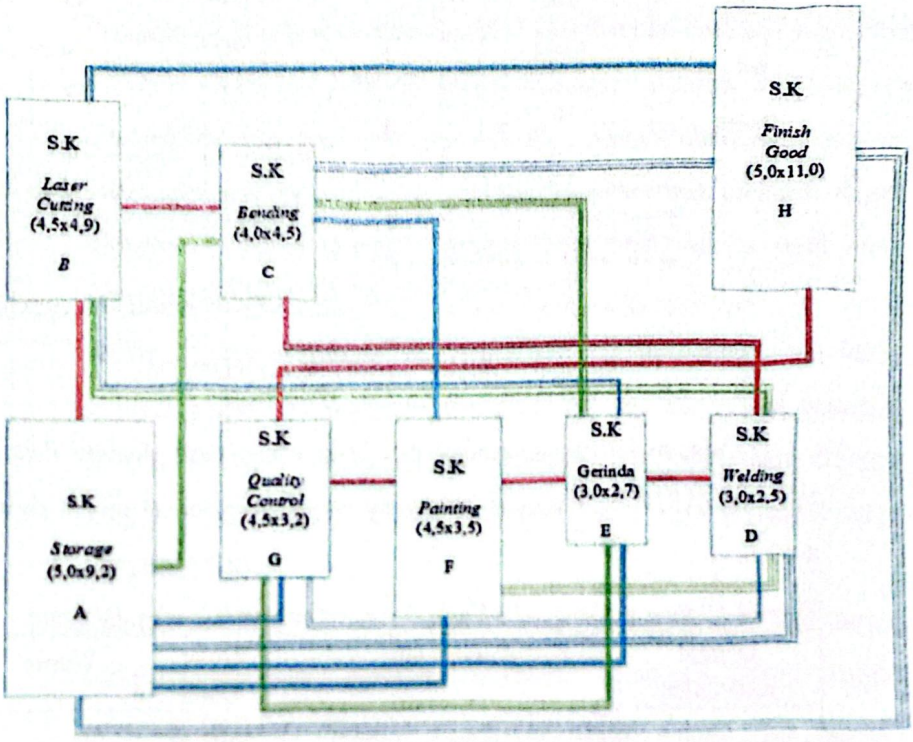
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

Dengan adanya *Activity Relationship* Diagram dapat diketahui aliran yang dimiliki antar stasiun kerja/area. Dimana ini berfungsi untuk menentukan alternatif tata letak fasilitas produksi yang akan dibuat.

4. Diagram Hubungan Ruang (*Space Relationship* Diagram)

Diagram hubungan ruang (*Space Relationship* Diagram) hampir sama dengan *Activity Relationship* Diagram, tetapi stasiun kerja/area yang dibuat sudah sesuai ukuran yang sebenarnya pada skala yang ditentukan. Diagram hubungan stasiun kerja/area di lantai produksi PT Sarana Laser Cutting dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17. *Space Relationship* Diagram
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Pada gambar 4.17 diatas dibuat dengan ukuran yang sama dengan aslinya. Hanya saja dibuat dalam skala 1:100. Dapat dilihat bagaimana aktvitas antar stasiun kerja/area sesuai pada ukuran di lantai produksi PT Sarana Laser Cutting.

4.3. Perancangan Alternatif Tata Letak Fasilitas Produksi

Langkah selanjutnya adalah melakukan perencanaan fasilitas produksi pada setiap stasiun kerja/area yang meliputi dua hal yaitu alternatif lokasi di mana fasilitas produksi harus ditempatkan dan alternatif tata letak fasilitas produksi.

Dipindai dengan CamScanner

Perencanaan tata letak fasilitas produksi pada setiap stasiun kerja/area merupakan aktivitas awal yang digunakan untuk menempatkan masing-masing stasiun kerja/area pada posisi yang sesuai, sehingga diharapkan penentuan tata letak fasilitas produksi yang baik akan mendukung jalannya proses produksi.

Pada perancangan alternatif tata letak fasilitas produksi dilakukan berdasarkan beberapa batasan yang digunakan, yaitu:

1. Luas masing-masing stasiun kerja/area dari frekuensi perpindahan bahan pada alternatif tata letak fasilitas produksi sama dengan yang terdapat pada tata letak awal fasilitas produksi.
2. Tiap-tiap stasiun kerja/area bebas diubah posisi dan letaknya atau ditukar posisinya dengan stasiun kerja/area lain.
3. Perubahan stasiun kerja/area atau penghilangan fasilitas dapat dilakukan apabila dinilai tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap keseluruhan proses produksi.
4. Perancangan alternatif tata letak fasilitas produksi dilakukan dengan cara *trial and error* dengan tetap memperhatikan hubungan aktivitas antar area/stasiun kerja yang terdapat pada *Activity Relationship Chart* (ARC), serta frekuensi perpindahan bahan antar stasiun kerja/area dan mesin yang terdapat pada *Travel Chart*.

Dalam merancang alternatif tata letak fasilitas produksi yaitu dengan cara *block layout, trial and error* diperoleh 3 (Tiga) alternatif tata letak fasilitas produksi, dimana *block layout* dan jarak antar stasiun kerja/area pada setiap alternatif dapat dijelaskan sebagai berikut:

4.3.1. Rancangan Alternatif 1 Tata Letak Fasilitas Produksi

Block layout rancangan alternatif 1 tata letak fasilitas produksi dapat dilihat pada lampiran D. Ukuran dan letak setiap *block* pada *block layout* tersebut menunjukkan ukuran dan letak setiap stasiun kerja/area produksi di lantai produksi. Titik koordinat dari setiap stasiun kerja/area ditentukan pada titik tengah stasiun kerja/area yang merupakan perpotongan dari kedua diagonalnya.

1. Perhitungan koordinat tiap stasiun kerja/area alternatif 1.

Dipindai dengan CamScanner

Setelah diketahui pola yang akan di pakai, maka susunannya dari gambar *block layout* kemudian dihitung garis koordinat (X,Y) pada setiap stasiun kerja/areanya. Perhitungan yang didapat adalah dengan memakai rumus:

a. Koordinat $X = X_0 + \frac{(X_1 - X_0)}{2}$

b. Koordinat $Y - Y_0 + \frac{(Y_1 - Y_0)}{2}$

Contoh: stasiun kerja/area *laser cutting* (B) memiliki X = (1,50; 6,00) dan Y (13,5; 18,4).

a. Koordinat $X = 1{,}5 + \frac{(6{,}0 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}25 = 3{,}75$ meter

b. Koordinat $Y = 13{,}5 + \frac{(18{,}4 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 2{,}45 = 15{,}95$ meter

Semua stasiun kerja/area dihitung sesuai dengan penempatannya pada gambar *block layout*. Perhitungan titik koordinat masing-masing stasiun kerja/area yang akan digunakan pada *block layout* alternatif 1 dapat dilihat pada lampiran A. Sedangkan hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.18 yaitu:

Tabel 4.18. Hasil Perhitungan Titik Koordinat Alternatif 1

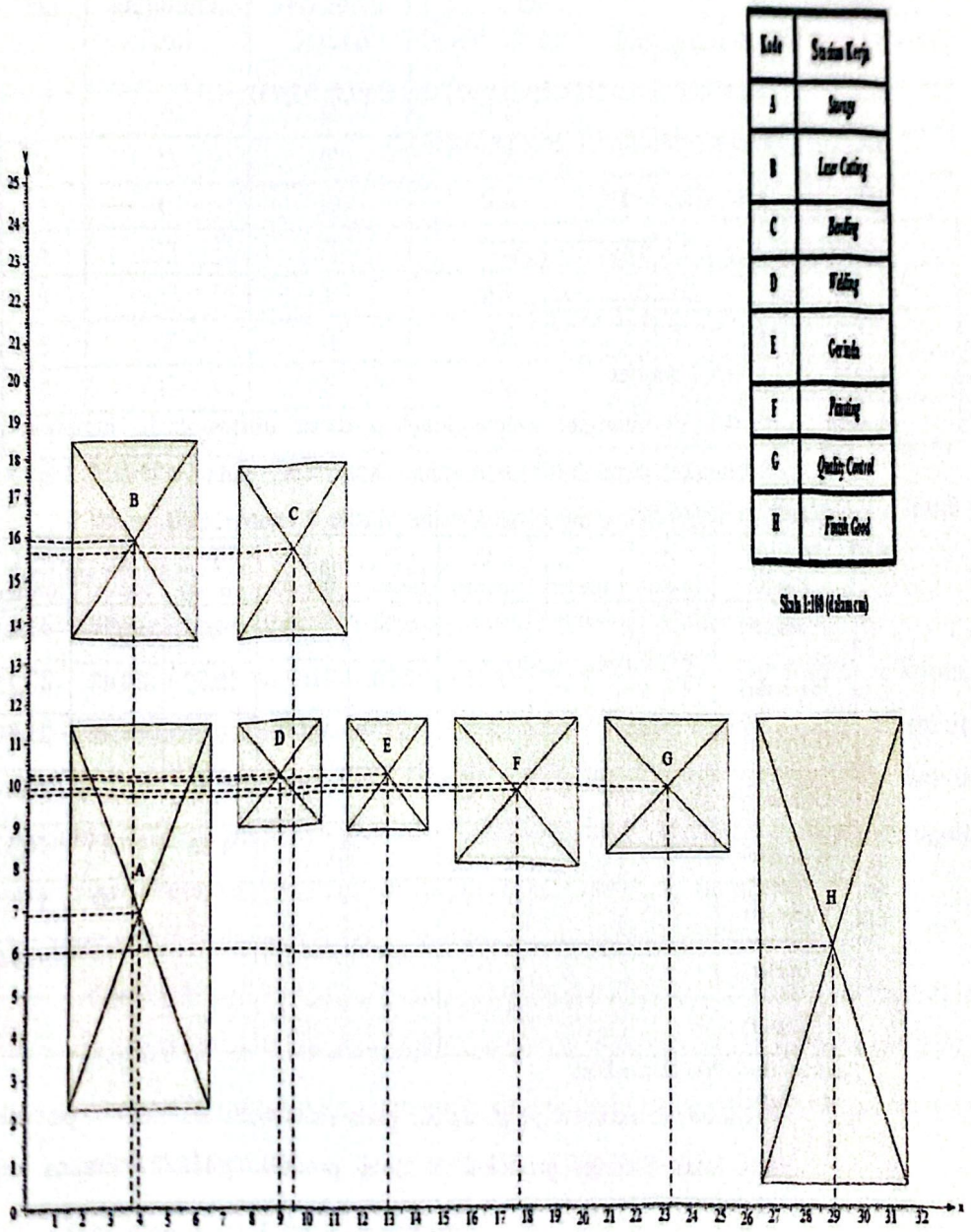
No	Kode Stasiun Kerja/Area	Stasiun Kerja/Area	Koordinat	
			X (meter)	Y (meter)
1	A	*Storage*	4,00	6,90
2	B	*Laser Cutting*	3,75	15,95
3	C	*Bending*	9,50	15,75
4	D	*Welding*	9,00	10,25
5	E	Gerinda	13,0	10,15
6	F	*Painting*	17,75	9,75
7	G	*Quality Control*	23,25	9,90
8	H	*Finish Good*	29,0	6,00

Sumber: Hasil Pengolahan Data

2. Penggambaran alternatif 1 menggunakan *block layout* dengan titik koordinat. Hal ini dibutuhkan untuk mengetahui jarak dari satu stasiun kerja/area ke stasiun kerja/area lainnya dari pusat aktivitas dilaksanakan, sehingga dapat diketahui jarak perpindahan bahan. Hasil perhitungan yang

Dipindai dengan CamScanner

ada pada Tabel 4.18 diaplikasikan pada *block layout* alternatif 1. Selain itu hasil perhitungan koordinat dari setiap stasiun kerja/area digunakan pula untuk menghitung panjang perpindahan pada alternatif 1. Hasil pengaplikasian titik koordinat pada *block layout* pada alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18. *Block Layout* Alternatif 1 Dengan Koordinat

Sumber: Hasil Pengolahan Data

3. Perhitungan jarak antar stasiun kerja/area alternatif 1.

Hal ini dilakukan untuk mengetahui jumlah jarak dan mejadikan perbandingan dengan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting.

Rumus yang digunakan untuk mengetahui jarak antar stasiun kerja/area adalah:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Sebagai contoh:

Titik koordinat B (3,75; 15,95) dan C (9,5; 15,75)

Maka perhitungan jarak antara B-C:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$= \sqrt{(-5,75)^2 + (0,2)^2}$$

$$= \sqrt{33,0625 + 0,04}$$

= 5,75 meter

Untuk perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran B. Sedangkan untuk hasil keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19. Hasil Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area Alternatif 1

Stasiun Kerja	A (meter)	B (meter)	C (meter)	D (meter)	E (meter)	F (meter)	G (meter)	H (meter)
A (meter)		9,05	10,41	6,01	9,56	14,04	19,48	25,01
B (meter)			5,75	7,74	10,91	15,31	20,41	27,13
C (meter)				5,52	6,60	10,20	14,49	21,80
D (meter)					4,00	8,76	14,25	20,44
E (meter)						4,76	10,25	16,52
F (meter)							5,50	11,85
G (meter)								6,94
H (meter)								

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4. Perhitungan momen perpindahan pada rancangan alternatif 1 perbaikan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser

Dipindai dengan CamScanner

Cutting. Untuk perhitungan momen perpindahan rancangan alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20. Perhitungan Momen Perpindahan rancangan alternatif 1 Pada Tata Letak Fasilitas Produksi

No	Stasiun kerja/area Asal	Stasiun kerja/area Tujuan	Frekuensi Perpindahan (Kali/Tahun)	Jarak Stasiun kerja/area (Meter)	Momen Per Pindahan (Meter/Tahun)
1	A	B	508	9,05	4.597
2	B	C	508	5,75	2.921
3	C	D	508	5,52	2.804
4	D	E	508	4,00	2.032
5	E	F	508	4,76	2.418
6	F	G	508	5,50	2.794
7	G	H	508	6,94	3.525
Total			3.556	41,52	21.091

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Nilai total momen perpindahan rancangan alternatif 1 pada tata letak fasilitas produksi (Z0) adalah 21.091 meter/tahun.

4.3.2 Rancangan Alternatif 2 Tata Letak Fasilitas Produksi

Block layout rancangan alternatif 2 dapat dilihat pada lampiran D. Ukuran dan tata letak fasilitas produksi setiap *block* pada *block layout* tersebut menunjukkan ukuran dan letak setiap stasiun/area kerja produksi di lantai produksi. Titik koordinat dari setiap stasiun kerja/area ditentukan pada titik tengah stasiun kerja/area yang merupakan perpotongan dari kedua diagonalnya.

1. Perhitungan koordinat tiap stasiun kerja/area alternatif 2.

   Setelah diketahui aliran bahan yang akan di pakai, maka susunannya dari gambar *block layout* tersebut kemudian dihitung garis koordinat (X,Y) pada setiap stasiun kerja/areanya. Perhitungan yang didapat adalah dengan memakai rumus:

   a. Koordinat $X = X_0 + \frac{(X_1 - X_0)}{2}$

   b. Koordinat $Y = Y_0 + \frac{(Y_1 - Y_0)}{2}$

Dipindai dengan CamScanner

Contoh: stasiun kerja/area *bending* (C) memiliki X = (8,00; 12,0) dan Y (7;11,5)

a. Koordinat $X = 8 + \frac{(12-8)}{2} = 8 + 2 = 10{,}0$ meter

b. Koordinat $Y = 7 + \frac{(11{,}5-7)}{2} = 7 + 2{,}25 = 9{,}25$ meter

Semua stasiun kerja/area dihitung sesuai dengan penempatannya pada gambar *block layout*. Perhitungan titik koordinat masing-masing stasiun kerja/area dapat dilihat pada lampiran A. Sedangkan hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.21.

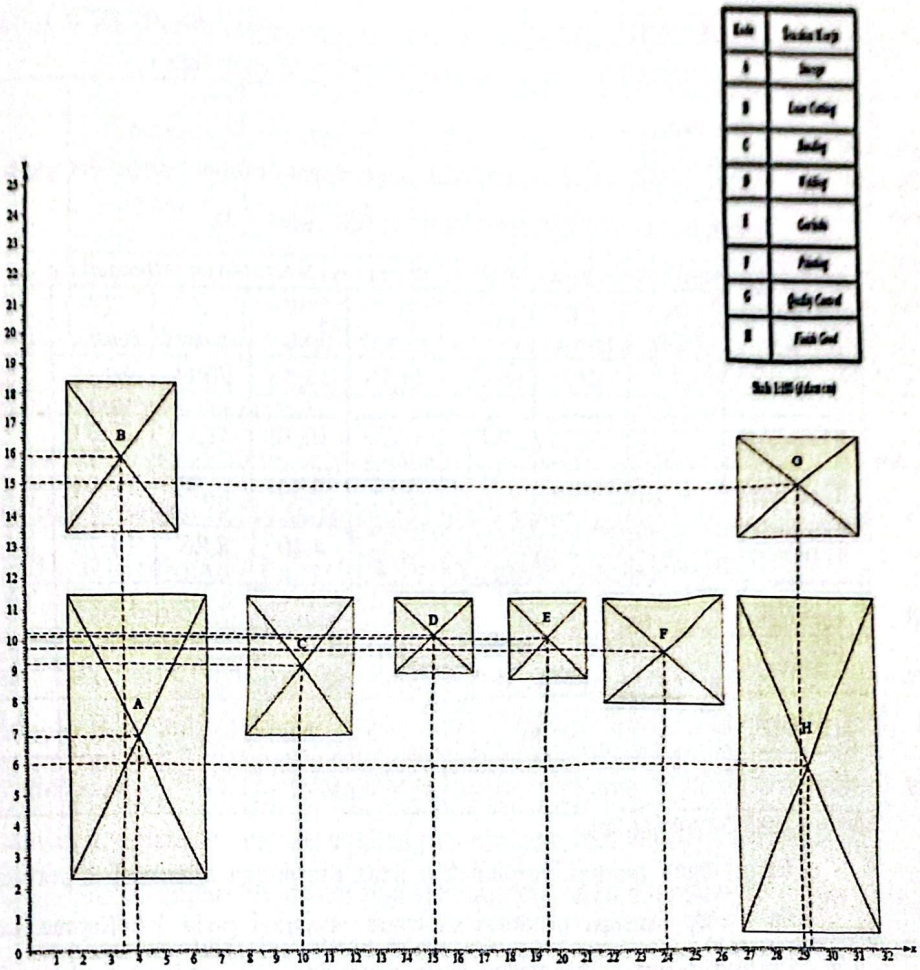
Tabel 4.21. Hasil Perhitungan Titik Koordinat Alternatif 2

No	Kode Stasiun Kerja/Area	Stasiun Kerja/Area	Koordinat	
			X (meter)	Y (meter)
1	A	*Storage*	4,00	6,90
2	B	*Laser Cutting*	3,75	15,95
3	C	*Bending*	10,0	9,25
4	D	*Welding*	15,1	10,25
5	E	Gerinda	19,5	10,15
6	F	*Painting*	23,95	9,75
7	G	*Quality Control*	29,05	15,1
8	H	*Finish Good*	29,3	6,00

Sumber: Hasil Pengolahan Data

2. Penggambaran alternatif 2 menggunakan *block layout* dengan titik koordinat. Hal ini dibutuhkan untuk mengetahui jarak antar area stasiun kerja/area dari pusat aktivitas dilaksanakan, sehingga dapat diketahui jarak perpindahan bahan. Hasil perhitungan yang ada pada Tabel 4.21 diaplikasikan pada *block layout* alternatif 2. Hasil pengaplikasian titik koordinat dapat dilihat pada Gambar 4.19.

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 4.19. *Block Layout* Alternatif 2 Dengan Koordinat
Sumber: Hasil Pengolahan Data

3. Perhitungan jarak antar stasiun kerja/area alternatif 2.

Hal ini dilakukan untuk mengetahui jumlah jarak dan mejadikan perbandingan dengan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi PT Sarana Laser Cutting Rumus yang digunakan adalah:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Sebagai contoh:

Titik koordinat C (10,0; 9,25) dan D (15,1; 10,25)

Maka perhitungan jarak antara C-D:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Dipindai dengan CamScanner

$= \sqrt{(-5,1)^2 + (-1)^2}$

$= \sqrt{26,01 + 1}$

$= 5,19$ meter

Untuk perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran B. Sedangkan untuk hasil dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22. Hasil Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area Alternatif 2

Stasiun Kerja	A (meter)	B (meter)	C (meter)	D (meter)	E (meter)	F (meter)	G (meter)	H (meter)
A (meter)		9,05	6,44	11,59	15,83	20,15	26,35	25,31
B (meter)			9,16	12,70	16,78	21,13	25,31	27,41
C (meter)				5,19	9,54	13,95	19,92	19,57
D (meter)					4,40	8,86	14,76	14,82
E (meter)						4,46	10,75	10,64
F (meter)							7,39	6,53
G (meter)								9,10
H (meter)								

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4. Perhitungan momen perpindahan pada rancangan alternatif 2 perbaikan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting. Untuk perhitungan momen perpindahan rancangan alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23. Perhitungan Momen Perpindahan rancangan alternatif 2 Pada Tata Letak Fasilitas Produksi

No	Stasiun kerja/area Asal	Stasiun kerja/area Tujuan	Frekuensi Perpindahan (Kali/Tahun)	Jarak Stasiun kerja/area (Meter)	Momen Per Pindahan (Meter/Tahun)
1	A	B	508	9,05	4.597
2	B	C	508	9,16	4.653
3	C	D	508	5,19	2.636
4	D	E	508	4,40	2.235
5	E	F	508	4,46	2.265

(lanjut)

Dipindai dengan CamScanner

Tabel 4.23. Perhitungan Momen Perpindahan rancangan alternatif 2 Pada Tata Letak Fasilitas Produksi (lanjutan)

No	Stasiun kerja/area Asal	Stasiun kerja/area Tujuan	Frekuensi Perpindahan (Kali/Tahun)	Jarak Stasiun kerja/area (Meter)	Momen Per Pindahan (Meter/Tahun)
6	F	G	508	7,39	3.754
7	G	H	508	9,10	4.622
Total			3.556	48,75	24.762

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Nilai total momen perpindahan rancangan alternatif 2 pada tata letak fasilitas produksi (Z_0) adalah 24.762 meter/tahun.

4.3.3 Rancangan Alternatif 3 Tata Letak Fasilitas Produksi

Block layout rancangan alternatif 3 dapat dilihat pada lampiran D. Ukuran dan tata letak fasilitas produksi setiap *block* pada *block layout* tersebut menunjukkan ukuran dan letak setiap stasiun kerja/area produksi di lantai produksi. Titik koordinat dari setiap stasiun kerja/area ditentukan pada titik tengah stasiun kerja/area yang merupakan perpotongan dari kedua diagonalnya.

1. Perhitungan koordinat tiap stasiun kerja/area alternatif 3.

   Setelah diketahui aliran bahan yang akan di pakai, maka susunannya dari gambar *block layout* tersebut kemudian dihitung garis koordinat (X,Y) pada setiap stasiun kerja/areanya.

   Perhitungan yang didapat adalah dengan memakai rumus:

   a. Koordinat $X = X_0 + \frac{(X_1 - X_0)}{2}$

   b. Koordinat $Y = Y_0 + \frac{(Y_1 - Y_0)}{2}$

   Contoh: stasiun kerja/area *welding* (D) memiliki X = (13,5; 16,5) dan Y (9,00;11,5)

   a. Koordinat $X = 13,5 + \frac{(16,5 - 13,5)}{2} = 13,5 + 1,5 = 15,0$ meter

   b. Koordinat $Y = 9 + \frac{(11,5 - 9,0)}{2} = 9 + 1,25 = 10,25$ meter

   Semua stasiun kerja/area dihitung sesuai dengan penempatannya pada gambar *block layout*. Perhitungan titik koordinat masing-masing stasiun

Dipindai dengan CamScanner

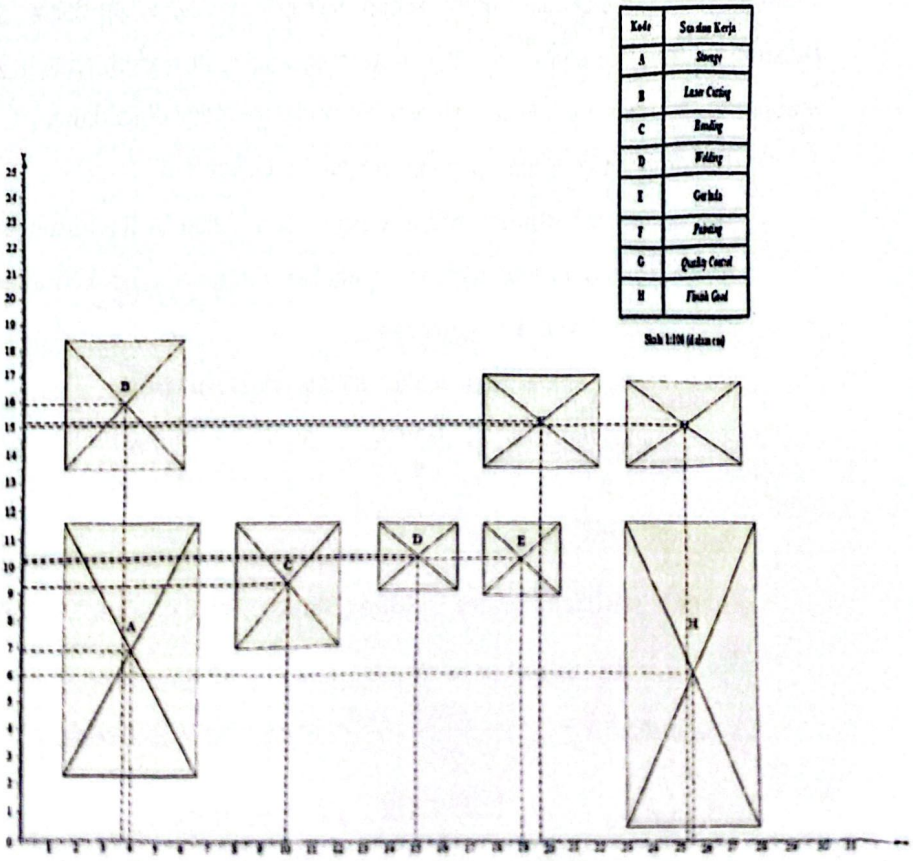
kerja/area dapat dilihat pada lampiran A. Sedangkan hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Titik Koordinat Alternatif 3

No	Kode Stasiun Kerja/Area	Stasiun Kerja/Area	Koordinat	
			X (meter)	Y (meter)
1	A	*Storage*	4,00	6,90
2	B	*Laser Cutting*	3,75	15,95
3	C	*Bending*	10,0	9,25
4	D	*Welding*	15,0	10,25
5	E	Gerinda	19,0	10,15
6	F	*Painting*	19,75	15,25
7	G	*Quality Control*	22,25	15,1
8	H	*Finish Good*	25,5	6,00

Sumber: Hasil Pengolahan Data

2. Penggambaran alternatif 3 menggunakan *Block layout* dengan titik koordinat.



Gambar 4.20. *Block Layout* Alternatif 3 Dengan Koordinat

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

3. Perhitungan jarak antar stasiun kerja/area alternatif 3.

Hal ini dilakukan untuk mengetahui jumlah jarak dan mejadikan perbandingan dengan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi PT Sarana Laser Cutting.

Rumus yang digunakan adalah:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Sebagai contoh:

Titik koordinat D (15,0; 10,25) dan E (19,0; 10,15)

Maka perhitungan jarak antara D-E:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$= \sqrt{(\ 4)^2 \mid (\ 0{,}1)^2}$$

$$= \sqrt{16 + 0{,}01}$$

= 4,00 meter

Untuk perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran B. Sedangkan untuk hasil dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25. Hasil Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area Alternatif 3

Stasiun Kerja	A (meter)	B (meter)	C (meter)	D (meter)	E (meter)	F (meter)	G (meter)	H (meter)
A (meter)		9,05	6,44	11,49	15,34	17,82	22,77	21,51
B (meter)			9,16	12,61	16,31	16,01	21,51	23,91
C (meter)				5,09	9,04	11,44	16,33	15,83
D (meter)					4,00	6,89	11,33	11,32
E (meter)						5,15	7,97	7,71
F (meter)							5,50	10,89
G (meter)								9,10
H (meter)								

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4. Perhitungan momen perpindahan pada rancangan alternatif 3 perbaikan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting. Untuk perhitungan momen perpindahan rancangan alternatif 3

Dipindai dengan CamScanner

dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26. Perhitungan Momen Perpindahan rancangan alternatif 3 Pada Tata Letak Fasilitas Produksi

No	Stasiun kerja/area Asal	Stasiun kerja/area Tujuan	Frekuensi Perpindahan (Kali/Tahun)	Jarak Stasiun kerja/area (Meter)	Momen Per Pindahan (Meter/Tahun)
1	A	B	508	9,05	4.597
2	B	C	508	9,16	4.653
3	C	D	508	5,09	2.585
4	D	E	508	4,00	2.032
5	E	F	508	5,15	2.616
6	F	G	508	5,50	2.794
7	G	H	508	9,10	4.622
Total			3.556	47,05	23.899

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Nilai total momen perpindahan rancangan alternatif 3 pada tata letak fasilitas produksi (Z_0) adalah 23.899 meter/tahun.

4.4 Perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) Pada Tata Letak Awal Fasilitas Produksi

Material Handling adalah salah satu jenis transportasi (pangangkutan) yang dilakukan dalam perusahaan industri yang artinya memindahkan bahan baku, barang setengah jadi atau barang jadi dari tempat asal ke tempat tujuan yang telah ditetapkan. Pemindahan *material handling* dalam hal ini adalah bagaimana cara yang terbaik untuk memindahkan dari satu tempat proses produksi ke tempat proses produksi yang lain. Kegiatan *material handling* adalah kegiatan yang tidak produktif, karena pada kegiatan ini bahan tidak mendapat perubahan bentuk atau perubahan nilai, sehingga sebenarnya akan mengurangi kegiatan yang tidak efektif dan mencari *material handling* yang terkecil. Menghilangkan transportasi tidaklah mungkin dilakukan, maka caranya adalah dengan melakukan *hand off* yaitu menekan jumlah ongkos *material handling* yang digunakan untuk biaya transportasi. Menekan jumlah ongkos *material handling* dapat dilakukan dengan cara meminimalisasi jarak perpindahan bahan. Ongkos *material handling* adalah

Dipindai dengan CamScanner

suatu ongkos yang timbul akibat adanya aktivitas *material handling* dari satu mesin ke mesin lain atau dari suatu stasiun kerja/area ke stasiun kerja/area lain yang besarnya ditentukan pada satuan tertentu, satuannya adalah rupiah/meter gerakan. Pada perhitungan ongkos *material handling* untuk setiap kali pengangkutan ditentukan berdasarkan OMH/meter dimana di dalamnya telah dipertimbangkan biaya upah pengangkut *material handling* dan biaya angkut yang menggunakan *forklift*.

Adapun rumus perhitungan dari setiap alat angkut adalah sebagai berikut:

1. *Material Handling* dengan alat bantu *forklift*, menggunakan formulasi:

$$\text{OMH/ meter} = \frac{\text{Biaya alat } \textit{material handling} \text{ per tahun}}{\text{Jarak Total}}$$

2. *Material Handling* dengan tenaga manusia, menggunakan formulasi:

$$\text{OMH/ meter} = \frac{\text{Gaji tenaga kerja } \textit{material handling} \text{ per tahun}}{\text{Jarak Total}}$$

3. Untuk Total Ongkos *material handling*, menggunakan formulasi:

$$\text{Total OMH} = \text{OMH/meter x Jarak tempuh}$$

Sebagai contoh, *material handling* yang diangkut dengan menggunakan *forklift* yaitu pada stasiun kerja/area A ke stasiun kerja/area B dan stasiun kerja/area G ke stasiun kerja/area H dapat dihitung dengan menggunakan rumus OMH sebagai berikut:

$$\text{OMH/meter} = \frac{\text{Biaya alat } \textit{material handling} \text{ per tahun}}{\text{Jarak Total}}$$

$$\text{OMH/meter} = \frac{\text{Rp 120.000.000 meter/tahun}}{\text{27,41 meter}}$$

$$= \text{Rp 4.377.964/tahun}$$

$$\text{Total OMH} = \text{Rp 4.377.964/tahun x 18,36 meter}$$

$$= \text{Rp 80.379.419 meter/tahun}$$

Dimana untuk perhitungan biaya alat *material handling* adalah Rp 500.000 perhari dikali 1 tahun (240 hari) maka hasilnya Rp. 120.000.000. Serta untuk perhitungan jarak total adalah jarak antar stasiun kerja/area yang diangkut dengan

Dipindai dengan CamScanner

menggunakan *forklift* sebesar 9,05 meter ditambah 18,36 meter dan hasilnya 27,41 meter.

Adapun contoh, *material handling* yang diangkut dengan menggunakan tenaga manusia yaitu pada stasiun kerja/area B ke stasiun kerja/area C dapat dihitung dengan menggunakan rumus OMH sebagai berikut:

$$\text{OMH/ meter} = \frac{\text{Gaji tenaga kerja } \textit{material handling} \text{ per tahun}}{\text{Jarak Total}}$$

$$\text{OMH/meter} = \frac{\text{Rp } 45.600.000 \text{ meter/tahun}}{37{,}88 \text{ meter}}$$

$$= \text{Rp } 1.203.801\text{/tahun}$$

$$\text{Total OMH} = \text{Rp } 1.203.801\text{/tahun} \times 6{,}26 \text{ meter}$$

$$= \text{Rp } 7.535.794 \text{ meter/tahun}$$

Dimana untuk perhitungan biaya angkut *material handling* dengan tenaga manusia adalah Rp 190.000 perhari dikali 1 tahun (240 hari) maka hasilnya Rp. 45. 600.000 serta untuk perhitungan jarak total adalah jarak antar stasiun kerja/area yang diangkut dengan menggunakan tenaga manusia ditotal semua dan hasilnya 37,88 meter. Perhitungan untuk ongkos *material handling* antar stasiun kerja/area produksi lain juga dilakukan seperti contoh di atas. Hasil perhitungan ongkos *material handling* tiap stasiun kerja/area pada tata letak awal fasilitas produksi dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Dipindai dengan CamScanner

Tabel 4.27. Perhitungan Ongkos *Material Handling* Tata Letak Awal Fasilitas Produksi

No	Stasiun Kerja/Area Asal	Stasiun Kerja/Area Tujuan	Alat Angkut	Frekuensi Perpindahan	Jarak Stasiun Kerja/Area (Meter)	Momen Perpindahan (Meter/tahun)	OMH/ Meter	Total OMH (Meter/Tahun)
1	A	B	*Forklift*	-	-	-	-	-
2	B	C	Manusia	508	6,26	3.180	Rp 1.203.801	Rp 7.535.794
3	C	D	Manusia	508	16,36	8.310	Rp 1.203.801	Rp 19.694.184
4	D	E	Manusia	508	4,20	2.133	Rp 1.203.801	Rp 5.055.964
5	E	F	Manusia	508	5,06	2.570	Rp 1.203.801	Rp 6.091.233
6	F	G	Manusia	508	6,00	3.048	Rp 1.203.801	Rp 7.222.806
7	G	H	*Forklift*	-	-	-	-	-
Total				2.540	37,88	19.241	**Rp 6.019.005**	**Rp 45.599.981**

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

Pada tabel 4.27 ongkos *material handling* tata letak awal fasilitas produksi menunjukkan bahwa total biaya yang keluar untuk pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan tenaga manusia pertahun sebesar Rp 45.599.981 meter/tahun dan jarak terjauh adalah B ke C, C ke D dan F ke G. Sedangkan OMH terbesar pertahun terjadi pada stasiun kerja/area C ke D.

Pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* yaitu dari stasiun kerja/area A ke B dan stasiun kerja/area G ke H memiliki frekuensi perpindahan 1.016, jarak antar stasiun kerja/area A ke B dengan jarak antar stasiun kerja/area G ke H sebesar 27,41 meter dan momen perpindahan 13.923 meter/tahun, untuk masing-masing OMH pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* sebesar Rp 4.377.964 meter, jika ditambahkan OMH stasiun kerja/area A ke B dengan stasiun kerja/area G ke H sebesar Rp 8.755.928, sedangkan total OMH stasiun kerja/area A ke B Rp 39.620.574 dan stasiun kerja/area G ke H 80.379.419. Jadi, total biaya yang keluar untuk pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* Rp 119.999.993 meter/tahun. Sedangkan OMH terbesar pertahun terjadi pada stasiun kerja/area G ke H.

Dipindai dengan CamScanner

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Pembahasan Tata Letak Awal Fasilitas Produksi

Pembahasan pengaturan tata letak awal fasilitas produksi pada PT Sarana Laser Cutting saat ini adalah dengan meletakkan mesin dan peralatan yang sejenis pada satu stasiun kerja/area sesuai dengan urutan proses dan kesamaan fungsinya. Akan tetapi, pada tata letak awal fasilitas produksi di lantai produksi perusahaan saat ini masih kurang efisien, dimana terdapat beberapa stasiun kerja/area yang memiliki hubungan keterkaitan tinggi justru diletakkan berjauhan. Hal ini menyebabkan tingginya jarak perpindahan bahan, momen perpindahan bahan dan ongkos *material handling* yang terjadi pada perusahaan saat ini. Contohnya pada stasiun kerja/area *bending* dengan stasiun kerja/area *welding* kedua stasiun kerja/area ini seharusnya berdekatan karena hubungan dengan urutan proses produksi. Namun pada kenyataanya dua stasiun kerja/area tersebut diletakan berjauhan dimana stasiun kerja/area C ke stasiun kerja/area D terdapat frekuensi perpindahan sebesar 508 dan jarak stasiun kerja/area C ke stasiun kerja/area D yaitu 16,36 meter. Maka, momen perpindahan pertahunnya adalah 8.310 meter pertahun dan diketahui total momen perpindahan bahan tata letak awal fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting adalah 33.164 meter perpindahan per tahun, serta ongkos *material handling* menggunakan *forklift* pada tata letak awal fasilitas produksi sebesar Rp 119.999.993 dan menggunkan manusia Rp 45.599.981 meter/tahun.

Stasiun kerja/area yang memiliki keterkaitan hubungan yang tinggi, namun kenyataanya diletakkan berjauhan yaitu stasiun kerja/area *bending* dengan stasiun kerja/area *welding* dan stasiun kerja/area *quality control* dengan stasiun kerja/area *finish good*, serta beberapa stasiun kerja/area lainnya untuk proses produksi pembuatan produk *box* dan produk *cover*. Hal ini tentunya memperpanjang jarak perpindahan bahan dan terjadinya gerakan bolak-balik *(back-tracking)*, aliran material yang kurang baik, memperbesar jumlah momen perpindahan bahan dan

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca

Dipindai dengan CamScanner

memperbesar ongkos *material handling* yang terjadi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting.

5.2. Pemilihan Rancangan Alternatif Total Momen Perpindahan Sesudah Perbaikan

Berdasarkan analisis di atas untuk mencari total momen perpindahan bahan tata letak fasilitas produksi pada rancangan alternatif, kemudian dilakukan pemilihan terhadap ketiga rancangan alternatif *layout* yang terbaik. Rancangan alternatif yang dipilih adalah yang memiliki total momen perpindahan yang paling kecil. Dengan semakin kecilnya momen perpindahan maka, efisiensi perpindahan bahan akan meningkat.

Adapun hasil rekapitulasi dari momen perpindahan bahan yang telah di rancang dalam perbaikan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi adalah sebagai berikut:

1. Rancangan Alternatif 1 : 21.091 meter/tahun
2. Rancangan Alternatif 2 : 24.762 meter/tahun
3. Rancangan Alternatif 3 : 23.899 meter/tahun

Rancangan alternatif yang memiliki total momen perpindahan yang paling kecil adalah rancangan alternatif 1 dimana hasil yang didapat adalah 21.091 meter/tahun. Hasil momen perpindahan ini tentunya lebih kecil daripada hasil momen perpindahan tata letak awal fasilitas produksi, dimana tata letak awal fasilitas produksi memiliki total momen perpindahan sebesar 33.164 meter/tahun.

Tabel 5.2 Perhitungan Momen Perpindahan Bahan Sesudah Perbaikan
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Perhitungan koreksi total momen perpindahan bahan dapat dilihat sebagai berikut:

$$= \frac{Current\ floor\ space - Theory\ optimum\ floor\ space}{Current\ floor\ space} \times 100\%$$

$$= \frac{33.164 - 21.091}{33.164} \times 100\%$$

$$= 36{,}40\%$$

Adapun hasil dari perhitungan koreksi total momen perpindahan bahan dapat dilihat bahwa rancangan alternatif 1 yang dipilih sebagai *layout* usulan perbaikan yang terbaik dalam tata letak fasilitas produksi, dimana dari hasil rancangan tersebut akan meningkatkan efisiensi kegiatan perpindahan bahan sebesar 36,40%.

5.3 Perbandingan Perhitungan Momen Perpindahan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Tabel 5.1 Perhitungan Momen Perpindahan Sebelum Perbaikan

No	Stasiun kerja/area Asal	Stasiun kerja/area Tujuan	Frekuensi Perpindahan (Kali/Tahun)	Jarak Stasiun kerja/area (Meter)	Momen Per Pindahan (Meter/Tahun)
1	A	B	508	9,05	4.597
2	B	C	508	6,26	3.180
3	C	D	508	16,36	8.310
4	D	E	508	4,20	2.133
5	E	F	508	5,06	2.570
6	F	G	508	6,00	3.048
7	G	H	508	18,36	9.326
Total			3.556	**65,29**	**33.164**

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 5.2 Perhitungan Momen Perpindahan Sesudah Perbaikan

No	Stasiun kerja/area Asal	Stasiun kerja/area Tujuan	Frekuensi Perpindahan (Kali/Tahun)	Jarak Stasiun kerja/area (Meter)	Momen Per Pindahan (Meter/Tahun)
1	A	B	508	9,05	4.597
2	B	C	508	5,75	2.921
3	C	D	508	5,52	2.804
4	D	E	508	4,00	2.032
5	E	F	508	4,76	2.418
6	F	G	508	5,50	2.794
7	G	H	508	6,94	3.525
Total			3.556	**41,52**	**21.091**

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

5.4 Perbandingan Aliran Material dan Jarak antar Stasiun Kerja/Area Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Setelah melakukan beberapa tahap proses perancangan tata letak fasilitas produksi untuk lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting, didapatkan hasil rancangan alternatif paling kecil diantara rancangan alternatif 2 dan rancangan alternatif 3 sehingga didapat rancangan alternatif paling kecil adalah rancangan alternatif 1 dimana hasil akhir yang di peroleh pada rancangan tersebut adalah 21.091 meter per tahun untuk total momen perpindahan bahan. Terdapat banyak perbedaan yang mempengaruhi perubahan dari tata letak fasilitas produksi tersebut diantaranya aliran material yang terdapat pada mesin yang digunakan untuk memproduksi produk *box* dan *cover*. Sebelum dilakukan perubahan rancangan perbaikan terlihat sekali aliran material pada setiap stasiun kerja/area yang menghasilkan kedua produk tersebut sangatlah rumit atau seperti benang kusut dimana adanya gerakan bolak-balik (*back-tracking*) antara stasiun kerja/area *quality control* dengan stasiun kerja/area *finish good*.

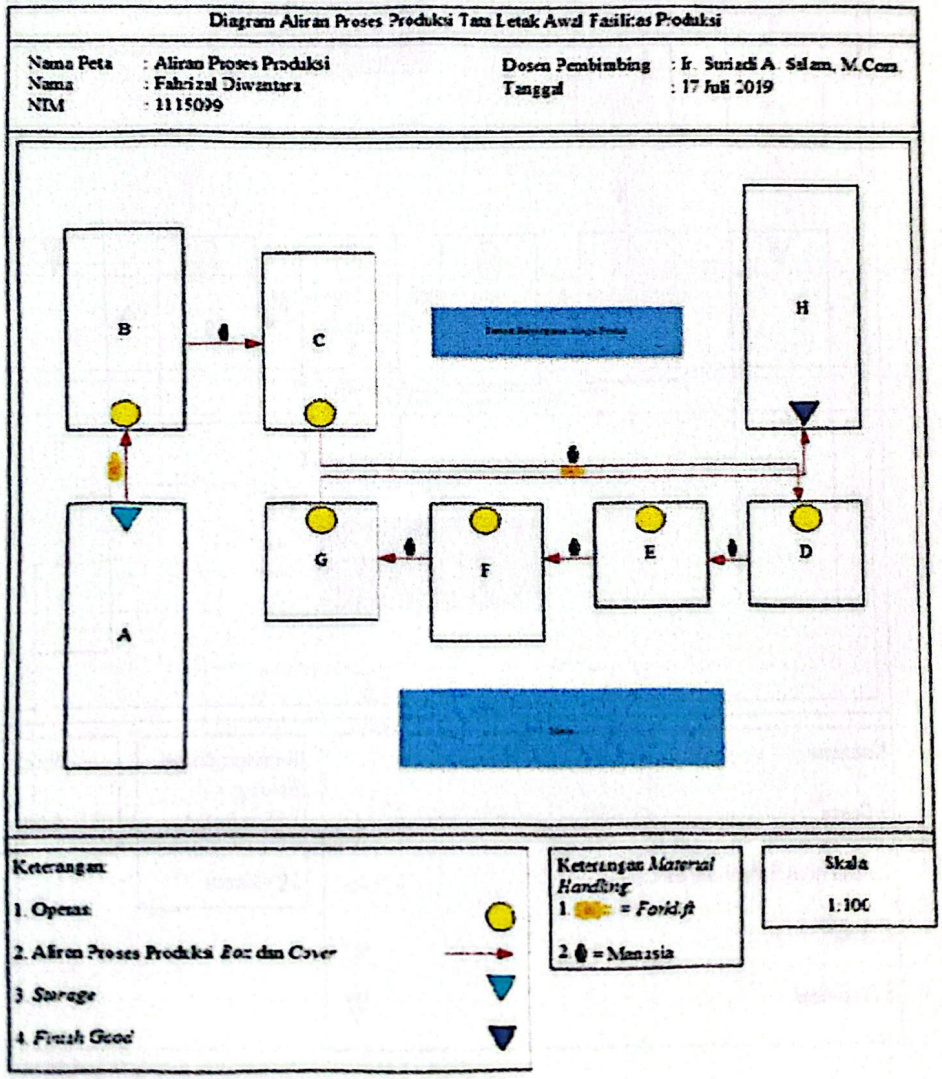
Setelah melakukan perbaikan rancangan dan diperoleh *layout* terbaik yaitu alternatif 1 terlihat bahwa aliran material pada rancangan ini lebih baik dan tepat. Dimana pada rancangan ini penempatan setiap stasiun kerja/area yang memiliki keterkaitan cukup tinggi diletakan saling berdekatan untuk memudahkan proses produksi. Sehingga pergerkaan aliran material pada produk tersebut lebih tearah, teratur dan kemungkinan untuk adanya *back tracking* cukup kecil dan aliran material pada rancangan ini lebih efisien jika dibandingkan dengan tata letak awal fasilitas produksi.

Perbandingan antara aliran material/aliran proses sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan serta jarak antar stasiun kerja/area pada tata letak fasilitas produksi yang digambarkan dengan menggunakan *flow* diagram. *Flow* diagram digunakan untuk menganalisa tata letak fasilitas produksi dengan cara mengamati aliran/arah lintasan proses dalam pembuatan produk *box* dan *cover*. Maka akan terlihat dan dipertimbangkan pada lokasi mana suatu perpindahan bahan akan terlihat kurang efisien. Aliran proses yang baik tentunya dapat menunjang

Dipindai dengan CamScanner

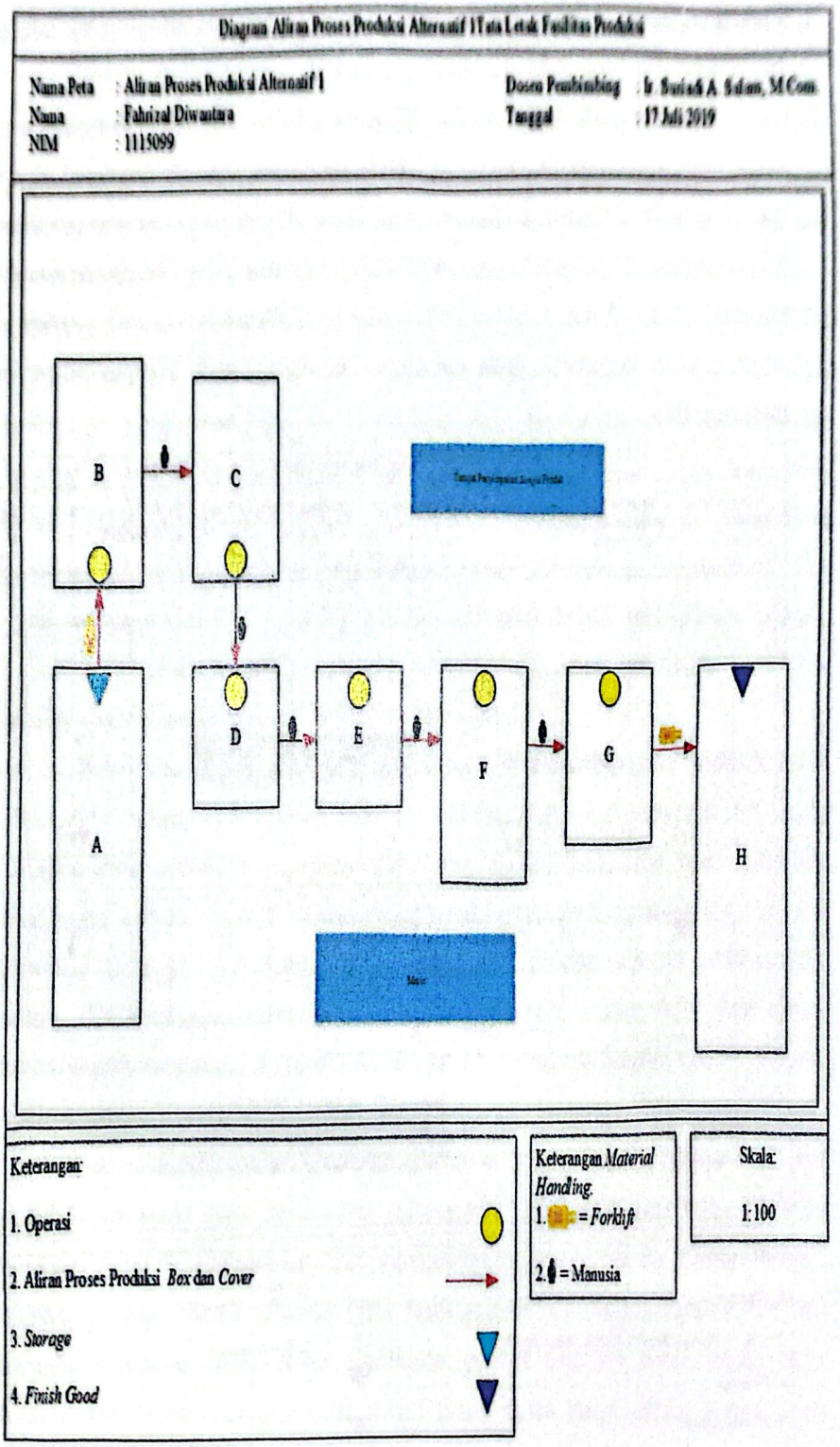
intensitas produksi yang tinggi dan tetap menjaga fleksibilitas yang ada pada lantai produksi perusahaan tersebut.

Adapun perbandingan *Flow* Diagram sebelum dan sesudah perbaikan tata serta jarak antar stasiun kerja/area pada tata letak fasilitas produksi di lantai produksi pada PT sarana Laser Cutting dapat dilihat pada Gambar 5.1,Gambar 5.2, Gambar 5.3 dan Gambar 5.4. Untuk melihat *Flow* Diagram rancangan alternatif 2 dan 3 dapat dilihat pada lampiran C. Sedangkan untuk melihat jarak antar stasiun kerja/area pada rancangan aternatif 2 dan 3 dapat dilihat pada lampiran E.



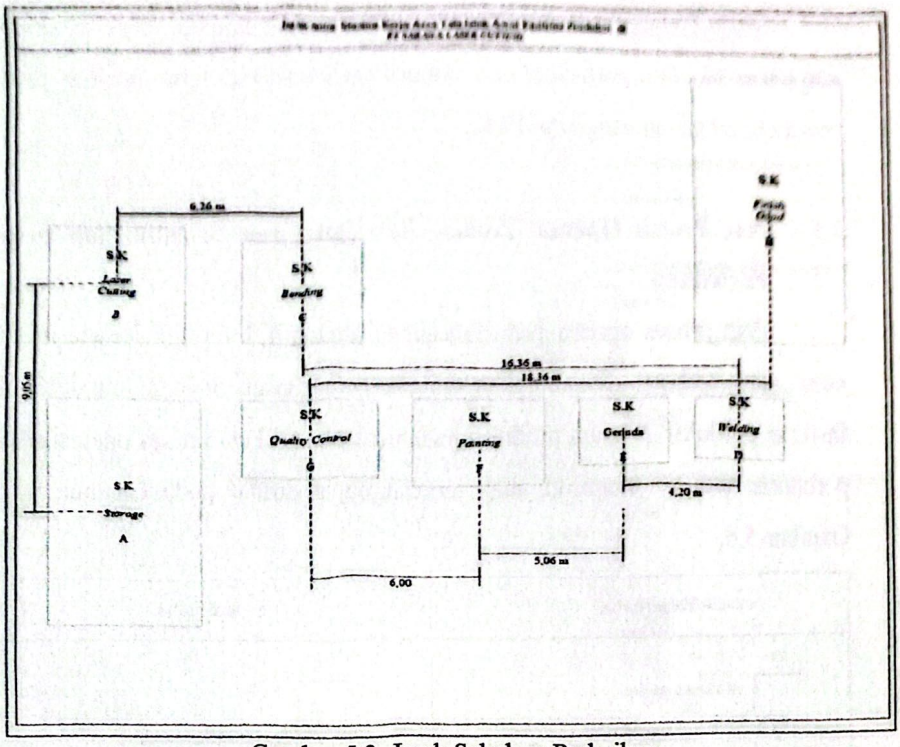
Gambar 5.1. *Flow* Diagram Produk *Box* dan *Cover* Sebelum Perbaikan
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

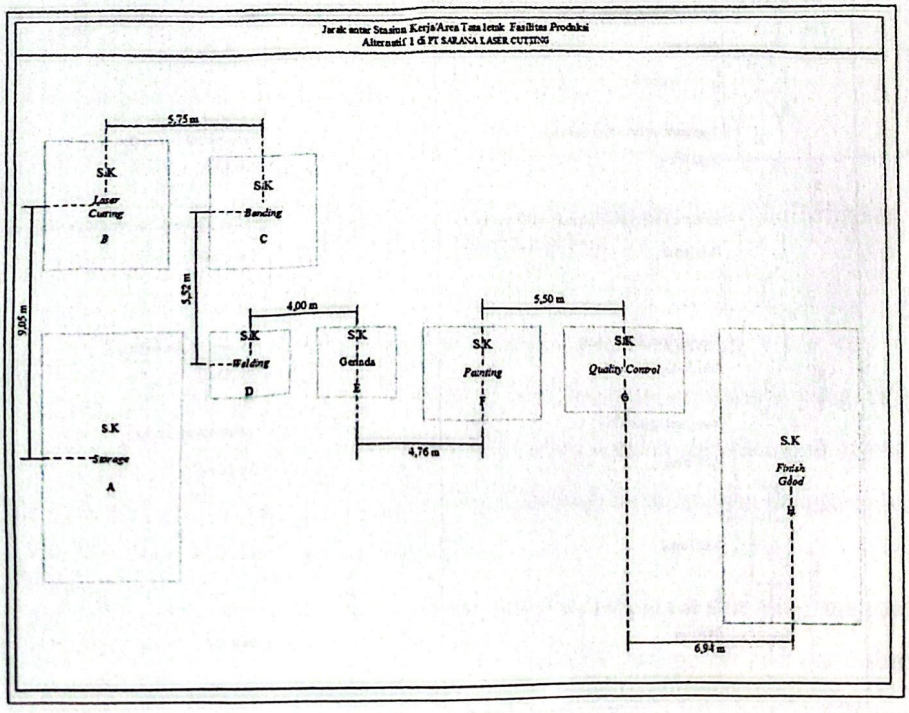


Gambar 5.2. *Flow* Diagram Produk *Box* dan *Cover* Sesudah Perbaikan
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 5.3. Jarak Sebelum Perbaikan
Sumber: Hasil Pengolahan Data



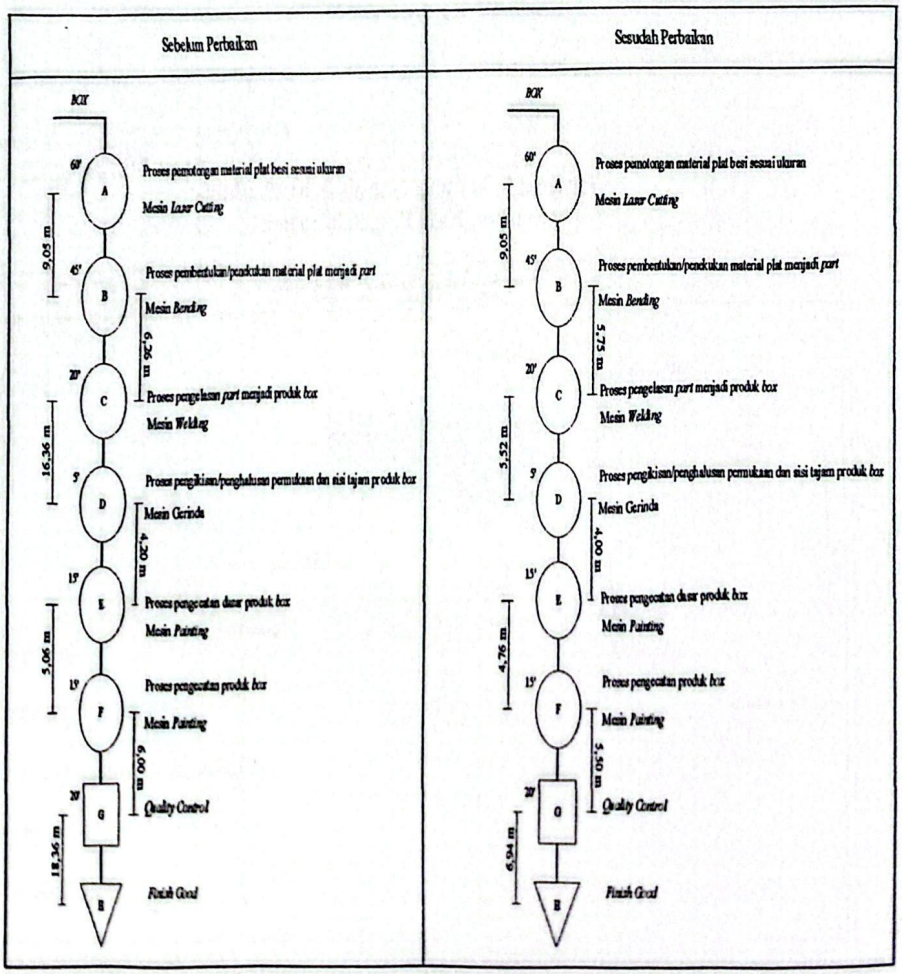
Gambar 5.4. Jarak Sesudah Perbaikan
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

Pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 diatas menunjukan jarak antar stasiun kerja/area sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan tata letak fasilitas produksi terdapat perbedaan yang signifikan.

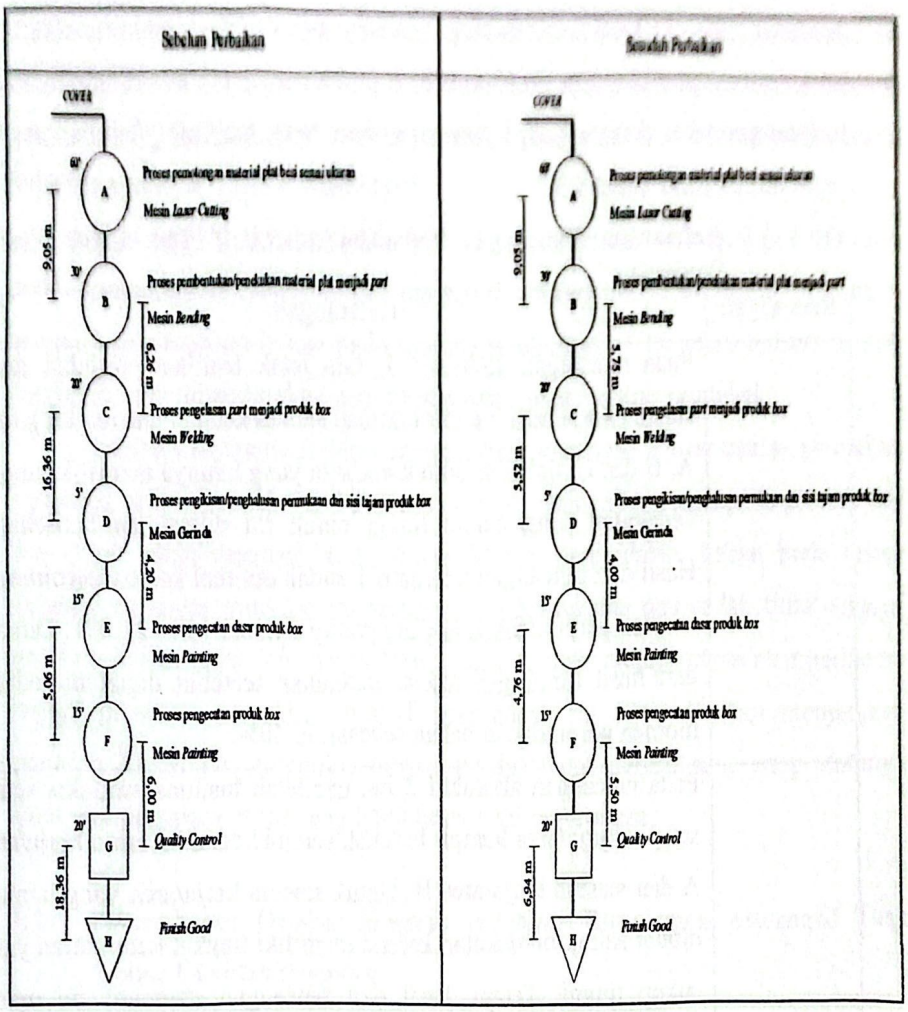
5.5 Peta Proses Operasi Produk *Box* dan *Cover* Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Peta proses operasi pada rancangan alternatif 1 terpilih karena memiliki jarak yang terkecil dibandingkan dengan peta proses operasi tata letak awal fasilitas produksi di lantai produksi pada perusahaan. Peta proses operasi sesudah perbaikan dengan memiliki jarak terkecil dapat dilihat pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6.



Gambar 5.5 Peta Proses Operasi Produk *Box* Sebelum dan Sesudah Perbaikan
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner



Gambar 5.6 Peta Proses Operasi Produk *Cover* Sebelum dan Sesudah Perbaikan
Sumber: Hasil Pengolahan Data

5.6 Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi/*Layout* Usulan

Adapun *layout* usulan yang memiliki total momen perpindahan yang lebih kecil yaitu rancangan alternatif 1 tata letak fasilitas produksi atau racangan *layout* terbaik juga memiliki aliran *material* yang lebih baik dibandingkan dengan aliran *material* tata letak awal fasilitas produksi.

Pada penelitian ini, hanya merubah letak stasiun kerja/area yang ada pada lantai produksi di PT Sarana Laser Cutting dan tidak mengubah luas dari setiap stasiun kerja/area yang ada di perusahaan tersebut. Dengan kata lain, luas stasiun kerja/area pada lantai produksi tersebut adalah tetap. Selain itu urutan proses

Dipindai dengan CamScanner

produksi pada tata letak awal fasilitas produksi sama dengan pada rancangan tata letak fasilitas produksi dan tidak diubah. Adapun perbedaan antara tata letak awal fasilitas produksi dengan ketiga rancangan tata letak fasilitas produksi alternatif dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Keterangan Rancangan Perbaikan Alternatif Tata Letak Fasilitas Produksi

Rancangan	Keterangan
1	Pada rancangan alternatif 1, tata letak fasilitas produksi setiap stasiun kerja/area hampir berubah semua kecuali stasiun kerja/area A, B dan C. untuk stasiun kerja/area yang lainnya memiliki tingkat kedekatan yang cukup tinggi untuk itu diletakkan berdekatan. Hasil dari rancangan alternatif 1 sudah optimal karena perhitungan momen perpindahannya yang paling terkecil yaitu 21.091. Dimana dari hasil rancangan *layout* perbaikan tersebut dapat mereduksi momen perpindahan bahan sebesar 36,40%.
2	Pada rancangan alternatif 2 ini, tata letak fasilitas produksi setiap stasiun kerja/area hampir berubah semua kecuali stasiun kerja/area A dan stasiun kerja/area B. Untuk stasiun kerja/area yang lainnya dibuat saling berdekatan karena memiliki tingkat keterkaitan yang cukup tinggi. Tetapi, hasil dari rancangan alternatif ini masih kurang optimal karena hasil akhir dari perhitungan momen perpindahannya masih cukup besar.
3	Pada rancangan alternatif 3 stasiun kerja/area A dan stasiun kerja/area B penempatan tata letaknya masih sama seperti tata letak awal dan rancangan alternatif 1 dan 2. Untuk stasiun kerja/area yang lainnya dibuat saling berdekatan. Hasil dari rancangan alternatif 3 ini masih kurang optimal karena hasil akhir dari perhitungan momen perpindahan bahan masih cukup besar

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Untuk melakukan perbaikan tata letak fasilitas produksi di lantai produksi PT Sarana Laser Cutting, tentunya memerlukan biaya yang cukup besar. Akan, tetapi dari hasil analisis data yang telah dibuat dapat kita simpulkan bahwa

Dipindai dengan CamScanner

rancangan alternatif 1 atau *layout* perbaikan memiliki nilai total momen perpindahan bahan yang cukup kecil yaitu 21.091 meter/tahun dibandingkan dengan pada tata letak awal fasilitas produksi yang nilai total momen perpindahan bahannya sebesar 33.164 meter/tahun.

Dan hasil perhitungan koreksi momen perpindahan bahan per tahunnya pada rancangan alternatif 1 ini diperoleh sebesar 36,40%. Selain itu, aliran material perpindahan bahan pada rancangan alternatif 1 ini lebih terlihat terarah dan lebih baik dibandingkan dengan tata letak awal fasilitas produksi.

Apabila perusahaan dapat menerapkan rancangan *layout* usulan perbaikan ini maka, proses produksi di PT Sarana Laser Cutting khususnya pada produk *box* dan *cover* akan menjadi lebih efisien karena perpindahan bahan pada aliran material di lantai produksi ini sudah saling berdekatan dan sudah tidak adanya gerakan bolak-balik (*back-tracking*), serta dapat mempercepat/memperlancar proses produksi *box* dan *cover* di perusahaan ini. Hal ini akan menjadikan semakin lancar dan tingginya tingkat produktivitas perusahaan, yang tentunya akan mendapatkan *profit* yang lebih besar bagi perusahaan.

5.7 Pembahasan Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif Tata Letak Fasilitas Produksi

Adapun dari hasil pengolahan data analisis yang dilakukan pada rancangan alternatif tata letak fasilitas produksi yang pertama hingga yang ketiga adalah dengan menghitung ongkos *material handling* yang terjadi selama satu tahun. Pada perhitungan ongkos *material handling* untuk setiap kali pengangkutan ditentukan berdasarkan OMH/meter dimana di dalamnya telah dipertimbangkan biaya upah pengangkut *material handling*.

5.7.1 Pembahasan Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif 1 Tata Letak Fasilitas Produksi

Dari jarak perpindahan bahan antar stasiun kerja/area yang telah didapat pada rancangan alternatif 1 maka dapat ditentukan ongkos *material handling* (OMH) *layout* perbaikan. ongkos *material handling* rancangan alternatif 1 tata letak fasilitas produksi dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Dipindai dengan CamScanner

5.7.2 Pembahasan Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif 2 Tata Letak Fasilitas Produksi

Dari jarak perpindahan bahan antar stasiun kerja/area yang telah didapat pada rancangan alternatif 2 maka dapat ditentukan ongkos *material handling* (OMH) *layout* perbaikan. Ongkos *material handling* rancangan alternatif 2 tata letak fasilitas produksi dapat dilihat pada Tabel 5.5.

5.7.3. Pembahasan Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif 3 Tata Letak Fasilitas Produksi

Dari jarak perpindahan bahan antar stasiun kerja/area yang telah didapat pada rancangan alternatif 3 maka dapat ditentukan ongkos *material handling* (OMH) *layout* perbaikan. Ongkos *material handling* rancangan alternatif 3 tata letak fasilitas produksi dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Dipindai dengan CamScanner

Tabel 5.4. Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif 1 Tata Letak Fasilitas Produksi

No	Stasiun kerja/Area Asal	Stasiun Kerja/Area Tujuan	Alat Angkut	Frekuensi Perpindahan	Jarak Stasiun Kerja/Area (Meter)	Momen Perpindahan (Meter/tahun)	OMH/ Meter	Total OMH (Meter/Tahun)
1	A	B	*Forklift*	-	-	-	-	-
2	B	C	Manusia	508	5,75	2.921	Rp 1.203.801	Rp 6.921.855
3	C	D	Manusia	508	5,52	2.804	Rp 1.203.801	Rp 6.644.981
4	D	E	Manusia	508	4,00	2.032	Rp 1.203.801	Rp 4.815.204
5	E	F	Manusia	508	4,76	2.418	Rp 1.203.801	Rp 5.730.092
6	F	G	Manusia	508	5,50	2.794	Rp 1.203.801	Rp 6.620.905
7	G	H	*Forklift*	-	-	-	-	-
Total				2.540	25,21	12.969	**Rp 6.019.005**	**Rp 30.733.037**

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

Pada tabel 5.4 rancangan alternatif 1 menunjukkan bahwa total biaya yang keluar untuk pemakaian *material handling* menggunakan tenaga manusia pertahun sebesar Rp 30.733.037 meter/tahun dan jarak terjauh adalah B ke C, C ke D dan F ke G. Sedangkan OMH terbesar pertahun terjadi pada stasiun kerja/area B ke C.

Pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* yaitu dari stasiun kerja/area A ke B dan stasiun kerja/area G ke H memiliki frekuensi perpindahan 1.016, jarak antar stasiun kerja/area A ke B dengan jarak antar stasiun kerja/area G ke H sebesar 15,99 dan momen perpindahan 8.122 meter/tahun, untuk masing-masing OMH pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* sebesar Rp 4.377.964 meter, jika ditambahkan OMH stasiun kerja/area A ke B dengan stasiun kerja/area G ke H sebesar Rp 8.755.928, sedangkan total OMH stasiun kerja/area A ke B Rp 39.620.574 dan stasiun kerja/area G ke H 30.383.070. Jadi, total biaya yang keluar untuk pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* Rp 70.003.644 meter/tahun. Sedangkan OMH terbesar pertahun terjadi pada stasiun kerja/area A ke B.

Dipindai dengan CamScanner

Tabel 5.5. Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif 2 Tata Letak Fasilitas Produksi

No	Stasiun kerja/Area Asal	Stasiun Kerja/Area Tujuan	Alat Angkut	Frekuensi Perpindahan	Jarak Stasiun Kerja/Area (Meter)	Momen Perpindahan (Meter/tahun)	OMH/ Meter	Total OMH (Meter/Tahun)
1	A	B	*Forklift*	-	-	-	-	-
2	B	C	Manusia	508	9,16	4.653	Rp 1.203.801	Rp 11.026.817
3	C	D	Manusia	508	5,19	2.636	Rp 1.203.801	Rp 6.247.727
4	D	E	Manusia	508	4,40	2.235	Rp 1.203.801	Rp 5.296.724
5	E	F	Manusia	508	4,46	2.265	Rp 1.203.801	Rp 5.368.952
6	F	G	Manusia	508	7,39	3.754	Rp 1.203.801	Rp 8.896.089
7	G	H	*Forklift*	-	-	-	-	-
Total				2.540	30,6	15.543	**Rp 6.019.005**	Rp 36.836.309

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

Pada tabel 5.5 rancangan alternatif 2 menunjukkan bahwa total biaya yang keluar untuk *material handling* menggunakan tenaga manusia pertahun sebesar Rp 36.836.309 meter/tahun dan jarak terjauh adalah B ke C, C ke D dan F ke G. Sedangkan OMH terbesar pertahun terjadi pada stasiun kerja/area B ke C.

Pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* yaitu dari stasiun kerja/area A ke B dan stasiun kerja/area G ke H memiliki frekuensi perpindahan 1.016, jarak antar stasiun kerja/area A ke B dengan jarak antar stasiun kerja/area G ke H sebesar 18,15 dan momen perpindahan 9.219 meter/tahun, untuk masing-masing OMH pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* sebesar Rp 4.377.964 meter, jika ditambahkan OMH stasiun kerja/area A ke B dengan stasiun kerja/area G ke H sebesar Rp 8.755.928, sedangkan total OMH stasiun kerja/area A ke B Rp 39.620.574 dan stasiun kerja/area G ke H 39.839.472. Jadi, total biaya yang keluar untuk pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* Rp 79.460.046 meter/tahun. Sedangkan OMH terbesar pertahun terjadi pada stasiun kerja/area G ke

Dipindai dengan CamScanner

Tabel 5.6. Ongkos *Material Handling* Rancangan Alternatif 3 Tata Letak Fasilitas Produksi

No	Stasiun kerja/Area Asal	Stasiun Kerja/Area Tujuan	Alat Angkut	Frekuensi Perpindahan	Jarak Stasiun Kerja/Area (Meter)	Momen Perpindahan (Meter/tahun)	OMH/ Meter	Total OMH (Meter/Tahun)
1	A	B	*Forklift*	-	-	-	-	-
2	B	C	Manusia	508	9,16	4.653	Rp 1.203.801	Rp 11.026.817
3	C	D	Manusia	508	5,09	2.585	Rp 1.203.801	Rp 6.127.347
4	D	E	Manusia	508	4,00	2.032	Rp 1.203.801	Rp 4.815.204
5	E	F	Manusia	508	5,15	2.616	Rp 1.203.801	Rp 6.199.575
6	F	G	Manusia	508	5,50	2.794	Rp 1.203.801	Rp 6.620.905
7	G	H	*Forklift*	-	-	-	-	-
Total				2.540	28,9	14.680	**Rp 6.019.005**	**Rp 34.789.848**

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dipindai dengan CamScanner

Pada tabel 5.6 rancangan alternatif 3menunjukkan bahwa total biaya yang keluar untuk *material handling* menggunakan tenaga manusia pertahun sebesar Rp 34.789.848 meter/tahun dan jarak terjauh adalah B ke C, E ke F dan F ke G. Sedangkan OMH terbesar pertahun terjadi pada stasiun kerja/area B ke C.

Pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* yaitu dari stasiun kerja/area A ke B dan stasiun kerja/area G ke H memiliki frekuensi perpindahan 1.016, jarak antar stasiun kerja/area A ke B dengan jarak antar stasiun kerja/area G ke H sebesar 18,15 dan momen perpindahan 9.219 meter/tahun, untuk masing-masing OMH pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* sebesar Rp 4.377.964 meter, jika ditambahkan OMH stasiun kerja/area A ke B dengan stasiun kerja/area G ke H sebesar Rp 8.755.928, sedangkan total OMH stasiun kerja/area A ke B Rp 39.620.574 dan stasiun kerja/area G ke H 39.839.472. Jadi, total biaya yang keluar untuk pemakaian alat angkut *material handling* menggunakan *forklift* Rp 79.460.046 meter/tahun. Sedangkan OMH terbesar pertahun terjadi pada stasiun kerja/area G ke H.

Dipindai dengan CamScanner

BAB VI
PENUTUP

Pada bab ini akan diutarakan beberapa kesimpulan yang menjadi jawaban atas tujuan penelitian pada bab I disertai dengan beberapa saran yang menjadi masukan atas perbaikan yang dilakukan untuk perusahaan.

6.1. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data, analisis dan pembahasan masalah yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Tata letak fasilitas produksi kondisi awal terdapat beberapa faktor diantaranya stasiun kerja/area yang diletakkan secara berjauhan dan adanya gerakan bolak-balik (*back-tracking*).
2. Tata letak awal fasilitas produksi di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting memiliki total jarak perpindahaan bahan antar stasiun kerja/area sebesar 65,29 meter.
3. Hasil total momen perpindahan tata letak awal di lantai produksi pada PT Sarana Laser Cutting adalah sebesar 33.164 meter/tahun.
4. Rancangan perbaikan tata letak fasilitas produksi alternatif 1 didapatkan hasil total jarak perpindahan bahan sebesar 41,52 meter dengan total momen perpindahan bahan sebesar 21.091 meter per tahun, ongkos *material handling* menggunakan *forklift* Rp 70.003.644 dan menggunakan tenaga manusia Rp 30.733.037 meter per tahun. Dimana rancangan tersebut dipilih atau diusulkan sebagai *layout* perbaikan karena hasil yang didapat lebih kecil dibandingkan tata letak rancangan alternatif 2 dan 3 serta didukung penempatan stasiun kerja/area yang saling berdekatan dan sudah sesuai karena meminimasi pemindahan bahan sebesar 12.073 meter per tahun. Lebih kecil 36,40% dibandingkan dengan tata letak awal dimana keuntungan yang didapat dari reduksi ongkos *material handling* antara tata letak awal dan perbaikan menggunakan *forklift* sebesar Rp 49.996.349 meter/tahun dan tenaga manusia Rp 14.866.944 meter/tahun.

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca Ibadah Mengambil Ilmu

Dipindai dengan CamScanner

6.2 Saran

Untuk memperbaiki tata letak fasilitas produksi terhadap proses pembuatan produk *box* dan produk *cover* untuk alat berat jenis *bulldozer*, perusahaan disarankan untuk dipertimbangkan:

1. Sebaiknya perusahaan melakukan perancangan ulang tata letak fasilitas produksi untuk meminimalisasi jarak perpindahan bahan, memperkecil total jarak perpindahan bahan antar stasiun kerja/area, memperkecil total momen perpindahaan bahan dan memilih ongkos *material handling* yang lebih kecil pada kondisi perusahaan saat ini.

2. Sebaiknya perusahaan melakukan perancangan ulang tata letak fasilitas produksi untuk memaksimalkan produksi dan mengefisienkan jarak perpindahaan bahan tidak ada salahnya untuk merealisasikan perbaikan tata letak fasilitas produksi.

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR PUSTAKA

Apple, James, M. 1990. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi ke-3. ITB, Bandung.

Ariana, Lutfah. 2005. *Multi Product Process Chart*. Faried, Jakarta.

Assauri, Sofyan. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Fakultas Ekonomi, Univervitas Indonesia, Depok.

Hadiguna, Rika, Ampuh. 2008. *Tata Letak Pabrik*. Andi, Yogyakarta.

Heizer, Jay dan Render, Barry. 2009. *Manajemen Operasi Buku 1*. Edisi ke-9. Jakarta: Salemba Empat.

Meyers, E, Fred dan Stephens, P, Matthew. 2005. *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*, Prentice. Hall Inc, New Jersey.

Muther, Richard. 2005. *Systematic Layout Planning*. Graha Media, Surakarta.

Purnomo, Hari. 2004. *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Edisi ke-1. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Sutalaksana, Iftikar, Zulfikar. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. ITB, Bandung.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2009. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi ke-3. Guna Widya, Surabaya.

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca Ibadah Mengambil Ilmu

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN A

Perhitungan Titik Koordinat Lokasi Stasiun Kerja/Area

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah Mengambil : Dosa

Dipindai dengan CamScanner

1. **Perhitungan Titik Koordinat Lokasi Stasiun Kerja/Area Awal**

a. Stasiun Kerja A

$$X = 1{,}5 + \frac{(6{,}5 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}5 = 4{,}0$$

$$Y = 2{,}3 + \frac{(6{,}0 - 2{,}3)}{2} = 2{,}3 + 4{,}6 = 6{,}9$$

b. Stasiun Kerja B

$$X = 1{,}5 + \frac{(6{,}0 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}25 = 3{,}75$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(18{,}4 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 2{,}45 = 15{,}95$$

c. Stasiun Kerja C

$$X = 8{,}0 + \frac{(12 - 8{,}0)}{2} = 8{,}0 + 2{,}0 = 10$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(17{,}5 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 2{,}0 = 15{,}5$$

d. Stasiun Kerja D

$$X = 24 + \frac{(27 - 24)}{2} = 27 + 1{,}5 = 25{,}5$$

$$Y = 9{,}0 + \frac{(11{,}5 - 9{,}0)}{2} = 9{,}0 + 1{,}25 = 25{,}5$$

e. Stasiun Kerja E

$$X = 19{,}8 + \frac{(22{,}8 - 19{,}8)}{2} = 19{,}8 + 1{,}5 = 21{,}3$$

$$Y = 8{,}8 + \frac{(11{,}5 - 8{,}8)}{2} = 8{,}8 + 1{,}35 = 10{,}15$$

f. Stasiun Kerja F

$$X = 14 + \frac{(18{,}5 - 14)}{2} = 14 + 2{,}25 = 16{,}25$$

$$Y = 8{,}0 + \frac{(11{,}5 - 8{,}0)}{2} = 8{,}0 + 1{,}75 = 9{,}75$$

g. Stasiun Kerja G

$$X = 8{,}0 + \frac{(12{,}5 - 8{,}0)}{2} = 8{,}0 + 2{,}25 = 10{,}25$$

$$Y = 8{,}3 + \frac{(11{,}5 - 8{,}3)}{2} = 8{,}3 + 1{,}6 = 9{,}9$$

h. Stasiun Kerja H

$$X = 24 + \frac{(28{,}4 - 24)}{2} = 24 + 2{,}2 = 26{,}2$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(24{,}5 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 5{,}5 = 19{,}0$$

Dipindai dengan CamScanner

2. Perhitungan Titik Koordinat Lokasi Stasiun Kerja/Area Alternatif 1

a. Stasiun Kerja A

$$X = 1{,}5 + \frac{(6{,}5 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}5 = 4{,}0$$

$$Y = 2{,}3 + \frac{(11{,}5 - 2{,}3)}{2} = 2{,}3 + 4{,}6 = 6{,}9$$

h. Stasiun Kerja H

$$X = 26{,}5 + \frac{(31{,}5 - 26{,}5)}{2} = 26{,}5 + 2{,}5 = 22{,}5$$

$$Y = 0{,}5 + \frac{(11{,}5 - 0{,}5)}{2} = 0{,}5 + 5{,}5 = 6{,}0$$

b. Stasiun Kerja B

$$X = 1{,}5 + \frac{(6{,}0 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}25 = 3{,}75$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(18{,}4 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 2{,}45 = 15{,}95$$

c. Stasiun Kerja C

$$X = 7{,}5 + \frac{(11{,}5 - 7{,}5)}{2} = 7{,}5 + 2{,}0 = 9{,}5$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(18 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 2{,}25 = 15{,}75$$

d. Stasiun Kerja D

$$X = 7{,}5 + \frac{(10{,}5 - 11{,}5)}{2} = 7{,}5 + 1{,}5 = 9{,}5$$

$$Y = 9{,}0 + \frac{(11{,}5 - 9{,}0)}{2} = 9{,}0 + 1{,}25 = 10{,}25$$

e. Stasiun Kerja E

$$X = 11{,}5 + \frac{(14{,}5 - 11{,}5)}{2} = 11{,}5 + 1{,}5 = 13{,}0$$

$$Y = 8{,}8 + \frac{(11{,}5 - 8{,}8)}{2} = 8{,}8 + 1{,}35 = 10{,}15$$

f. Stasiun Kerja F

$$X = 15{,}5 + \frac{(20 - 15{,}5)}{2} = 15{,}5 + 2{,}25 = 17{,}75$$

$$Y = 8{,}0 + \frac{(11{,}5 - 8{,}0)}{2} = 8{,}0 + 1{,}75 = 9{,}75$$

g. Stasiun Kerja G

$$X = 21 + \frac{(25{,}5 - 21)}{2} = 21 + 2{,}25 = 23{,}25$$

$$Y = 8{,}3 + \frac{(11{,}5 - 8{,}3)}{2} = 8{,}3 + 1{,}6 = 9{,}9$$

Dipindai dengan CamScanner

3. Perhitungan Titik Koordinat Lokasi Stasiun Kerja/Area Alternatif 2

a. Stasiun Kerja A

$$X = 1{,}5 + \frac{(6{,}5 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}5 = 4{,}0$$

$$Y = 2{,}3 + \frac{(11{,}5 - 2{,}3)}{2} = 2{,}3 + 4{,}6 = 6{,}9$$

h. Stasiun Kerja H

$$X = 26{,}8 + \frac{(31{,}8 - 26{,}8)}{2} = 26{,}8 + 2{,}5 = 29{,}3$$

$$Y = 0{,}5 + \frac{(11{,}5 - 0{,}5)}{2} = 0{,}5 + 5{,}5 = 6{,}0$$

b. Stasiun Kerja B

$$X = 1{,}5 + \frac{(6{,}0 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}25 = 3{,}75$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(18{,}4 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 2{,}45 = 15{,}95$$

c. Stasiun Kerja C

$$X = 8{,}0 + \frac{(12 - 8{,}0)}{2} = 8{,}0 + 2 = 10$$

$$Y = 7{,}0 + \frac{(11{,}5 - 7{,}0)}{2} = 7{,}0 + 2{,}25 = 9{,}25$$

d. Stasiun Kerja D

$$X = 13{,}6 + \frac{(16{,}6 - 13{,}6)}{2} = 13{,}6 + 1,\ 5 = 15{,}1$$

$$Y = 9{,}0 + \frac{(11{,}5 - 9{,}0)}{2} = 9{,}0 + 1{,}25 = 10{,}25$$

e. Stasiun Kerja E

$$X = 18 + \frac{(21 - 18)}{2} = 18 + 1{,}5 = 19{,}5$$

$$Y = 8{,}8 + \frac{(11{,}5 - 8{,}8)}{2} = 8{,}8 + 1{,}35 = 10{,}15$$

f. Stasiun Kerja F

$$X = 21{,}7 + \frac{(26{,}2 - 21{,}7)}{2} = 21{,}7 + 2{,}25 = 23{,}95$$

$$Y = 8{,}0 + \frac{(11{,}5 - 8{,}0)}{2} = 8{,}0 + 1{,}75 = 9{,}75$$

g. Stasiun Kerja G

$$X = 26{,}6 + \frac{(31.3 - 26{,}6)}{2} = 26{,}6 + 2{,}25 = 29{,}05$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(16{,}7 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 1{,}6 = 15{,}1$$

Dipindai dengan CamScanner

4. Perhitungan Titik Koordinat Lokasi Stasiun Kerja/Area Alternatif 3

a. Stasiun Kerja A

$$X = 1{,}5 + \frac{(6{,}5 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}5 = 4{,}0$$

$$Y = 2{,}3 + \frac{(11{,}5 - 2{,}3)}{2} = 2{,}3 + 4{,}6 = 6{,}9$$

b. Stasiun Kerja B

$$X = 1{,}5 + \frac{(6{,}0 - 1{,}5)}{2} = 1{,}5 + 2{,}25 = 3{,}75$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(18{,}4 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 2{,}45 = 15{,}95$$

c. Stasiun Kerja C

$$X = 8{,}0 + \frac{(12 - 8{,}0)}{2} = 8{,}0 + 2 = 10$$

$$Y = 7{,}0 + \frac{(11{,}5 - 7{,}0)}{2} = 7{,}0 + 2{,}25 = 9{,}25$$

d. Stasiun Kerja D

$$X = 13{,}5 + \frac{(16{,}5 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 1{,}5 = 15{,}0$$

$$Y = 9{,}0 + \frac{(11{,}5 - 9{,}0)}{2} = 9{,}0 + 1{,}25 = 10{,}25$$

e. Stasiun Kerja E

$$X = 17{,}5 + \frac{(20{,}5 - 17{,}5)}{2} = 17{,}5 + 1{,}5 = 19{,}0$$

$$Y = 8{,}8 + \frac{(11{,}5 - 8{,}8)}{2} = 8{,}8 + 1{,}35 = 10{,}15$$

f. Stasiun Kerja F

$$X = 17{,}5 + \frac{(22 - 17{,}5)}{2} = 17{,}5 + 2{,}25 = 19{,}75$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(18 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 2{,}25 = 15{,}25$$

g. Stasiun Kerja G

$$X = 23 + \frac{(27{,}5 - 15)}{2} = 23 + 2{,}25 = 25{,}25$$

$$Y = 13{,}5 + \frac{(16{,}7 - 13{,}5)}{2} = 13{,}5 + 1{,}6 = 15{,}1$$

h. Stasiun Kerja H

$$X = 23 + \frac{(28 - 23)}{2} = 23 + 2{,}5 = 25{,}5$$

$$Y = 0{,}5 + \frac{(11{,}5 - 0{,}5)}{2} = 0{,}5 + 5{,}5 = 6{,}0$$

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN B

Perhitungan Jarak Stasiun Kerja/Area

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah Mengambil : Dosa

Dipindai dengan CamScanner

1. Perhitungan Jarak Antar Stasiun Kerja/Area Awal

A-B: x = (4,0, 3,75), y (6,9,15,95)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(0{,}25)^2 + (-9{,}05)^2}$

$= \sqrt{0{,}0625 + 81{,}9025}$

$= \sqrt{81{,}965}$

= 9,05 meter

A-C: x = (4,0, 10), y (6,9,15,5)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6)^2 + (-8{,}6)^2}$

$= \sqrt{36 + 73{,}96}$

$= \sqrt{109{,}96}$

= 10,48 meter

A-D: x = (4,0, 25,5), y (6,9,10,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-21{,}5)^2 + (-3{,}35)^2}$

$= \sqrt{462{,}25 + 11{,}2225}$

$= \sqrt{473{,}4725}$

= 21,75meter

A-E: x = (4,0, 21,3), y (6,9,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-17{,}3)^2 + (-3{,}25)^2}$

$= \sqrt{299{,}29 + 10{,}6625}$

$= \sqrt{309{,}8525}$

= 17,60 meter

A-F: x = (4,0, 16,25), y (6,9,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-12{,}25)^2 + (-2{,}85)^2}$

$= \sqrt{150{,}0625 + 8{,}1225}$

$= \sqrt{158{,}185}$ = 12,57 meter

A-G: x = (4,0, 10,25), y (6,9,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6{,}25)^2 + (-3)^2}$

$= \sqrt{39{,}0625 + 9}$

$= \sqrt{48{,}0625}$

= 6,39 meter

A-H: x = (4,0, 26,2), y = (6,9,19)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-22{,}2)^2 + (-12{,}1)^2}$

$= \sqrt{492{,}84 + 146{,}41}$

$= \sqrt{639{,}25}$

= 25,28 meter

B-C: x = (3,75,10), y = (15,95,15,5)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6{,}25)^2 + (0{,}45)^2}$

$= \sqrt{39{,}0625 + 0{,}2025}$

$= \sqrt{39{,}265}$

= 6,26 meter

B-D: x = (3,75,25,5), y = (15,95,10,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-21{,}75)^2 + (-5{,}7)^2}$

$= \sqrt{473{,}0625 + 32{,}49}$

$= \sqrt{505{,}5525}$

= 22,48 meter

B-E: x = (3,75,21,3), y = (15,95,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-17{,}55)^2 + (-5{,}8)^2}$

$= \sqrt{308{,}0025 + 33{,}64}$

$= \sqrt{341{,}6425}$ = 18,48 meter

Dipindai dengan CamScanner

B-F: x = (3,75,16,25), y = (15,95,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-12,5)^2 + (6,2)^2}$

$= \sqrt{156,25 + 38,44}$

$= \sqrt{194,69}$

= 13,95 meter

B-G: x = (3,75,10,25), y = (15,95,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6,5)^2 + (6,05)^2}$

$= \sqrt{42,25 + 36,6025}$

$= \sqrt{78,8525}$

= 8,87 meter

B-H: x = (3,75,26,2), y = (15,95,19)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-22,45)^2 + (-3,05)^2}$

$= \sqrt{504,0025 + 9,3025}$

$= \sqrt{513,305}$

= 22,65 meter

C-D: x = (10,25,5), y = (15,5,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-15,5)^2 + (5,25)^2}$

$= \sqrt{240,25 + 27,5625}$

$= \sqrt{267,8125}$

= 16,36 meter

C-E: x = (10,21,3), y = (15,5,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-11,3)^2 + (5,35)^2}$

$= \sqrt{127,69 + 28,6225}$

$= \sqrt{156,3125}$

= 12,50 meter

C-F: x = (10,16,25), y = (15,5,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6,25)^2 + (5,75)^2}$

$= \sqrt{39,0625 + 33,0625}$

$= \sqrt{72,125}$

= 8,49 meter

C-G: x = (10,10,25), y = (15,5,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-0,25)^2 + (5,6)^2}$

$= \sqrt{0,0625 + 31,36}$

$= \sqrt{31,4225}$

= 5,60 meter

C-H: x = (10,26,2), y = (15,5,19)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-16,2)^2 + (-3,5)^2}$

$= \sqrt{262,44 + 12,25}$

$= \sqrt{274,69}$

= 16,57 meter

D-E: x = (25,5,21,3), y = (10,25,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(4,2)^2 + (0,1)^2}$

$= \sqrt{17,64 + 0,01}$

$= \sqrt{17,65}$

= 4,20 meter

D-F: x = (25,5,10,25), y = (10,25,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(9,25)^2 + (0,5)^2}$

$= \sqrt{85,5625 + 0,25}$

$= \sqrt{85,8125}$

= 9,26 meter

Dipindai dengan CamScanner

D-G: x = (25,5,10,25), y = (10,25,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(15,25)^2 + (0,35)^2}$

$= \sqrt{232,5625 + 0,1225}$

$= \sqrt{232,685}$

= 15,25 meter

D-H: x = (25,5,26,2), y = (10,25,19)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-0,7)^2 + (-8,75)^2}$

$= \sqrt{0,49 + 76,5625}$

$= \sqrt{77,0525}$

= 8,77 meter

E-F: x = (21,3,16,25), y = (10,15,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(5,05)^2 + (-0,4)^2}$

$= \sqrt{25,5025 + 0,16}$

$= \sqrt{25,6625}$

= 5,06 meter

E-G: x = (21,3,10,25), y = (10,15,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(11,05)^2 + (0,25)^2}$

$= \sqrt{122,1025 + 0,0625}$

$= \sqrt{122,165}$

= 11,05 meter

E-H: x = (21,3,26,2), y = (10,15,19)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-4,9)^2 + (-8,85)^2}$

$= \sqrt{24,01 + 78,3225}$

$= \sqrt{102,3325}$

= 10,11 meter

F-G: x = (16,25,10,25), y = (9,75,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(6)^2 + (-0,15)^2}$

$= \sqrt{36 + 0,0225}$

$= \sqrt{36,0225}$

= 6,00 meter

F-H: x = (16,25,26,2), y = (9,75,19)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-9,95)^2 + (-9,25)^2}$

$= \sqrt{99,0025 + 85,5625}$

$= \sqrt{184,565}$

= 13,58 meter

G-H: x = (10,25,26,2), y = (9,9,19)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-15,95)^2 + (-9,1)^2}$

$= \sqrt{254,4025 + 82,8}$

$= \sqrt{337,2125}$

= 18,36 meter

Dipindai dengan CamScanner

2. Perhitungan Jarak Stasiun Kerja/Area Alternatif 1

A-B: x = (4,0, 3,75), y (6,9,15,95)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(0{,}25)^2 + (-9{,}05)^2}$

$= \sqrt{0{,}0625 + 81{,}9025}$

$= \sqrt{81{,}965}$

= 9,05 meter

A-C: x = (4,0, 9,5), y (6,9,15,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5{,}5)^2 + (8{,}85)^2}$

$= \sqrt{30{,}25 + 783{,}225}$

$= \sqrt{108{,}5725}$

= 10,41 meter

A-D: x = (4,0, 9,0), y (6,9,10,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5)^2 + (-3{,}35)^2}$

$= \sqrt{25 + 11{,}2225}$

$= \sqrt{36{,}2225}$

= 6,01 meter

A-E: x = (4,0, 13), y (6,9,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-9)^2 + (-3{,}25)^2}$

$= \sqrt{81 + 10{,}5625}$

$= \sqrt{91{,}5625}$

= 9,56 meter

A-F: x = (4,0, 17,75), y (6,9,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-13{,}75)^2 + (-2{,}85)^2}$

$= \sqrt{189{,}0625 + 8{,}1225}$

$= \sqrt{197{,}1475}$ = 14,04 meter

A-G: x = (4,0, 23,25), y (6,9,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-19{,}25)^2 + (-3)^2}$

$= \sqrt{370{,}5625 + 9}$

$= \sqrt{397{,}5625}$

= 19,48 meter

A-H: x = (4,0, 29,0), y = (6,9,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-25)^2 + (0{,}9)^2}$

$= \sqrt{625 + 0{,}81}$

$= \sqrt{625{,}81}$

= 25,01 meter

B-C: x = (3,75,9,5), y = (15,95,15,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5{,}75)^2 + (0{,}2)^2}$

$= \sqrt{33{,}0625 + 0{,}04}$

$= \sqrt{33{,}1025}$

= 5,75 meter

B-D: x = (3,75,9,0), y = (15,95,10,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5{,}25)^2 + (5{,}7)^2}$

$= \sqrt{27{,}5625 + 32{,}49}$

$= \sqrt{60{,}0525}$

= 7,74 meter

B-E: x = (3,75,13), y = (15,95,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-9{,}25)^2 + (5{,}8)^2}$

$= \sqrt{85{,}5625 + 33{,}64}$

$= \sqrt{119{,}2025}$ = 10,91 meter

Dipindai dengan CamScanner

B-F: x = (3,75,17,75), y = (15,95,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-14)^2 + (6,2)^2}$

$= \sqrt{196 + 38,44}$

$= \sqrt{234,44}$

= 15,31 meter

B-G: x = (3,75,23,25), y = (15,95,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-19,5)^2 + (6,05)^2}$

$= \sqrt{380,25 + 36,6025}$

$= \sqrt{416,8525}$

= 20,41 meter

B-H: x = (3,75,29,0), y = (15,95,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-25,25)^2 + (9,95)^2}$

$= \sqrt{637,5625 + 99,0025}$

$= \sqrt{736,565}$

= 27,13 meter

C-D: x = (9,5,9,0), y = (15,75,10,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(0,5)^2 + (5,5)^2}$

$= \sqrt{0,25 + 30,25}$

$= \sqrt{30,5}$

= 5,52 meter

C-E: x = (9,5,13), y = (15,75,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-3,5)^2 + (5,6)^2}$

$= \sqrt{12,25 + 31,36}$

$= \sqrt{43,61}$

= 6,60 meter

C-F: x = (9,5,17,75), y = (15,75,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-8,25)^2 + (6,0)^2}$

$= \sqrt{68,0625 + 36}$

$= \sqrt{104,0625}$

= 10,20 meter

C-G: x = (9,5,23,25), y = (15,75,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-13,75)^2 + (5,85)^2}$

$= \sqrt{189,0625 + 34,2225}$

$= \sqrt{223,285}$

= 14,94 meter

C-H: x = (9,5,29,0), y = (15,75,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-19,5)^2 + (-9,75)^2}$

$= \sqrt{380,25 + 95,0625}$

$= \sqrt{475,125}$

= 21,80 meter

D-E: x = (9,05,13), y = (10,25,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-4)^2 + (0,1)^2}$

$= \sqrt{16 + 0,01}$

$= \sqrt{16,01}$

= 4,00 meter

D-F: x = (9,0,17,75), y = (10,25,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-8,75)^2 + (0,5)^2}$

$= \sqrt{76,5625 + 0,25}$

$= \sqrt{76,8125}$

= 8,76 meter

Dipindai dengan CamScanner

D-G: x = (9,0,23,25), y = (10,25,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-14{,}25)^2 + (0{,}35)^2}$

$= \sqrt{203{,}0625 + 0{,}1255}$

$= \sqrt{203{,}185}$

= 14,25 meter

D-H: x = (9,0,29,0), y = (10,25,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-20)^2 + (4{,}25)^2}$

$= \sqrt{400 + 18{,}0625}$

$= \sqrt{418{,}0625}$

= 20,44 meter

E-F: x = (13,17,75), y = (10,15,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-4{,}75)^2 + (0{,}4)^2}$

$= \sqrt{22{,}5625 + 0{,}16}$

$= \sqrt{22{,}7225}$

= 4,76 meter

E-G: x = (13,29,0), y = (10,15,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-10{,}25)^2 + (0{,}25)^2}$

$= \sqrt{105{,}0625 + 0{,}0625}$

$= \sqrt{105{,}125}$

= 10,25 meter

E-H: x = (13,29,0), y = (10,15,6)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-16)^2 + (4{,}15)^2}$

$= \sqrt{256 + 17{,}225}$

$= \sqrt{273{,}2225}$

= 16,52 meter

F-G: x = (17,75,23,25), y = (9,75,9,9)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5{,}5)^2 + (-0{,}15)^2}$

$= \sqrt{30{,}25 + 0{,}0225}$

$= \sqrt{30{,}2725}$

= 5,50 meter

F-H: x = (17,75,29,0), y = (9,75,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-11{,}25)^2 + (3{,}75)^2}$

$= \sqrt{126{,}5625 + 14{,}0625}$

$= \sqrt{140{,}625}$

= 11,85 meter

G-H: x = (23,5,29,0), y = (9,9,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5{,}75)^2 + (3{,}9)^2}$

$= \sqrt{33{,}0625 + 15{,}21}$

$= \sqrt{48{,}2725}$

= 6,94 meter

Dipindai dengan CamScanner

3. Perhitungan Jarak Stasiun Kerja/Area Alternatif 2

A-B: x = (4,0, 3,75), y (6,9,15,95)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(0{,}25)^2 + (-9{,}05)^2}$

$= \sqrt{0{,}0625 + 81{,}9025}$

$= \sqrt{81{,}965}$

= 9,05 meter

A-C: x = (4,0, 10), y (6,9,9,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6)^2 + (-2{,}35)^2}$

$= \sqrt{36 + 5{,}5225}$

$= \sqrt{41{,}5225}$

= 6,44 meter

A-D: x = (4,0, 15,1), y (6,9,10,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-11{,}1)^2 + (-3{,}35)^2}$

$= \sqrt{123{,}21 + 11{,}2225}$

$= \sqrt{134{,}4325}$

= 11,59 meter

A-E: x = (4,0, 19,5), y (6,9,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(15{,}5)^2 + (-3{,}25)^2}$

$= \sqrt{240{,}25 + 10{,}5625}$

$= \sqrt{250{,}8125}$

= 15,83 meter

A-F: x = (4,0, 23,95), y (6,9,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-19{,}95)^2 + (-2{,}85)^2}$

$= \sqrt{398{,}0025 + 8{,}1225}$

$= \sqrt{406{,}125}$ = 20,15 meter

A-G: x = (4,0, 29,05), y (6,9,15,1)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-25{,}05)^2 + -8{,}2^2}$

$= \sqrt{627{,}5025 + 67{,}24}$

$= \sqrt{694{,}7425}$

= 26,35 meter

A-H: x = (4,0, 29,3), y = (6,9,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-25{,}3)^2 + (0{,}9)^2}$

$= \sqrt{640{,}09 + 0{,}81}$

$= \sqrt{640{,}9}$

= 25,31 meter

B-C: x = (3,75,10), y = (15,95,9,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6{,}25)^2 + (6{,}7)^2}$

$= \sqrt{39{,}0625 + 44{,}89}$

$= \sqrt{83{,}9525}$

= 9,16 meter

B-D: x = (3,75,15,1), y = (15,95,10,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-11{,}35)^2 + (5{,}7)^2}$

$= \sqrt{128{,}8225 + 32{,}49}$

$= \sqrt{161{,}3125}$

= 12,70 meter

B-E: x = (3,75,19,5), y = (15,95,10,15

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-15{,}75)^2 + (5{,}8)^2}$

$= \sqrt{248{,}0625 + 33{,}64}$

$= \sqrt{281{,}70255}$ = 16,78 meter

Dipindai dengan CamScanner

B-F: x = (3,75,23,95), y = (15,95,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-20,2)^2 + (6,2)^2}$

$= \sqrt{408,04 + 38,44}$

$= \sqrt{446,48}$

= 21,13 meter

B-G: x = (3,75,29,05), y = (15,95,15,1)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-25,3)^2 + (0,85)^2}$

$= \sqrt{640,09 + 0,7225}$

$= \sqrt{640,8125}$

= 25,31 meter

B-H: x = (3,75,29,3), y = (15,95,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-25,55)^2 + (9,95)^2}$

$= \sqrt{652,8025 + 99,0025}$

$= \sqrt{751,805}$

= 27,41 meter

C-D: x = (10,15,1), y = (9,25,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5,1)^2 + (-1)^2}$

$= \sqrt{26,01 + 1}$

$= \sqrt{27,01}$

= 5,19 meter

C-E: x = (10,19,5), y = (9,25,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-9,5)^2 + (-0,9)^2}$

$= \sqrt{90,25 + 0,81}$

$= \sqrt{91,06}$

= 9,54 meter

C-F: x = (10,23,95), y = (9,25,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-13,95)^2 + (-0,5)^2}$

$= \sqrt{194,6025 + 0,25}$

$= \sqrt{194,8525}$

= 13,95 meter

C-G: x = (10,29,05), y = (9,25,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-19,05)^2 + (-5,85)^2}$

$= \sqrt{362,9025 + 34,2225}$

$= \sqrt{397,125}$

= 19,92 meter

C-H: x = (10,29,3), y = (9,25,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-19,3)^2 + (3,25)^2}$

$= \sqrt{372,49 + 10,5625}$

$= \sqrt{383,0525}$

= 19,57 meter

D-E: x = (15,1,19,5), y = (10,25,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-4,4)^2 + (0,1)^2}$

$= \sqrt{19,36 + 0,01}$

$= \sqrt{19,37}$

= 4,40 meter

D-F: x = (15,1,23,95), y = (10,25,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-8,85)^2 + (0,5)^2}$

$= \sqrt{78,3225 + 0,25}$

$= \sqrt{78,5725}$

= 8,86 meter

Dipindai dengan CamScanner

D-G: x = (15,1,29,05), y = (10,25,15,1)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-13{,}95)^2 + (-4{,}85)^2}$

$= \sqrt{194{,}6025 + 23{,}5225}$

$= \sqrt{218{,}125}$

= 14,76 meter

D-H: x = (15,1,29,3), y = (10,25,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-14{,}2)^2 + (4{,}25)^2}$

$= \sqrt{201{,}64 + 18{,}0625}$

$= \sqrt{219{,}7025}$

= 14,82 meter

E-F: x = (19,5,23,95), y = (10,15,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-4{,}45)^2 + (0{,}4)^2}$

$= \sqrt{19{,}8025 + 0{,}16}$

$= \sqrt{19{,}9625}$

= 4,46 meter

E-G: x = (19,5,29,05), y = (10,15,15,1)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-9{,}55)^2 + (-4{,}95)^2}$

$= \sqrt{91{,}2025 + 24{,}5025}$

$= \sqrt{115{,}705}$

= 10,75 meter

E-H: x = (19,5,29,3), y = (10,15,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-9{,}8)^2 + (4{,}15)^2}$

$= \sqrt{96{,}04 + 17{,}225}$

$= \sqrt{113{,}2625}$

= 10,64 meter

F-G: x = (23,95,29,05), y = (9,75,15,1)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5{,}1)^2 + (-5{,}25)^2}$

$= \sqrt{26{,}01 + 28{,}6225}$

$= \sqrt{54{,}6325}$

=7,39 meter

F-H: x = (23,95,29,3), y = (9,75,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5{,}35)^2 + (3{,}75)^2}$

$= \sqrt{28{,}6225 + 14{,}0625}$

$= \sqrt{42{,}685}$

= 6,53 meter

G-H: x = (29,05,29,3), y = (15,1,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-0{,}25)^2 + (9{,}1)^2}$

$= \sqrt{0{,}0625 + 82{,}81}$

$= \sqrt{82{,}8725}$

= 9,10 meter

Dipindai dengan CamScanner

4. Perhitungan Jarak Stasiun Kerja/Area Alternatif 3

A-B: x = (4,0, 3,75), y (6,9,15,95)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(0{,}25)^2 + (-9{,}05)^2}$

$= \sqrt{0{,}0625 + 81{,}9025}$

$= \sqrt{81{,}965}$

= 9,05 meter

A-C: x = (4,0, 15,0), y (6,9,9,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6)^2 + (-2{,}35)^2}$

$= \sqrt{36 + 5{,}5225}$

$= \sqrt{41{,}5225}$

= 6,44 meter

A-D: x = (4,0, 15,0), y (6,9,10,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-11)^2 + (-3{,}35)^2}$

$= \sqrt{121 + 11{,}2225}$

$= \sqrt{132{,}2225}$

= 11,49 meter

A-E: x = (4,0, 19,0), y (6,9,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-15)^2 + (-3{,}25)^2}$

$= \sqrt{225 + 10{,}5625}$

$= \sqrt{235{,}5625}$

= 15,34 meter

A-F: x = (4,0, 19,75), y (6,9,15,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-15{,}75)^2 + (-8{,}35)^2}$

$= \sqrt{248{,}0625 + 69{,}7225}$

$= \sqrt{317{,}785}$ = 17,82 meter

A-G: x = (4,0, 25,25), y (6,9,15,1)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-21{,}5)^2 + (-8{,}2)^2}$

$= \sqrt{451{,}5625 + 67{,}29}$

$= \sqrt{518{,}8025}$

= 22,77 meter

A-H: x = (4,0, -21,5), y = (6,9,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-21{,}5)^2 + (0{,}9)^2}$

$= \sqrt{462{,}25 + (0{,}81)^2)}$

$= \sqrt{463{,}06}$

= 21,51 meter

B-C: x = (3,75,10), y = (15,95,9,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6{,}25)^2 + (6{,}7)^2}$

$= \sqrt{39{,}0625 + 44{,}89}$

$= \sqrt{83{,}9525}$

= 9,16 meter

B-D: x = (3,75,15,0), y = (15,95,10,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-11{,}25)^2 + (5{,}7)^2}$

$= \sqrt{126{,}5625 + 32{,}49}$

$= \sqrt{159{,}0525}$

= 16,31 meter

B-E: x = (3,75,19,75), y = (15,95,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-15{,}25)^2 + (5{,}8)^2}$

$= \sqrt{232{,}5625 + 33{,}64}$

$= \sqrt{266{,}2025}$ = 16,31 meter

Dipindai dengan CamScanner

B-F: x = (3,75,19,75), y = (15,9515,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-16)^2 + (0,7)^2}$

$= \sqrt{256 + 0,49}$

$= \sqrt{256,49}$

= 16,01 meter

B-G: x = (3,75,25,25), y = (15,95,15,1)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-21,5)^2 + (0,85)^2}$

$= \sqrt{462,25 + 0,7225}$

$= \sqrt{462,9725}$

= 21,51 meter

B-H: x = (3,75,25,5), y = (15,95,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-21,75)^2 + (9,95)^2}$

$= \sqrt{473,0625 + 99,0025}$

$= \sqrt{575,065}$

= 23,91 meter

C-D: x = (10,15,0), y = (9,25,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5)^2 + (-1)^2}$

$= \sqrt{25 + 1}$

$= \sqrt{26}$

= 5,09 meter

C-E: x = (10,19,0), y = (9,25,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-9)^2 + (-0,9)^2}$

$= \sqrt{81 + 0,81}$

$= \sqrt{81,81}$

= 9,04 meter

C-F: x = (10,19,75), y = (9,25,15,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-9,75)^2 + (-6)^2}$

$= \sqrt{95,0625 + 36}$

$= \sqrt{131,0625}$

= 11,44 meter

C-G: x = (10,25,25), y = (9,25,15,1)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-15,25)^2 + (-5,85)^2}$

$= \sqrt{232,5625 + 34,2225}$

$= \sqrt{266,785}$

= 16,33 meter

C-H: x = (10,25,5), y = (9,25,6)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-15,5)^2 + (3,25)^2}$

$= \sqrt{240,25 + 10,5625}$

$= \sqrt{250,8125}$

= 15,83 meter

D-E: x = (15,0,19,5), y = (10,25,10,15)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-4)^2 + (0,1)^2}$

$= \sqrt{16 + 0,01}$

$= \sqrt{16,01}$

= 4,00 meter

D-F: x = (15,0,23,95), y = (10,25,9,75)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-8,85)^2 + (0,5)^2}$

$= \sqrt{78,3225 + 0,25}$

$= \sqrt{78,5725}$

= 6,89 meter

Dipindai dengan CamScanner

D-G: x = (15,0,25,5), y = (10,25,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-10,25)^2 + (-4,85)^2}$

$= \sqrt{105,0625 + 23,5225}$

$= \sqrt{128,585}$

= 11,33 meter

D-H: x = (15,0,25,5), y = (10,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-10,5)^2 + (4,25)^2}$

$= \sqrt{110,25 + 18,0625}$

$= \sqrt{128,3125}$

= 11,32 meter

E-F: x = (19,0,19,75), y = (10,15,15,25)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-0,75)^2 + (-5,1)^2}$

$= \sqrt{0,5625 + 26,01}$

$= \sqrt{26,5725}$

= 5,15 meter

E-G: x = (19,0,25,25), y = (10,15,15,1)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6,25)^2 + (-4,95)^2}$

$= \sqrt{39,0625 + 24,5025}$

$= \sqrt{63,5645}$

= 7,97 meter

E-H: x = (19,0,25,5), y = (10,15,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-6,5)^2 + (4,15)^2}$

$= \sqrt{42,25 + 17,225}$

$= \sqrt{59,4725}$

= 7,71 meter

F-G: x = (19,75,25,25), y = (15,25,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5,5)^2 + (-0,15)^2}$

$= \sqrt{30,25 + 0,0225}$

$= \sqrt{30,2725}$

=5,50 meter

F-H: x = (19,75,25,5), y = (15,25,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-5,57)^2 + (9,25)^2}$

$= \sqrt{33,0625 + 85,5625}$

$= \sqrt{118,625}$

= 10,89 meter

G-H: x = (25,25,25,5), y = (15,1,6,0)

$c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$= \sqrt{(-0,25)^2 + (9,1)^2}$

$= \sqrt{0,0625 + 82,81}$

$= \sqrt{82,8725}$

= 9,10 meter

Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN C

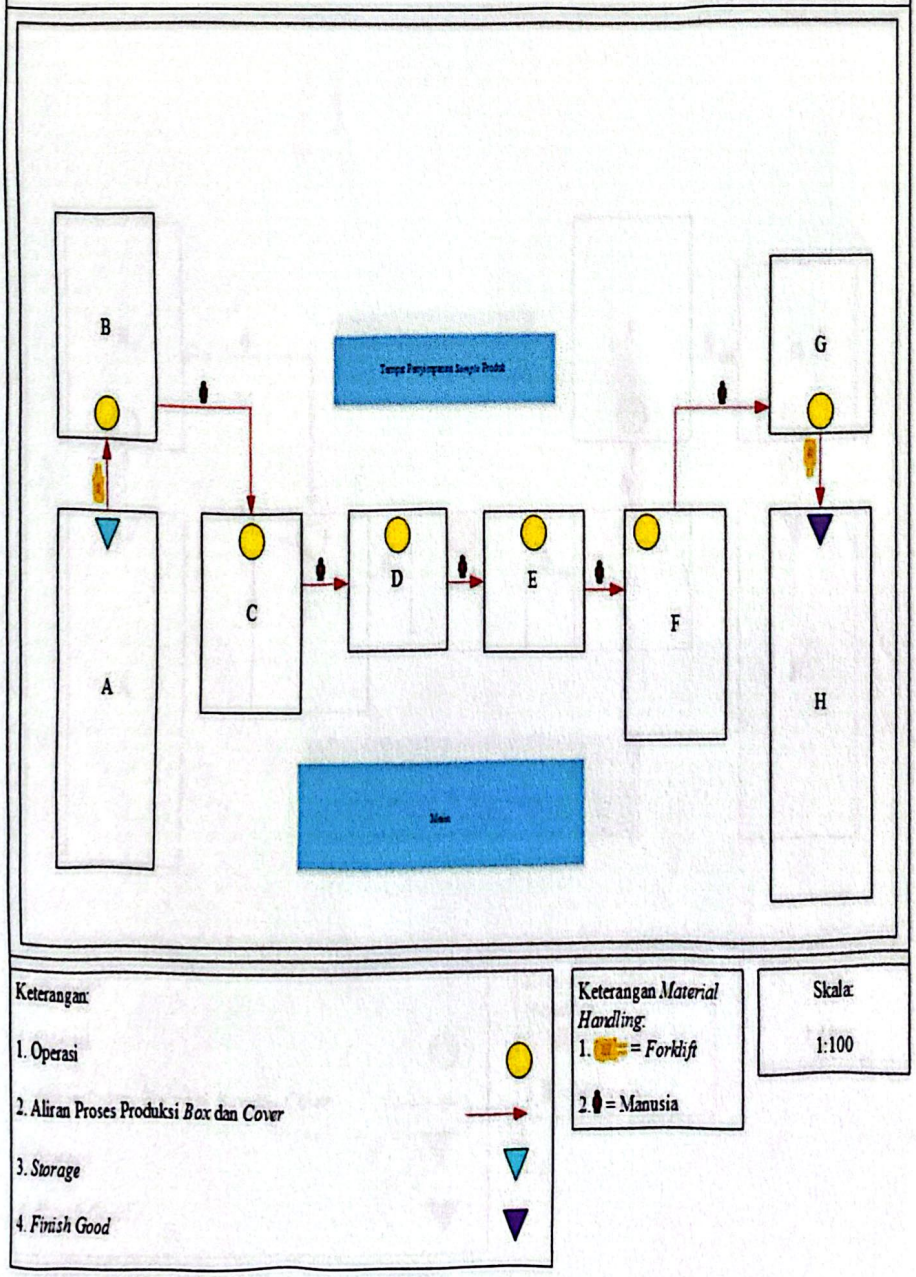
Flow Diagram Proses Produksi Alternatif 2 dan Alternatif 3

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca

Dipindai dengan CamScanner

Diagram Aliran Proses Produksi Alternatif 2 Tata Letak Fasilitas Produksi

Nama Peta	: Aliran Proses Produksi Alternatif 2	Dosen Pembimbing	: Ir. Suriadi A. Salam, M.Com.
Nama	: Fahrizal Diwantara	Tanggal	: 17 Juli 2019
NIM	: 1115099		



Keterangan:

1. Operasi
2. Aliran Proses Produksi *Box* dan *Cover*
3. *Storage*
4. *Finish Good*

Keterangan *Material Handling*:

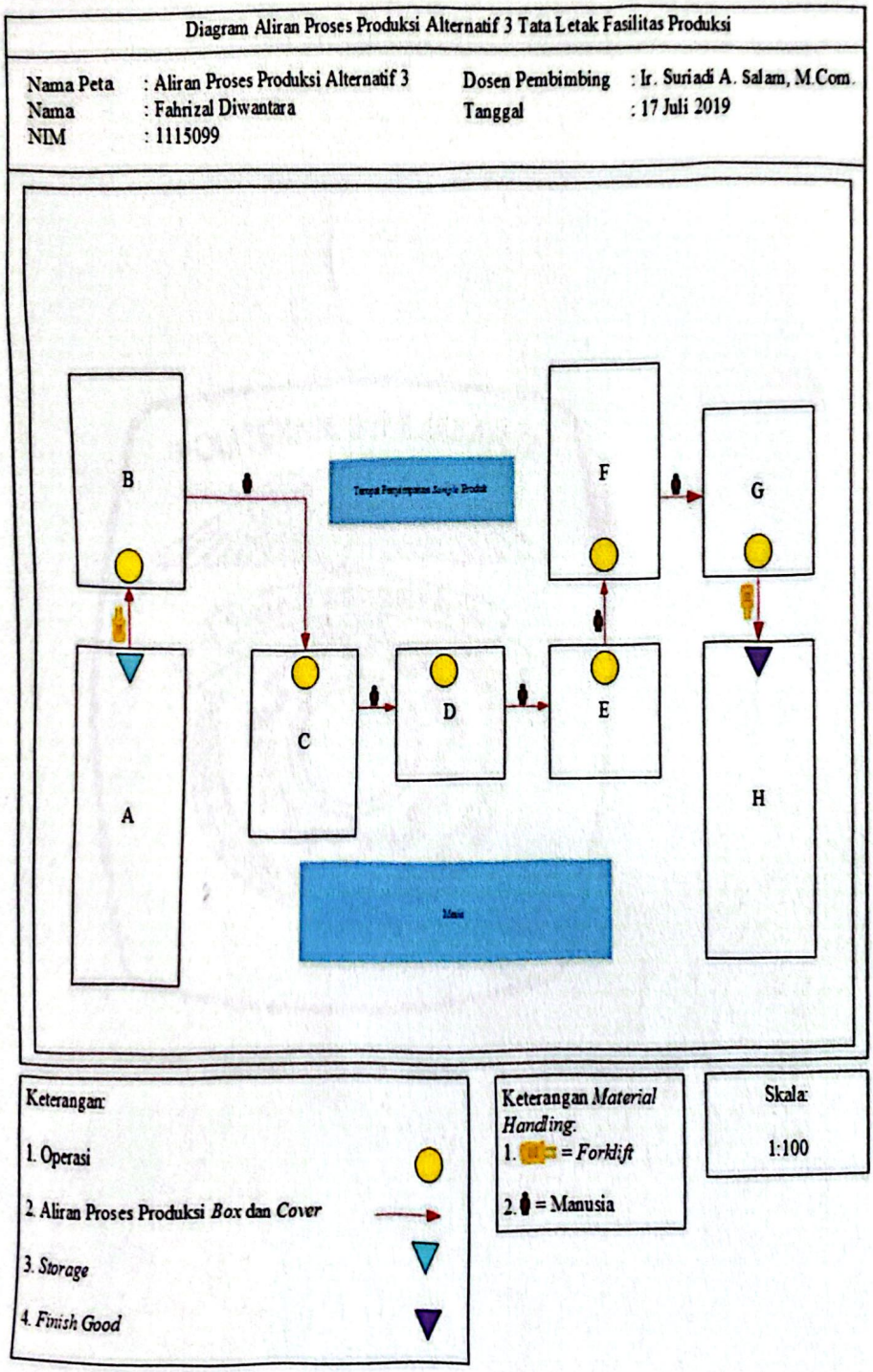
1. = *Forklift*
2. = Manusia

Skala:

1:100

Flow Diagram Proses Produksi Alternatif 2

Dipindai dengan CamScanner



Flow Diagram Proses Produksi Alternatif 3

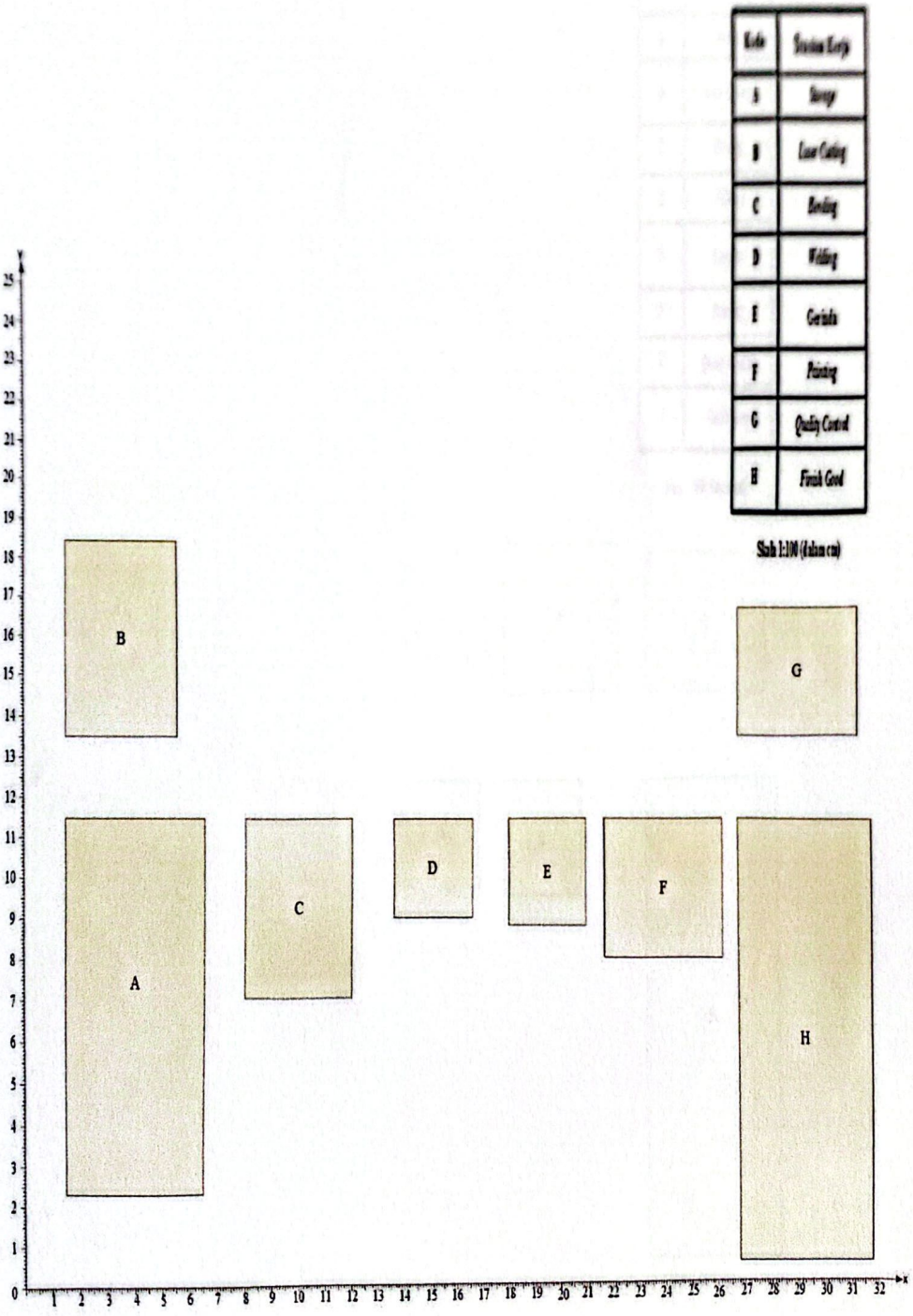
Dipindai dengan CamScanner

LAMPIRAN D

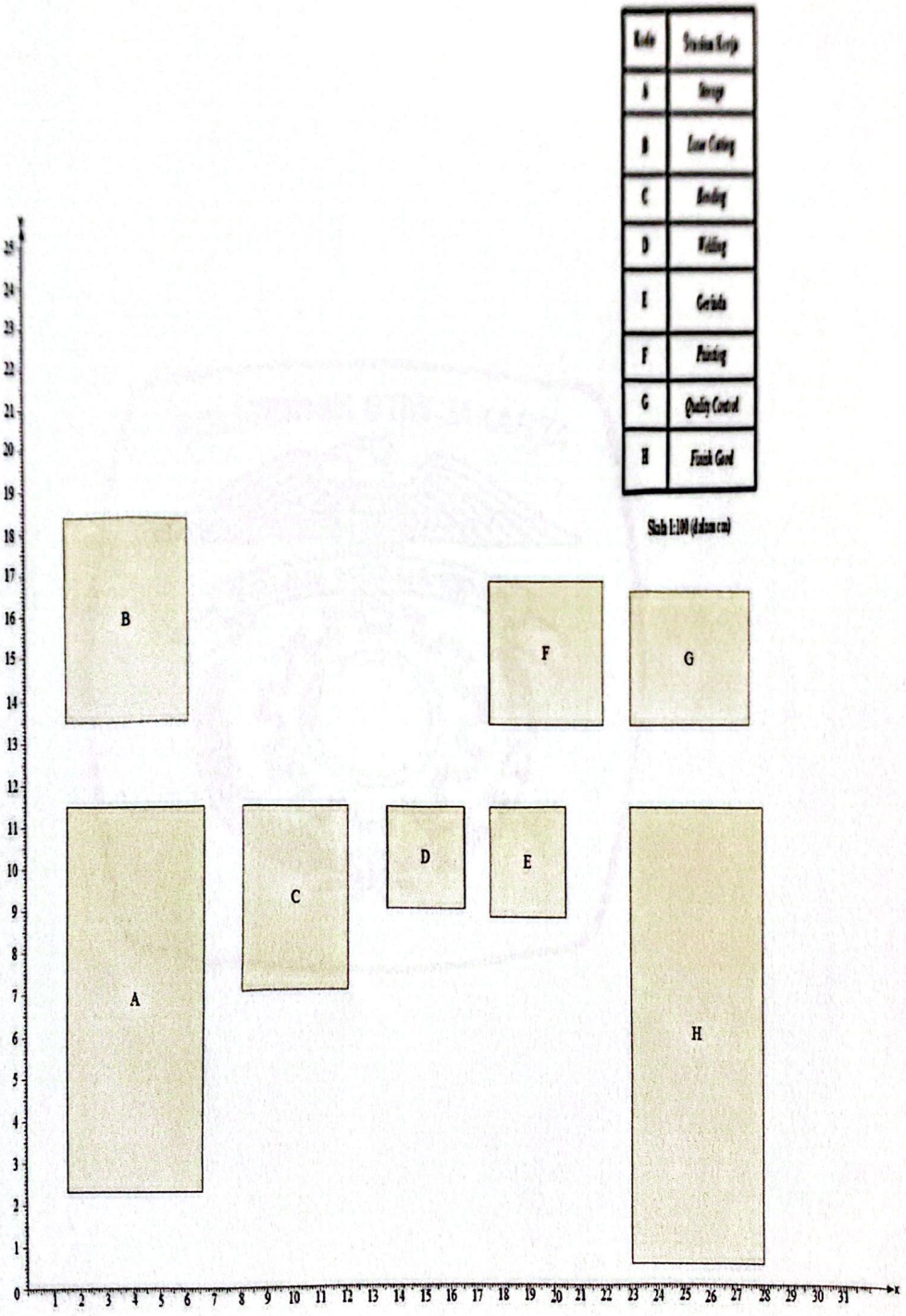
Block Layout Rancangan Alternatif 2 dan 3

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca : Ibadah, Mengambil : Dosa

Dipindai dengan CamScanner



Block Layout Rancangan Alternatif 2



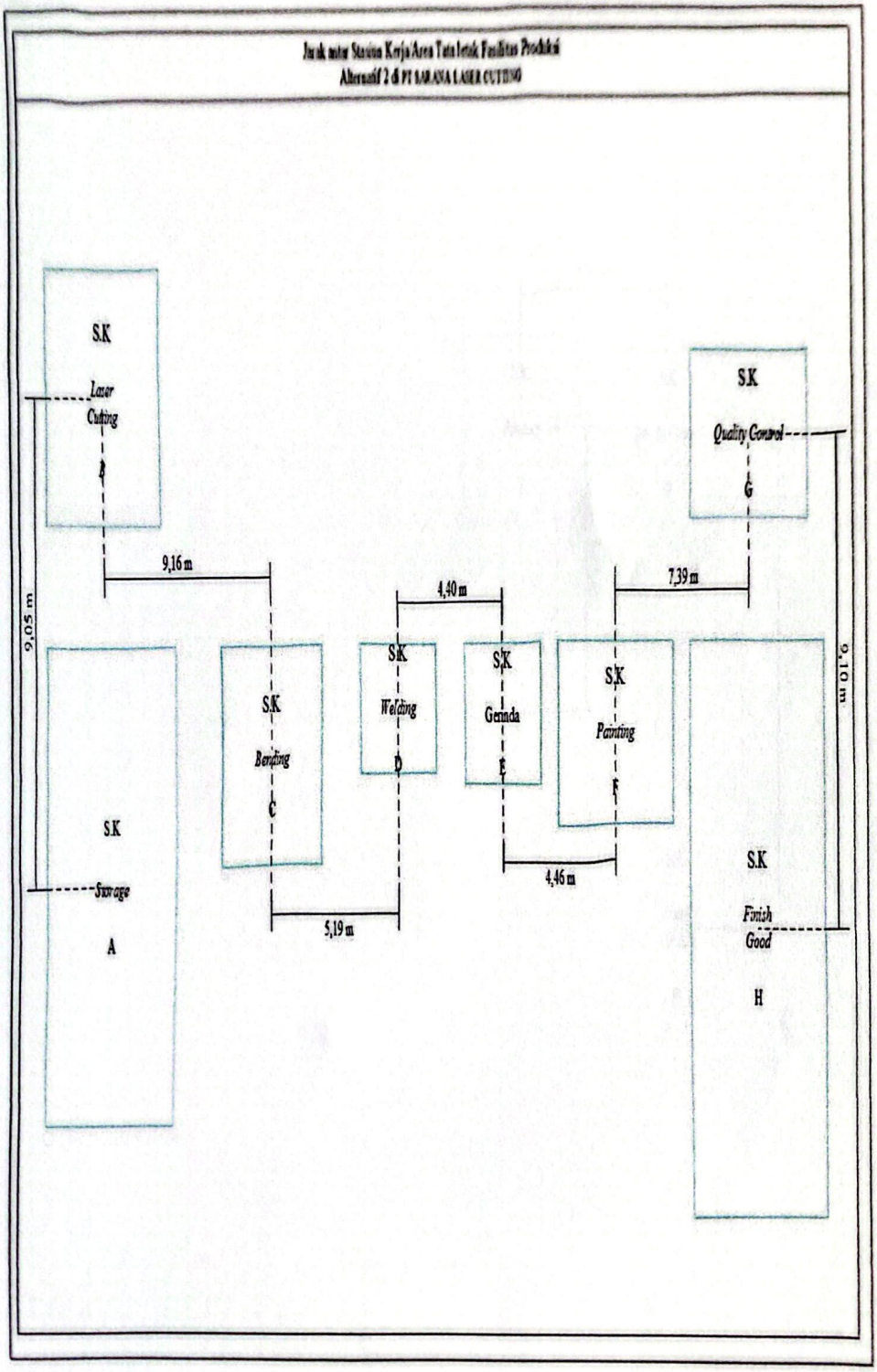
Block Layout Rancangan Alternatif 3

LAMPIRAN E

Jarak Tata Letak Fasilitas Produksi Rancangan Alternatif 2 dan Rancangan Alternatif 3

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membuka ... Pengambil Desa

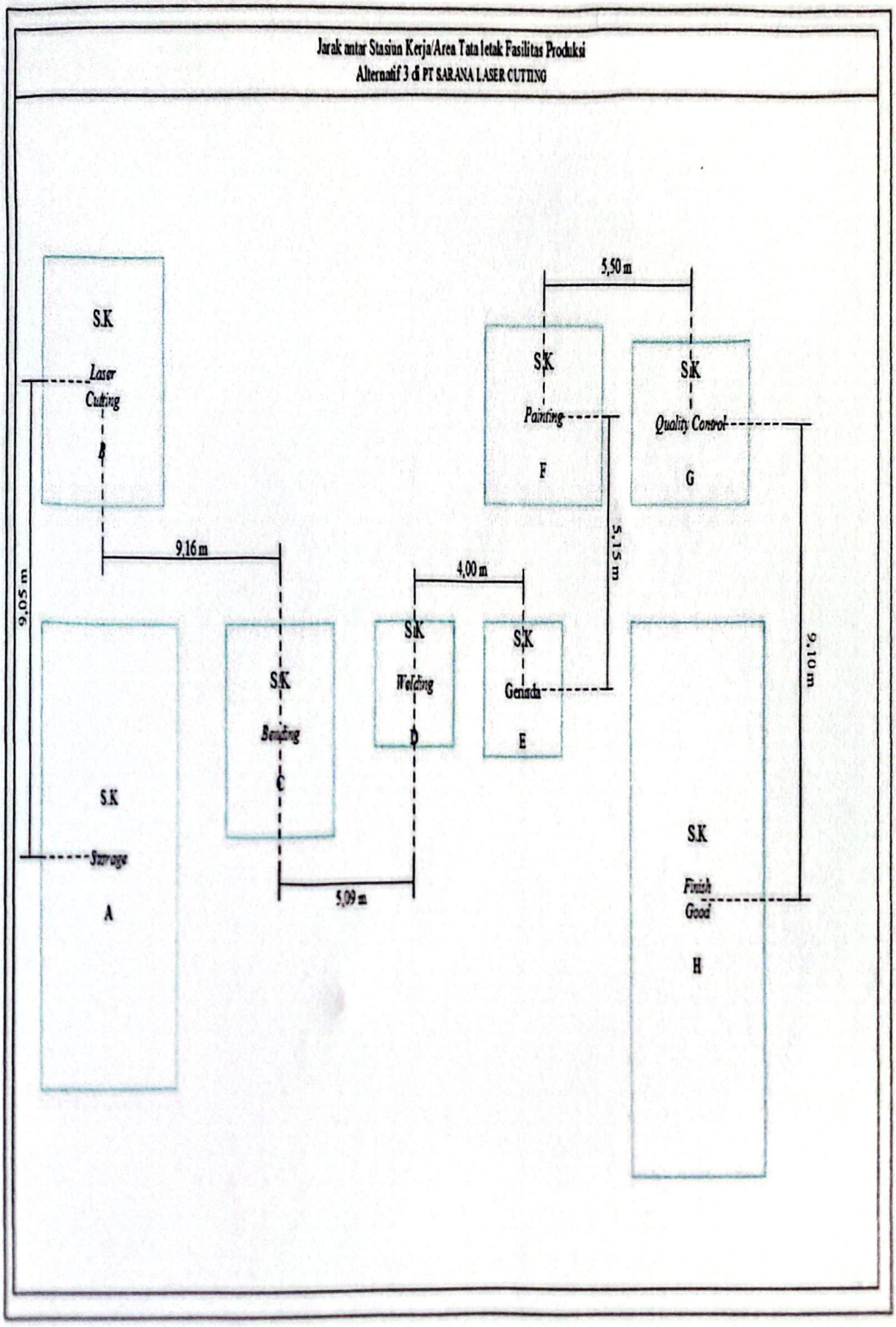
Dipindai dengan CamScanner



Jarak Alternatif 2

MILIK PERPUSTAKAAN STMI
Membaca Ibadah, Mengambil : Dosa

Dipindai dengan CamScanner



Jarak Alternatif 3

Dipindai dengan CamScanner