

**IMPLEMENTASI RANCANGAN *FIXTURE* UNTUK MENGURANGI  
*DEFECT INCONCENTRICITY* PADA PROSES *WELDING WEIGHT*  
*DYNAMIC DAMPER* DI PT GEMALA KEMPA DAYA**

**TUGAS AKHIR**

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

**OLEH :**

**NAMA : NUR DEWI INDRIYANTO INDRANINGSIH**

**NIM : 1114047**



**POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

**2018**

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

**TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING**

JUDUL TUGAS AKHIR:

**“IMPLEMENTASI RANCANGAN *FIXTURE* UNTUK MENGURANGI  
*DEFECT INCONCENTRICITY* PADA PROSES *WELDING WEIGHT*  
*DYNAMIC DAMPER* DI PT GEMALA KEMPA DAYA”**

DISUSUN OLEH:

NAMA : NUR DEWI INDRIYANTO INDRANINGSIH  
NIM : 1114047  
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada  
hari Selasa Tanggal 31 Agustus 2018

Jakarta, September 2018

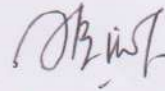
Dosen Penguji 1



(Ir. Suriadi A. Salam, M.Com)

NIP : 19581025 198503 1 006

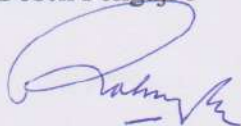
Dosen Penguji 2



(Emi Rusmiati, S.T., M.T.)

NIP : 19760926 200112 2 003

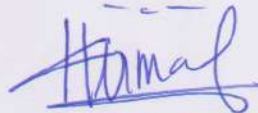
Dosen Penguji 3



(Ir. Moh. Rahmatullah, MBA)

NIP : 19550407 198403 1 004

Dosen Penguji 4



(Irma Agustiningsih Imdam, S.ST, M.T.)

NIP : 19720801 200312 2 002

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.**

**LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING**

**JUDUL LAPORAN TUGAS AKHIR:**

**"IMPLEMENTASI RANCANGAN *FIXTURE* UNTUK MENGURANGI  
*DEFECT INCONCENTRICITY* PADA PROSES *WELDING WEIGHT*  
*DYNAMIC DAMPER* DI PT GEMALA KEMPA DAYA"**

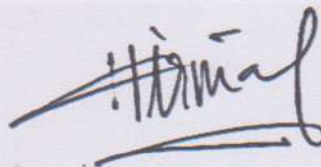
**DISUSUN OLEH:**

NAMA : NUR DEWI INDRIYANTO INDRANINGSIH  
NIM : 1114047  
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah Diperiksa Dan Disetujui Untuk Diajukan Dan  
Dipertahankan Dalam Ujian Tugas Akhir  
Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Agustus 2018

Dosen Pembimbing



Irma Agustiningsih Imdam, S.ST, M.T

NIP. 19720801.200312.2.002

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Dewi Indriyanto Indraningsih

NIM : 1114047

Berstatus sebagai mahasiswa jurusan Program Studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul **"IMPLEMENTASI RANCANGAN *FIXTURE* UNTUK MENGURANGI *DEFECT INCONCENTRICTY* PADA PROSES *WELDING WEIGHT DYNAMIC DAMPER* DI PT GEMALA KEMPA DAYA"**

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, melalui tanya jawab maupun asistensi dengan dosen pembimbing, serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah diduplikasi atau pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan gelar Sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan sebagai bahan referensi pendukung yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- 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 2018

Yang  aan

Nur Dewi Indriyanto Indraningsih



## LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : NUR DEWI INDRIYANTO INDRANINGSIH  
 NIM : 1114047  
 Judul TA : IMPLEMENTASI RANCANGAN FIXTURE UNTUK MENGURANGI DEFECT  
 INCONCENTRICITY PADA PROSES WELDING WEIGHT DYNAMIC DAMPER  
 DI PT GEMALA KEMPA DAYA  
 Pembimbing : IRMA AGUSTININGSIH IMDAM, S.ST, MT  
 Asisten Pembimbing :

| Tanggal    | BAB      | Keterangan                         | Paraf |
|------------|----------|------------------------------------|-------|
| 16/07 2018 | I        | Perbaiki                           |       |
| 17/07 2018 | I        | Perbaiki                           |       |
| 19/07 2018 | I & II   | Bab I disetujui, bab II perbaiki   |       |
| 20/07 2018 | II       | Perbaiki                           |       |
| 26/07 2018 | II & III | Perbaiki                           |       |
| 27/07 2018 | II & III | Bab II disetujui, bab III perbaiki |       |
| 30/07 2018 | III      | Perbaiki                           |       |
| 01/08 2018 | III      | Perbaiki                           |       |
| 02/08 2018 | III & IV | Bab III disetujui, bab IV perbaiki |       |
| 06/08 2018 | IV       | Perbaiki                           |       |
| 08/08 2018 | IV & V   | Perbaiki                           |       |
| 13/08 2018 | IV & V   | Bab IV disetujui, bab V perbaiki   |       |
| 15/08 2018 | V & VI   | Perbaiki                           |       |
| 16/08 2018 | V & VI   | Disetujui                          |       |
| 16/08 2018 | I - VI   | Disetujui                          |       |

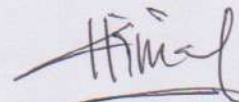
Mengetahui,  
Ka Prodi

Teknik Industri Otomotif

MUHAMMAD AGUS, ST, MT

NIP : 19700829.200212.1.001

Pembimbing



IRMA AGUSTININGSIH IMDAM, S.ST, MT

NIP : 19720801.200312.2.002



## ABSTRAK

PT GKD merupakan perusahaan di bidang manufaktur yang memproduksi *frame chassis* dan *pressed part*. PT GKD dalam melakukan proses produksinya telah berupaya untuk menghasilkan produk yang terbaik bagi para *customernya* baik dari segi kualitas, harga maupun waktu pengirimannya. Namun pada saat ini, PT GKD mengalami kendala di beberapa lini produksinya, salah satunya lini *Weight Dynamic Damper*. Berdasarkan pengamatan dan *choree (briefing)* di pagi hari, lini *Weight Dynamic Damper* memiliki jumlah *reject ratio* terbesar diantara lini *pressed part* lainnya. *Reject ratio* lini *Weight Dynamic Damper* pada bulan Januari–Februari 2018 mencapai angka 0,106 yang standarnya hanya 0,050. Penyumbang angka terbesar pada angka *reject ratio* tersebut adalah jenis *defect* dimensi pada *item inconcentricity* sebesar 41,39% dari total *defect* dimensi. Adapun *concentricity* yang diijinkan berdasarkan *checksheet area predelivery check pressed part* adalah sama dengan 0,5mm. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan perancangan suatu alat bantu produksi berupa *fixture* dengan tahapan umum perancangan *NIDA (Need, Ideas, Decision, dan Act)*. *Fixture* tersebut terdiri dari *fixture locator*, *fixture handling*, dan *fixture centering pin*. Perancangan *fixture* tersebut, diharapkan dapat menurunkan *defect inconcentricity*. *Fixture* tersebut dapat ditempatkan di *plate 3* dan *plate 1-2* agar *center* sebelum dilakukan proses *clamping* pada *welding* di *jig OP-20*. Perbaikan tersebut menghasilkan *defect inconcentricity Weight Dynamic Damper* sebesar 30,56%. Berdasarkan hal tersebut, terjadi penurunan *defect inconcentricity* sebesar 10,83%.

**Kata Kunci:** *Concentricity, Defect Inconcentricity, Proses Welding, Rancangan Fixture.*

## DAFTAR ISI

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| KATA PENGANTAR .....                                         | i   |
| DAFTAR ISI.....                                              | iii |
| DAFTAR TABEL .....                                           | vii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                          | ix  |
| BAB I PENDAHULUAN                                            |     |
| 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                                        |     |
| 2.1 Pengertian Perancangan .....                             | 7   |
| 2.2 <i>Jig</i> dan <i>Fixture</i> .....                      | 8   |
| 2.2.1 Jenis-jenis <i>Jig</i> dan <i>Fixture</i> .....        | 9   |
| 2.2.2 Prinsip PENCEKAMAN ( <i>Workholding</i> ) .....        | 14  |
| 2.3 Gaya Gesek .....                                         | 16  |
| 2.4 Hukum Newton.....                                        | 18  |
| 2.4.1 Gaya, Massa, dan Hukum Kedua Newton.....               | 18  |
| 2.4.2 Hukum Ketiga Newton.....                               | 19  |
| 2.5 <i>Concentricity</i> (Konsentrisitas/Kesatusumbuan)..... | 20  |
| 2.6 Anthropometri.....                                       | 21  |
| 2.6.1 Pengertian Anthropometri .....                         | 21  |
| 2.6.2 Anthropometri Tangan .....                             | 24  |
| 2.6.3 Konsep Persentil .....                                 | 25  |
| 2.7 <i>Safety Factor</i> (Faktor Keamanan).....              | 26  |
| 2.8 Diagram Pareto .....                                     | 27  |
| 2.9 Diagram Ishikawa .....                                   | 29  |
| 2.10 Diagram 5W+1H.....                                      | 32  |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 2.11 Peta Kendali ( <i>Control Chart</i> ).....                 | 34 |
| 2.11.1 Peta Kendali $\bar{X}$ .....                             | 35 |
| 2.11.2 Peta Kendali R .....                                     | 36 |
| 2.12 Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Cp dan Cpk.....      | 37 |
| 2.12.1 Indeks Kapabilitas Proses Cp .....                       | 37 |
| 2.12.2 Indeks Kapabilitas Proses Cpk .....                      | 38 |
| 2.13 Pergeseran Sigma.....                                      | 38 |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                            |    |
| 3.1 Jenis dan Sumber Data.....                                  | 40 |
| 3.1.1 Jenis-jenis Data.....                                     | 40 |
| 3.1.2 Sumber Data .....                                         | 41 |
| 3.2 Metode Pengumpulan Data.....                                | 41 |
| 3.3 Teknik Analisis .....                                       | 42 |
| 3.3.1 Studi Lapangan .....                                      | 42 |
| 3.3.2 Studi Pustaka .....                                       | 43 |
| 3.3.3 Perumusan Masalah .....                                   | 43 |
| 3.3.4 Tujuan Penelitian .....                                   | 43 |
| 3.3.5 Pengumpulan Data.....                                     | 43 |
| 3.3.6 Pengolahan Data .....                                     | 43 |
| 3.3.7 Analisis dan Pembahasan .....                             | 45 |
| 3.3.8 Perancangan <i>Fixture</i> .....                          | 45 |
| 3.3.9 Hasil Implementasi .....                                  | 46 |
| 3.3.10 Kesimpulan dan Saran .....                               | 47 |
| <b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>                   |    |
| 4.1 Pengumpulan Data .....                                      | 50 |
| 4.1.1 Sejarah dan Perkembangan Perusahaan .....                 | 50 |
| 4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan .....                      | 51 |
| 4.1.3 Sistem Ketenagakerjaan.....                               | 54 |
| 4.1.4 Produk Perusahaan.....                                    | 56 |
| 4.1.5 Data Jumlah Produksi dan <i>Defect Pressed Part</i> ..... | 57 |
| 4.1.6 Material Produk <i>Weight Dynamic Damper</i> .....        | 58 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1.7 Proses Produksi <i>Weight Dynamic Damper</i> .....                        | 61  |
| 4.1.8 Mesin <i>Welding Robot</i> OTC .....                                      | 66  |
| 4.1.9 Dimensi <i>Jig</i> OP-20 WR G .....                                       | 67  |
| 4.1.10 Jumlah Produksi <i>Weight Dynamic Damper</i> .....                       | 68  |
| 4.1.11 Jumlah <i>Defect Weight Dynamic Damper</i> .....                         | 68  |
| 4.1.12 Jumlah <i>Defect</i> Dimensi <i>Weight Dynamic Damper</i> .....          | 69  |
| 4.1.13 Pengukuran <i>Concentricity Plate</i> 1-3 .....                          | 70  |
| 4.1.14 <i>Anthropometri</i> Telapak Tangan .....                                | 70  |
| 4.2 Pengolahan Data .....                                                       | 71  |
| 4.2.1 Pembuatan Diagram Pareto Lini <i>Pressed Part</i> .....                   | 71  |
| 4.2.2 Pembuatan Diagram Pareto Jenis <i>Defect</i> Dimensi.....                 | 75  |
| 4.2.3 Perhitungan Gaya Cekam <i>Clamping Jig</i> OP-20 .....                    | 77  |
| 4.2.4 Perhitungan Berat <i>Weight Dynamic Damper</i> .....                      | 78  |
| 4.2.5 Perhitungan Komponen <i>Fixture</i> .....                                 | 78  |
| 4.2.6 Pembuatan Peta Kendali $\bar{X}$ dan R Pengukuran <i>Concentricity</i> .. | 81  |
| 4.2.7 Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Cp dan Cpk.....                     | 90  |
| 4.2.8 Pergeseran Nilai $\bar{X}$ Sebesar 2,0 Sigma .....                        | 92  |
| BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN                                                   |     |
| 5.1 Analisis .....                                                              | 95  |
| 5.1.1 Analisis Diagram Pareto.....                                              | 95  |
| 5.1.2 Analisis Peta Kendali $\bar{X}$ dan R Sebelum Perbaikan.....              | 96  |
| 5.1.3 Analisis Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Cp dan Cpk....             | 98  |
| 5.1.4 Analisis Pergeseran Sigma Sebesar 2,0 Sigma.....                          | 98  |
| 5.1.5 Analisis Gaya Cekam <i>Clamp Jig</i> OP-20 ( <i>Need</i> ).....           | 99  |
| 5.1.6 Analisis Sebab Akibat dengan Diagram Ishikawa .....                       | 101 |
| 5.1.6 Rencana Perbaikan .....                                                   | 105 |
| 5.2 Perancangan <i>Fixture</i> .....                                            | 110 |
| 5.2.1 Penentuan Desain Konsep <i>Fixture</i> ( <i>Ideas</i> ).....              | 110 |
| 5.2.2 Perancangan Dimensi <i>Fixture</i> .....                                  | 115 |
| 5.2.3 Pemilihan <i>Material</i> Pada Komponen <i>Fixture</i> .....              | 118 |
| 5.2.4 Prinsip Kerja <i>Fixture</i> .....                                        | 119 |

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.5 Rancangan Akhir <i>Fixture</i> .....                                                        | 120 |
| 5.2.6 Analisis Tingkat Keamanan <i>Fixture</i> .....                                              | 120 |
| 5.3 Implementasi ( <i>Action</i> ) .....                                                          | 122 |
| 5.4 Hasil Implementasi .....                                                                      | 123 |
| 5.4.1 Membuat Diagram Pareto Setelah Menggunakan <i>Fixture</i> .....                             | 124 |
| 5.4.2 Membuat Peta Kendali $\bar{X}$ dan R Setelah Menggunakan <i>Fixture</i> .....               | 126 |
| 5.4.3 Menghitung Indeks Kapabilitas Proses Cp dan Cpk Setelah<br>Menggunakan <i>Fixture</i> ..... | 131 |
| BAB VI PENUTUP                                                                                    |     |
| 6.1 Kesimpulan .....                                                                              | 135 |
| 6.2 Saran .....                                                                                   | 135 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                                                    |     |
| LAMPIRAN                                                                                          |     |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Nilai Pendekatan $\mu_k$ dan $\mu_s$ .....                                                                                             | 17 |
| Tabel 2.2 Perhitungan Nilai Persentil .....                                                                                                      | 25 |
| Tabel 2.3 Data Absensi Karyawan di Perusahaan Mohon Order.....                                                                                   | 28 |
| Tabel 2.4 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Rencana Perbaikan .....                                                                                  | 33 |
| Tabel 2.5 Hubungan antara Cp dan Kapabilitas Proses .....                                                                                        | 37 |
| Tabel 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah .....                                                                                                       | 49 |
| Tabel 4.1 Profil Perusahaan PT GKD .....                                                                                                         | 51 |
| Tabel 4.2 Pembagian Waktu Kerja Hari Senin-Kamis .....                                                                                           | 55 |
| Tabel 4.3 Pembagian Waktu Kerja Hari Jum'at .....                                                                                                | 55 |
| Tabel 4.4 Data Jumlah Produksi dan <i>Defect Pressed Part</i> .....                                                                              | 57 |
| Tabel 4.5 Jenis <i>Material</i> , Massa, dan Kekuatan Tarik Tiap <i>Plate</i> .....                                                              | 61 |
| Tabel 4.6 Ukuran <i>Hole Diameter</i> dan Luar Tiap <i>Plate</i> .....                                                                           | 61 |
| Tabel 4.7 Spesifikasi Mesin WR lini G .....                                                                                                      | 67 |
| Tabel 4.8 Data Jumlah Produksi dan Jumlah <i>Defect Weight Dynamic Damper</i><br>pada bulan Januari–Februari 2018 .....                          | 68 |
| Tabel 4.9 Data Jumlah <i>Defect</i> Berdasarkan Jenis <i>Defect</i> pada <i>Weight</i><br><i>Dynamic Damper</i> .....                            | 69 |
| Tabel 4.10 Jenis <i>Defect</i> Dimensi Produk bulan Januari–Februari 2018.....                                                                   | 69 |
| Tabel 4.11 Pengukuran <i>Concentricity Plate</i> 1-3 .....                                                                                       | 70 |
| Tabel 4.12 Anthropometri Telapak Tangan Orang Indonesia yang Didapat dari<br>Interpolasi.....                                                    | 70 |
| Tabel 4.13 <i>Reject Ratio</i> Produksi <i>Pressed Part</i> selama Bulan Januari–<br>Februari 2018 .....                                         | 71 |
| Tabel 4.14 Urutan <i>Reject Ratio</i> Produksi <i>Pressed Part</i> selama Bulan Januari–<br>Februari 2018 dari Terbesar ke Terkecil .....        | 72 |
| Tabel 4.15 Urutan <i>Reject Ratio</i> Produksi <i>Pressed Part</i> selama Bulan<br>Januari–Februari 2018 dari Terbesar ke Terkecil .....         | 74 |
| Tabel 4.16 Perhitungan Persentase untuk Pembuatan Diagram Pareto <i>Weight</i><br><i>Dynamic Damper</i> selama Bulan Januari–Februari 2018 ..... | 76 |

|            |                                                                                                                                      |     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4.17 | Perhitungan $\bar{X}$ dan R Pengukuran <i>Concentricity Plate 1-3 Weight Dynamic Damper</i> Bulan Januari–Februari 2018 .....        | 82  |
| Tabel 4.18 | Perhitungan $\bar{X}$ dan R Revisi Pengukuran <i>Concentricity Plate 1-3 Weight Dynamic Damper</i> Bulan Januari–Februari 2018 ..... | 86  |
| Tabel 5.1  | Analisis 5W+1H untuk Rencana Perbaikan <i>Defect Inconcentricity Weight Dynamic Damper</i> .....                                     | 106 |
| Tabel 5.2  | Keunggulan dan Kelemahan Konsep <i>Fixture</i> Pertama .....                                                                         | 111 |
| Tabel 5.3  | Keunggulan dan Kelemahan Konsep <i>Fixture</i> Kedua.....                                                                            | 113 |
| Tabel 5.4  | Perbandingan antara Konsep <i>Fixture</i> Pertama dan Kedua.....                                                                     | 114 |
| Tabel 5.5  | Jenis <i>Defect</i> Dimensi Produk Bulan April–Mei 2018 .....                                                                        | 124 |
| Tabel 5.6  | Persentase untuk Pembuatan Diagram Pareto Produksi <i>Weight Dynamic Damper</i> Selama Bulan April–Mei 2018 .....                    | 125 |
| Tabel 5.7  | Perbandingan Persentase <i>Defect Inconcentricity</i> Sebelum dan Setelah Perbaikan .....                                            | 126 |
| Tabel 5.8  | Pengukuran <i>Concentricity Plate 1-3</i> Bulan April–Mei 2018 .....                                                                 | 126 |
| Tabel 5.9  | Nilai $\bar{X}$ dan R Pengukuran <i>Concentricity Plate 1-3 Weight Dynamic Damper</i> bulan April–Mei 2018.....                      | 127 |
| Tabel 5.10 | Perbandingan Nilai Indeks Kapabilitas Proses Cp Sebelum dan Sesudah Perbaikan .....                                                  | 132 |
| Tabel 5.11 | Perbandingan Nilai Indeks Kapabilitas Proses Cpk Sebelum dan Sesudah Perbaikan .....                                                 | 134 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 <i>Jig Gurdi</i> .....                                                              | 10 |
| Gambar 2.2 <i>Jig Template</i> .....                                                           | 11 |
| Gambar 2.3 <i>Jig Plate</i> .....                                                              | 11 |
| Gambar 2.4 <i>Jig Sandwich</i> .....                                                           | 12 |
| Gambar 2.5 <i>Jig Angle Plate</i> .....                                                        | 12 |
| Gambar 2.6 <i>Jig Angle Plate</i> yang Dimodifikasi .....                                      | 12 |
| Gambar 2.7 <i>Jig Tumble</i> .....                                                             | 13 |
| Gambar 2.8 <i>Jig Index</i> .....                                                              | 13 |
| Gambar 2.9 <i>Jig Multistation</i> .....                                                       | 14 |
| Gambar 2.10 <i>Clamping</i> pada <i>Part</i> .....                                             | 15 |
| Gambar 2.11 Gaya Pencekaman <i>Jig</i> dan <i>Fixture</i> .....                                | 16 |
| Gambar 2.12 Gaya Aksi Reaksi .....                                                             | 20 |
| Gambar 2.13 Simbol <i>GD&amp;T</i> untuk <i>Concentricity</i> .....                            | 20 |
| Gambar 2.14 Visualisasi <i>Concentricity</i> .....                                             | 21 |
| Gambar 2.15 <i>Anthropometri Tangan</i> .....                                                  | 24 |
| Gambar 2.16 Kurva Distribusi Normal.....                                                       | 25 |
| Gambar 2.17 Diagram Pareto Jumlah Karyawan PT Mohon Order yang<br>Absen untuk Tahun 1984 ..... | 29 |
| Gambar 2.18 Diagram Sebab Akibat .....                                                         | 30 |
| Gambar 2.19 Konsep Six Sigma Motorola dengan Distribusi Normal<br>bergeser 1,5 Sigma .....     | 39 |
| Gambar 2.20 Konsep Six Sigma dengan Distribusi Normal Terpusat.....                            | 39 |
| Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....                                                     | 49 |
| Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....                                                | 52 |
| Gambar 4.2 <i>Frame Chassis</i> .....                                                          | 56 |
| Gambar 4.3 Produk <i>Pressed Part</i> .....                                                    | 57 |
| Gambar 4.4 Produk <i>Weight Dynamic Damper</i> .....                                           | 58 |
| Gambar 4.5 <i>Plate 1 Weight Dynamic Damper</i> .....                                          | 59 |
| Gambar 4.6 <i>Plate 2 Weight Dynamic Damper</i> .....                                          | 60 |

|                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4.7 <i>Plate 3 Weight Dynamic Damper</i> .....                                                                                   | 60  |
| Gambar 4.8 Proses Produksi <i>Weight Dynamic Damper</i> .....                                                                           | 62  |
| Gambar 4.9 Tahap <i>Blanking</i> .....                                                                                                  | 63  |
| Gambar 4.10 Tahap <i>Piercing</i> .....                                                                                                 | 64  |
| Gambar 4.11 Tahap <i>Restrike</i> .....                                                                                                 | 64  |
| Gambar 4.12 Tahap <i>Welding</i> .....                                                                                                  | 64  |
| Gambar 4.13 <i>Weight Dynamic Damper</i> Setelah Di- <i>Plating</i> .....                                                               | 66  |
| Gambar 4.14 Mesin WR lini G .....                                                                                                       | 66  |
| Gambar 4.15 Dimensi Panjang dan Lebar <i>Jig OP-20</i> .....                                                                            | 67  |
| Gambar 4.16 Dimensi <i>Tools Jig OP-20</i> .....                                                                                        | 68  |
| Gambar 4.17 Diagram Pareto <i>Reject Ratio</i> Produksi <i>Pressed Part</i> Selama<br>Bulan Januari–Februari 2018 .....                 | 75  |
| Gambar 4.18 Diagram Pareto Jenis <i>Defect</i> Dimensi Produksi <i>Weight<br/>Dynamic Damper</i> pada Bulan Januari–Februari 2018 ..... | 76  |
| Gambar 4.19 Peta Kendali $\bar{X}$ <i>Concentricity Weight Dynamic Damper</i> pada<br>Bulan Januari–Februari 2018 .....                 | 83  |
| Gambar 4.20 Peta Kendali R <i>Concentricity Weight Dynamic Damper</i> pada<br>Bulan Januari–Februari 2018 .....                         | 85  |
| Gambar 4.21 Peta Kendali $\bar{X}$ Revisi <i>Concentricity Weight Dynamic Damper</i><br>pada Bulan Januari–Februari 2018 .....          | 88  |
| Gambar 4.22 Peta Kendali R Revisi <i>Concentricity Weight Dynamic Damper</i><br>pada Bulan Januari–Februari 2018 .....                  | 90  |
| Gambar 5.1 Gaya Cekam yang Bekerja pada <i>Clamping Jig OP-20</i> .....                                                                 | 99  |
| Gambar 5.2 Gaya yang Bekerja pada Proses <i>Welding</i> di <i>Jig OP-20</i> .....                                                       | 100 |
| Gambar 5.3 Diagram Sebab Akibat <i>Defect Inconcentricity Weight Dynamic<br/>Damper</i> .....                                           | 102 |
| Gambar 5.4 Datum <i>Stopper</i> di <i>Jig OP-20</i> .....                                                                               | 109 |
| Gambar 5.5 Konsep <i>Fixture</i> Pertama .....                                                                                          | 111 |
| Gambar 5.6 Konsep <i>Fixture</i> Kedua .....                                                                                            | 112 |
| Gambar 5.7 Tiga Komponen yang Terdapat Pada <i>Fixture</i> .....                                                                        | 115 |
| Gambar 5.8 Ukuran Diameter <i>Locator Plate 3</i> dan <i>Plate 2</i> .....                                                              | 116 |

|                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 5.9 Dimensi <i>Fixture Handling</i> .....                                                                 | 117 |
| Gambar 5.10 Dimensi <i>Fixture Centering Pin</i> .....                                                           | 118 |
| Gambar 5.11 Rancangan Akhir <i>Fixture</i> .....                                                                 | 120 |
| Gambar 5.12 <i>Mass Properties Fixture Weight Dynamic Damper</i> .....                                           | 121 |
| Gambar 5.13 Penggunaan <i>Datum Pin Jig</i> OP-20 Sebelum dan Sesudah<br>Perbaikan.....                          | 122 |
| Gambar 5.14 Perbedaan <i>WI</i> Sebelum dan Sesudah Perbaikan .....                                              | 123 |
| Gambar 5.15 Diagram Pareto Jenis <i>Defect Weight Dynamic Damper</i> Setelah<br>Perbaikan.....                   | 125 |
| Gambar 5.16 Peta Kendali $\bar{X}$ <i>Concentricity Weight Dynamic Damper</i> pada<br>Bulan April–Mei 2018 ..... | 129 |
| Gambar 5.17 Peta Kendali <i>R Concentricity Weight Dynamic Damper</i> pada<br>Bulan April–Mei 2018 .....         | 130 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

PT Gemala Kempa Daya (GKD) merupakan perusahaan Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) di bidang manufaktur yang memproduksi *frame chassis* dan *pressed part*. Produk utama PT GKD adalah *frame chassis* kategori II (*Medium Size Truck*), *frame chassis* kategori III (*Heavy Duty Truck*), serta beberapa *pressed part* seperti *cover housing*, *backing plate*, *bracket upper lower*, *side plate mounting*, *weight dynamic damper* dan lain-lain.

PT GKD dalam melakukan proses produksinya telah berupaya untuk menghasilkan produk yang terbaik bagi para *customernya* baik dari segi kualitas, harga maupun waktu pengirimannya. Namun pada saat ini, PT GKD mengalami kendala di beberapa lini produksinya, salah satunya lini *Weight Dynamic Damper*. Berdasarkan pengamatan *genba* dan *choree* (*briefing* di pagi hari), lini *Weight Dynamic Damper* memiliki jumlah *reject ratio* terbesar diantara lini *pressed part* lainnya. *Reject ratio* lini *Weight Dynamic Damper* pada bulan Januari–Februari 2018 mencapai angka 0,106 yang standarnya hanya 0,050. Penyumbang angka terbesar pada angka *reject ratio* tersebut ialah jenis *defect* dimensi pada *item inconcentricity* yakni sebesar 41,39% dari total *defect* dimensi.

*Defect inconcentricity* terjadi karena jarak antarsumbu putar ketiga *plate* melebihi standar yang telah ditetapkan. Adapun *concentricity* yang diijinkan berdasarkan *checksheet area predelivery check pressed part* ialah sama dengan 0,5mm. *Concentricity Weight Dynamic Damper* sendiri dapat dihitung pada *plate* 1 dengan *plate* 2 dan *plate* 1 dengan *plate* 3. *Inconcentricity* yang terjadi pada *Weight Dynamic Damper* ini diperkirakan terjadi di antara *plate* 1 dengan *plate* 3. Hal tersebut kemungkinan terjadi karena garis sumbu pada *part* aktual bergeser saat *clamping* sebelum proses *welding* berlangsung, akibatnya saat diukur dengan *dial* indikator nilai *concentricity*-nya lebih dari 0,5mm. Bergesernya sumbu putar tersebut dapat diakibatkan oleh tidak maksimalnya

*clamping* sebelum proses *welding* berlangsung. Akibatnya, *plate* 1-2 dengan *plate* 3 tidak tersambung atau ter-*welding* dengan baik.

Guna mengatasi hal tersebut, maka diperlukan perancangan alat bantu berupa *fixture*. *Fixture* ini nantinya akan digunakan ketika melakukan *clamping* sebelum *welding* berlangsung dengan menyesuaikan diameter *part* aktual *Weight Dynamic Damper*. Apabila *clamping Weight Dynamic Damper* berhasil, maka *plate* 1-2 dengan *plate* 3 akan tersambung atau ter-*welding* dengan baik. Dengan begitu, diharapkan jarak maksimal antara dua sumbu putar (*plate* 1 dengan *plate* 3) tidak melebihi standar yang diijinkan. Selain itu, dengan dilakukannya perancangan *fixture* ini, diharapkan *defect inconcentricity* pada *Weight Dynamic Damper* ini jumlahnya akan menurun. Dengan begitu, *reject ratio Weight Dynamic Damper* diharapkan juga akan menurun.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditentukan perumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Apa saja komponen-komponen penyusun dari *fixture* yang digunakan untuk *clamping* sebelum *Weight Dynamic Damper* di-*welding*?
2. Berapakah dimensi komponen-komponen penyusun dari *fixture* yang digunakan untuk *clamping* sebelum *Weight Dynamic Damper* di-*welding*?
3. Apa saja material yang digunakan komponen-komponen penyusun dari *fixture* tersebut?
4. Bagaimana hasil perbedaan *defect inconcentricity* pada *Weight Dynamic Damper* sebelum menggunakan *fixture* dengan sesudah menggunakan *fixture*?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka dapat ditentukan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi komponen-komponen penyusun dari *fixture* yang digunakan untuk *clamping* sebelum *Weight Dynamic Damper* di-*welding*.

2. Mendapatkan dimensi komponen-komponen penyusun dari *fixture* yang digunakan untuk *clamping* sebelum *Weight Dynamic Damper* di-*welding*.
3. Mengidentifikasi *material* yang digunakan komponen-komponen penyusun dari *fixture* tersebut.
4. Mendapatkan hasil perbedaan *defect inconcentricity* pada *Weight Dynamic Damper* sebelum digunakan *fixture* dengan sesudah digunakan *fixture*.

#### 1.4 Pembatasan Masalah

Untuk lebih mengarahkan serta agar tidak terjadi penyimpangan dan meluasnya materi pembahasan yang akan dijelaskan dalam laporan tugas akhir ini, maka perlu ditentukan pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT GKD *plant* Jakarta.
2. Penelitian dilakukan pada proses *welding Weight Dynamic Damper* model X di *welding robot* G.
3. Produk yang diamati adalah *Weight Dynamic Damper* model X.
4. Penelitian yang dilakukan tidak membahas mengenai biaya-biaya yang ditimbulkan akibat kegagalan kualitas dan biaya manufaktur *fixture*.
5. Pengukuran *concentricity* dilakukan pada *shift* 1.
6. Perbaikan hanya dilakukan untuk meminimasi *defect inconcentricity plate* 1 dan *plate* 3 yang ada di lini produksi *Weight Dynamic Damper* model X.
7. Data yang diambil adalah data produk *Weight Dynamic Damper* model X selama bulan Januari–Februari 2018.
8. Data yang diambil setelah *improvement* ialah data produk *Weight Dynamic Damper* model X selama bulan April–Mei 2018.
9. *Tools* yang digunakan yaitu diagram Pareto untuk menentukan jenis *defect* terbesar, dan diagram Ishikawa untuk mengidentifikasi penyebab jenis *defect*.
10. Percepatan gravitasi yang digunakan pada perhitungan gaya sebesar  $10\text{m/s}^2$ .
11. Ukuran lebar ibu jari dan lebar telunjuk telapak tangan digunakan data sekunder

### 1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang dilakukan, maka terdapat beberapa manfaat yang akan diperoleh dari penulisan tugas akhir ini, yaitu:

1. Pihak Perusahaan

Perusahaan dapat mengurangi penyebab terjadinya pemborosan *defect inconcentricity* pada lini *Weight Dynamic Damper*. Perusahaan juga dapat menurunkan *reject ratio inconcentricity Weight Dynamic Damper*.

2. Pihak Peneliti

Penelitian yang dilakukan memberikan kesempatan bagi pihak peneliti untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang selama ini didapat secara akademis selama kuliah di Politeknik STMI Jakarta serta menambah pengetahuan dan pemahaman mengenai perancangan *fixture*.

3. Pihak Lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya ke arah yang lebih baik dan lebih mendalam.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan masalah, dibuat sistematika penulisan yang terdiri dari 6 (enam) bab dimana satu dan lainnya saling berkesinambungan dan mempermudah dalam pembahasan masalah yaitu:

#### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang pengantar terhadap masalah yang dibahas, seperti latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

#### BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori dasar yang menunjang pokok permasalahan serta teori-teori yang erat kaitannya dengan langkah-langkah yang diambil dalam proses pemecahan masalah yaitu mengenai pengertian perancangan, pengertian *jig* dan *fixture*, jenis-jenis *jig* dan *fixture*, proses *welding*, pengukuran *concentricity* pada komponen yang berbentuk bulat,

pengukuran *safety factor fixture*, diagram Pareto, dan diagram sebab akibat.

### BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk memecahkan masalah secara beruntun dan sistematis mulai dari pembuatan diagram Pareto *defect* berdasarkan dimensi, pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan R, pengukuran dimensi *jig* OP-20 WR G, pembuatan desain konsep *fixture*, pemilihan material komponen-komponen penyusun *fixture*, hasil rancangan akhir *fixture*, implementasi rancangan *fixture*, dan pembuatan standardisasi penggunaan *fixture* pada WR G.

### BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini terdapat dua bagian, yaitu pengumpulan data dan pengolahan data. Pengumpulan data menjelaskan tentang sistem ketenagakerjaan, deskripsi produk, alur proses produksi *Weight Dynamic Damper* model X, data proses produksi *Weight Dynamic Damper* model X, serta data jumlah produksi dan pengukuran *concentricity*. Pengolahan data menjelaskan tentang perhitungan jenis *defect* yang terjadi pada *Weight Dynamic Damper*, pembuatan diagram Pareto *reject ratio* lini *pressed part* PT GKD dan jenis *defect* pada *Weight Dynamic Damper*, dan pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan R.

### BAB V: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah disampaikan pada bab sebelumnya, yaitu berupa pembuatan diagram Ishikawa, pembuatan desain konsep *fixture*, perhitungan dimensi dan pemilihan material komponen-komponen penyusun *fixture*, analisis tingkat keamanan *fixture*, implementasi rancangan *fixture*, pembuatan standard penggunaan *fixture* pada proses *welding*, dan analisis perbandingan sebelum dan setelah menggunakan *fixture*.

## BAB VI: PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran-saran yang diperlukan perusahaan dan peneliti selanjutnya.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini. Teori-teori tersebut ialah pengertian perancangan, pengertian *jig* dan *fixture*, jenis-jenis *jig* dan *fixture*, prinsip pencekaman (*workholding*), *concentricity* (konsentrisitas/ kesatusumbuan), diagram Pareto, diagram Ishikawa, diagram 5W+1H, peta kendali, peta kendali  $\bar{X}$  dan R, dan perhitungan kapabilitas proses Cp dan Cpk.

#### **2.1 Pengertian Perancangan**

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada (Andriani, dkk. 2017).

Perancangan suatu alat termasuk dalam metode teknik, dengan demikian langkah-langkah pembuatan perancangan akan mengikuti metode teknik. Asimov (2000) menerangkan bahwa perancangan teknik adalah suatu aktivitas dengan maksud tertentu menuju ke arah tujuan dari pemenuhan kebutuhan manusia, terutama yang dapat diterima oleh faktor teknologi peradaban. Berdasarkan definisi tersebut, terdapat tiga hal yang harus diperhatikan dalam perancangan (Andriani, dkk. 2017) yaitu:

1. Aktivitas dengan maksud tertentu
2. Sasaran pada pemenuhan kebutuhan manusia
3. Berdasarkan pada pertimbangan teknologi

Dalam membuat suatu perancangan produk atau alat, perlu mengetahui karakteristik perancangan dan perancangannya. Menurut Andriani, dkk. (2017) beberapa karakteristik perancangan adalah sebagai berikut:

1. Berorientasi pada tujuan
2. Variform
3. Pembatas, membatasi jumlah solusi pemecahan:

- a. Hukum alam seperti ilmu fisika, ilmu kimia dan seterusnya.
- b. Ekonomis; pembiayaan atau ongkos dalam meralisir rancangan yang telah dibuat.
- c. Pertimbangan manusia; sifat, keterbatasan dan kemampuan manusia dalam merancang
- d. Faktor-faktor legalisasi: mulai dari model, bentk sampai hak cipta.
- e. Fasilitas produksi: sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk menciptakan rancangan yang telah dibuat.
- f. Evolutif; berkembang terus/mampu mengikuti perkembangan zaman.
- g. Perbandingan nilai: membandingkan dengan tatanan nilai yang telah ada.

Proses perancangan yang merupakan tahapan umum teknik perancangan dikenal dengan sebutan *NIDA* (*Need, Idea, Decision, dan Action*) (Andriani, dkk. 2017). Pada tahap *Need*, seorang perancang menetapkan dan mengidentifikasi kebutuhan sehubungan dengan alat atau produk yang harus dirancang. Kemudian, dilanjutkan dengan tahap *Idea*, yaitu tahap pengembangan ide-ide yang akan melahirkan berbagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan tadi (Andriani, dkk. 2017). Selanjutnya, dilakukan suatu penilaian dan penganalisaan terhadap berbagai alternatif yang ada, sehingga perancang akan dapat memutuskan (*Decision*) suatu alternatif yang terbaik. Proses pembuatan (*Action*) pada akhirnya dilakukan.

## 2.2 Jig dan Fixture

*Jig* dan *fixture* adalah alat pemegang benda kerja produksi yang digunakan dalam rangka membuat penggandaan komponen secara kuat. Hubungan dan kelurusan yang benar antara alat potong atau alat bantu lainnya, dan benda kerja mesti dijaga (Prassetiyo, dkk. 2016). *Jig* atau *fixture* untuk mendukung hal tersebut didesain guna memegang, menyangga, dan memposisikan setiap bagian sehingga setiap pengeboran, pemesinan, dilakukan sesuai dengan spesifikasi.

Perancangan *jig* dan *fixture* disesuaikan dan dikhususkan untuk memegang dan menopang benda kerja tertentu karena *jig* dan *fixture* termasuk ke dalam *dedicated fixture* atau dengan kata lain bahwa *jig* dan *fixture* dirancang guna

kebutuhan benda kerja tertentu (Prasetyo, dkk. 2016). Desain alat bantu selalu berkembang karena tidak ada satu alat yang mampu memenuhi seluruh proses manufaktur. Berdasarkan hal tersebut, ditentukan konsep alat bantu yang dirancang harus memenuhi hal-hal sebagai berikut (Syadda dan Fusito, 2016):

1. Sederhana, mudah dioperasikan.
2. Menurunkan biaya manufaktur
3. Menghasilkan *part* berkualitas tinggi secara konsisten.
4. Menaikan laju produksi.
5. *Foolproof*, yaitu mencegah penggunaan/pemasangan yang salah.
6. Menggunakan material alat bantu yang menjamin umur.
7. Pemakaian yang cukup.
8. Menjamin keamanan kerja operator.

Jika dilihat menurut pengertiannya, *jig* dan *fixture* memiliki definisi yang hampir sama, padahal *jig* dan *fixture* memiliki fungsi yang berbeda. *Jig* didefinisikan sebagai peralatan khusus yang memegang, menyangga atau ditempatkan pada komponen yang akan dilakukan proses permesinan. Alat ini adalah alat bantu produksi yang dibuat tidak hanya untuk menempatkan dan memegang benda kerja, tetapi juga mengarahkan alat potong ketika operasi berjalan (Prasetyo, dkk. 2016). *Jig* biasanya dilengkapi dengan *bushing* baja keras untuk mengarahkan mata gundi/bor (*drill*) atau perkakas potong lainnya. *Jig* yang kecil pada dasarnya tidak dibaut/dipasang pada meja kempa gundi (*drill press table*). *Jig* biasanya perlu dipasang dengan kencang pada meja untuk diameter penggundian di atas 0,25 inci. Sedangkan, *fixture* adalah peralatan produksi yang menempatkan, memegang dan menyangga benda kerja secara kuat sehingga pekerjaan yang diperlukan bisa dilakukan (Syadda dan Fusito, 2016).

### **2.2.1 Jenis-jenis *Jig* dan *Fixture***

*Jig* dan *fixture* masing-masing memiliki jenisnya masing-masing tergantung pada fungsi, atau mesin tempat *jig* dan *fixture* tersebut diletakkan. Jenis-jenis *jig* dan *fixture* dapat dilihat di bawah ini (Hoffman, 2004):

## 1. Jenis-jenis *Jig*

*Jig* tidak hanya memiliki satu jenis, tetapi *jig* memiliki beragam jenis. Menurut kelasnya, *jig* dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:

### a. *Jig Bor (Boring Jig)*

*Jig bor* digunakan untuk mengebor lubang yang besar untuk digurdi atau kurannya aneh (pengkasaran).

### b. *Jig Gurdi (Drilling Jig)*

*Jig gurdi* digunakan untuk menggurdi (*drilling*), meluaskan lubang (*reaming*), mengetap, *chamfer*, *counterbore*, *reverse spotface* atau *reverse countersink*. *Jig* dasar umumnya hampir sama untuk setiap operasi permesinan, perbedaannya hanya dalam ukuran dan *bushing* yang digunakan. Adapun contoh *jig drilling* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

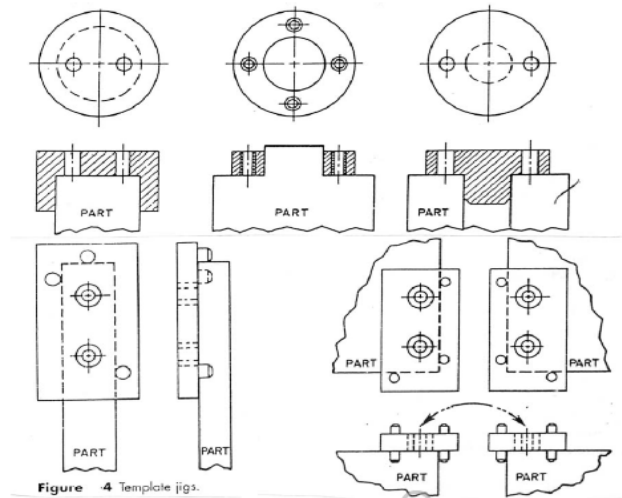


Gambar 2.1 *Jig Gurdi (Drilling Jig)*  
(Sumber: Hoffman, 2004)

*Jig* tidak hanya diklasifikasikan berdasarkan kelasnya saja, tetapi dapat juga diklasifikasikan berdasarkan keperluannya. Adapun klasifikasi *jig* lainnya dapat dilihat di bawah ini (Hoffman, 2004):

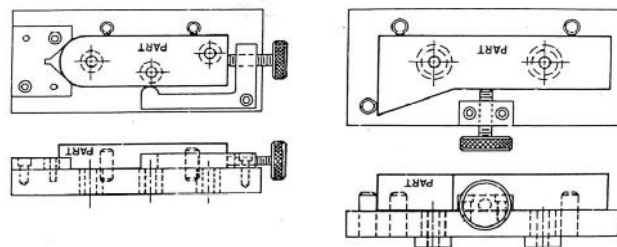
### a. *Jig Template* dan *Jig Plate*

*Jig template* adalah *jig* yang digunakan untuk keperluan akurasi. *Jig* tipe ini terpasang di atas, pada, atau di dalam benda kerja dan tidak diklem. *Jig template* bentuknya paling sederhana dan tidak mahal. *Jig* jenis ini bisa mempunyai *bushing* atau tidak. Adapun contoh *jig template* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Jig Template*  
(Sumber: Hoffman, 2004)

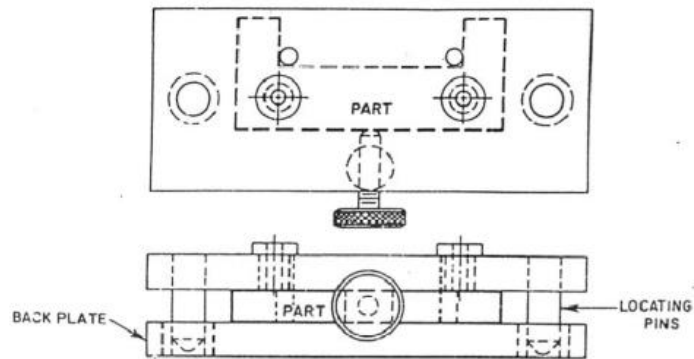
*Jig plate* adalah *jig* yang sejenis dengan *template*, perbedaannya hanya pada *jig* ini mempunyai klem untuk memegang benda kerja. *Jig plate* kadang-kadang dilengkapi dengan kaki untuk menaikkan benda kerja dari meja terutama untuk benda kerja yang besar. Jenis *jig* ini disebut *jig table* atau *jig* meja. Adapun contoh *jig plate* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Jig plate*  
(Sumber: Hoffman, 2004)

#### b. *Jig Sandwich*

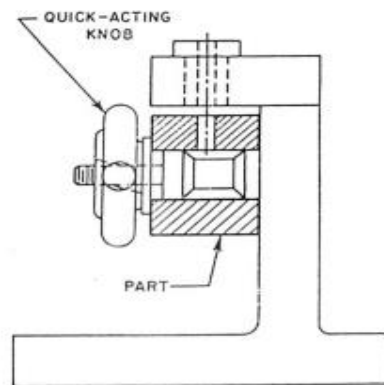
*Jig sandwich* adalah bentuk *jig plate* dengan plat bawah. *Jig* jenis ini ideal untuk komponen yang tipis atau lunak yang mungkin bengkok atau terlipat pada *jig* jenis lain. Contoh *jig sandwich* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



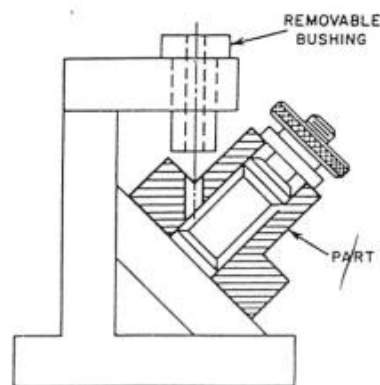
Gambar 2.4 *Jig Sandwich*  
(Sumber: Hoffman, 2004)

c. *Jig Angle Plate*

*Jig angle plate* (plat sudut) digunakan untuk memegang komponen yang dilakukan proses permesinan pada sudut tegak lurus terhadap *mounting locator*-nya (dudukan lokator) yaitu dudukan untuk alat penempatan posisi benda kerja. *Jig angle plate* dapat dilihat pada Gambar 2.5. Sedangkan *jig angle plate* yang telah dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



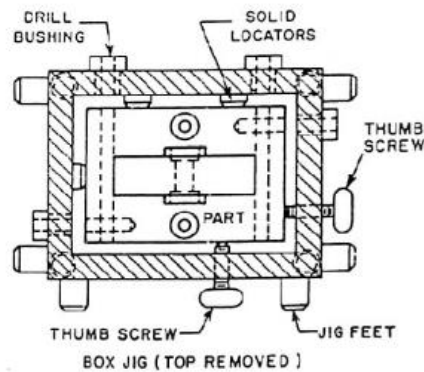
Gambar 2.5 *Jig Angle Plate*  
(Sumber: Hoffman, 2004)



Gambar 2.6 *Jig Angle Plate* yang Dimodifikasi  
(Sumber: Hoffman, 2004)

d. *Jig Kotak (Jig Tumble)*

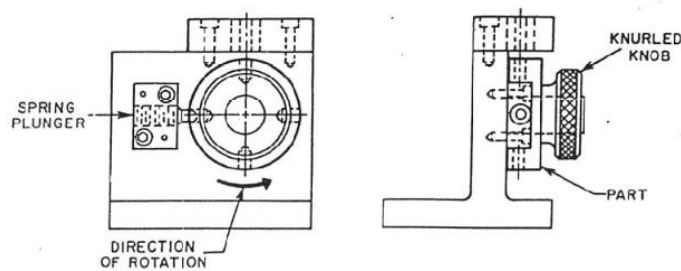
*Jig kotak* atau *jig tumble* biasanya mengelilingi komponen. *Jig* ini memungkinkan komponen dilakukan proses permesinan pada setiap permukaan tanpa memposisikan ulang benda kerja pada *jig*. Adapun contoh *jig kotak* atau *jig tumble* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Jig Tumble*  
(Sumber: Hoffman, 2004)

e. *Jig Indexing*

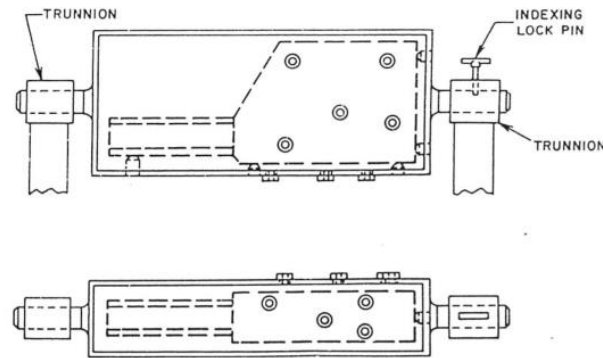
*Jig indexing* digunakan untuk meluaskan lubang atau daerah yang dimesin lainnya di sekeliling komponen. *Jig* menggunakan komponen sendiri atau pelat referensi dan sebuah *plunger* untuk melakukan ini. *Jig indexing* yang besar disebut juga *jig rotary*. *Jig rotary* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Jig Index*  
(Sumber: Hoffman, 2004)

f. *Jig Multistation*

*Jig multistation* memiliki ciri utama yaitu cara menempatkan benda kerjanya. Ketika satu bagian dari *jig* ingin menggurdi, bagian lain meluaskan lubang (*reamaring*) dan bagian ketiga melakukan pekerjaan *counterbore*. *Station* akhir digunakan untuk melepaskan komponen yang sudah selesai dan mengambil komponen yang baru. Adapun contoh *jig multistation* dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Jig Multistation*  
(Sumber: Hoffman, 2004)

## 2. Jenis-jenis *Fixture*

*Fixture* biasanya diklasifikasikan berdasarkan tipe mesin yang menggunakannya. Sebagai contoh, *fixture* yang digunakan pada mesin *milling* disebut *fixture milling*. Selain itu, *fixture* juga dapat diklasifikasikan berdasarkan subklasifikasinya. Jika pekerjaan yang dilakukan adalah *milling straddle* maka *fixture* disebut *straddle milling fixture*. List operasi yang menggunakan *fixture* adalah sebagai berikut (Hoffman, 2004):

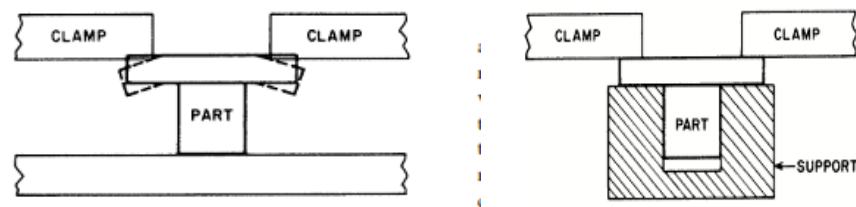
- a. *Assembling Lapping*
- b. *Boring Milling*
- c. *Broaching Planing*
- d. *Drilling Sawing*
- e. *Gauging Stamping*
- f. *Grinding Tapping*
- g. *Heat Treating Testing*
- h. *Honing Turning*
- i. *Inspecting Welding*

### 2.2.2 Prinsip PENCEKAMAN (*Workholding*)

Secara umum, pencekaman (*clamping*) merupakan bagian peralatan produksi yang berfungsi menahan atau memegang benda kerja (Prasetyo, dkk. 2016). *Clamping* merupakan bagian dari *jig* dan *fixture* yang berfungsi mencekam benda kerja sehingga posisi benda kerja tidak berubah selama proses permesinan. Tujuan utama dari proses pencekaman (*clamping*) adalah untuk menahan secara

aman posisi benda kerja terhadap lokator selama siklus pemesinan. Ada beberapa prinsip jenis dan penempatan *clamping* (Prasetyo, dkk. 2016), yaitu:

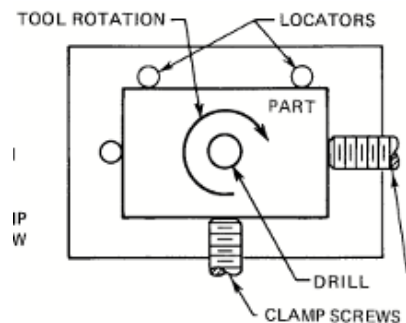
1. Gaya pengekan adalah gaya yang dibutuhkan untuk menjaga posisi benda kerja selama proses pemesinan.
2. Besarnya gaya pengekan tergantung dari besarnya gaya pemotongan dan cara peletakan benda kerja relatif terhadap pahat.
3. Gaya pengekan hanya cukup untuk menahan benda kerja ke lokator. Gaya total harus ditahan oleh lokator. Contoh *clamping* pada *part* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Clamping* pada *part*  
(Sumber: Hoffman, 2004)

Gaya pengekan (*clamping forces*) yang harus diberikan pada benda perlu ditentukan. Suatu pendekatan dalam menentukan besarnya gaya pengekan yang harus diberikan pada benda kerja dapat ditentukan berdasarkan besarnya gaya pemesinan terbesar yang akan terjadi selama pengekan berlangsung (Prasetyo, dkk. 2016). Perhitungan sederhana dapat dilakukan dengan menganggap gaya pemotongan oleh mesin bekerja seluruhnya pada arah horizontal dan benda kerja dapat ditahan secara stabil dengan memanfaatkan gaya gesek. Gaya pengekan pada *jig* dan *fixture* dapat dilihat pada Gambar 2.11. Perhitungan gaya pengekan tersebut dapat dilihat pada persamaan 2.1:

$$\text{Gaya pengekan (Clamping Force)} = \frac{\text{Welding Force} \times \text{Faktor Keamanan}}{\text{Koefisien Gesek Statis}} \dots\dots (2.1)$$



Gambar 2.11 Gaya Pencekaman *Jig* dan *Fixture*  
(Sumber: Hoffman, 2004)

### 2.3 Gaya Gesek

Gaya gesek merupakan gaya yang ditimbulkan akibat dua atau lebih benda yang bersentuhan. Gaya gesek menurut gerakannya dapat dibagi menjadi dua yaitu gesekan statik dan gesekan kinetik. Gesekan statik sebanding dengan luas bidang kontak antara kedua permukaan (Tipler, 1998). Gaya ini secara eksperimen tak bergantung pada luas bidang kontak dan hanya sebanding dengan gaya normal yang dikerjakan oleh salah satu permukaan pada permukaan lainnya. Jika kotak ditempatkan dengan ujungnya di atas meja, bagian luas total yang benar-benar dalam kontak mikroskopik bertambah dengan faktor 3 karena gaya normal per satuan luas 3 kali lebih besar. Namun, karena luas ujung adalah sepertiga luas sisi, luas kontak mikroskopik yang sesungguhnya tak berubah. Jadi, gaya gesekan statik maksimum  $f_{s,\text{maks}}$  sebanding dengan gaya normal antara permukaan-permukaan yang dapat dilihat melalui persamaan 2.2:

$$f_{s,\text{maks}} = \mu_s F_n \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

1.  $f_{s,\text{maks}}$  adalah gaya gesekan statik maksimum yang ditimbulkan akibat dua benda yang saling bergesekan.
2.  $\mu_s$  adalah koefisien gesek statik. Koefisien gesek statik ini bergantung pada sifat permukaan benda kerja dan meja.
3.  $F_n$  adalah gaya normal yang dihasilkan oleh benda kerja.

Jika dikerjakan gaya horizontal yang lebih kecil dari  $f_{s,\text{maks}}$  pada kotak, gaya gesekan akan tepat mengimbangi gaya horizontal ini, yang dapat dilihat pada persamaan 2.3:

$$f_{s,\text{maks}} \leq \mu_s F_n \dots \dots \dots (2.3)$$

Gaya gesekan kitenik berlawanan dengan arah gerakan (Tipler, 1998). Gesekan kinetik adalah gejala yang rumit dan belum dimengerti secara lengkap seperti gesekan statik. Koefisien gesekan kinetik  $\mu_k$  didefinisikan sebagai rasio besarnya gaya gesekan kinetik  $f_k$  dan gaya normal  $F_n$ , maka untu:

$$F_k = \mu_k F_n \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

1.  $F_k$  adalah gaya gesekan kinetik yang berlawanan dengan arah gaya normal
2.  $\mu_k$  adalah koefisien gesekan kinetik yang bergantung hanya pada sifat-sifat permukaan-permukaan yang bersentuhan.
3.  $F_n$  adalah gaya normal yang dihasilkan oleh benda kerja.

Terdapat perbedaaan pada  $\mu_k$  dengan  $\mu_s$  secara eksperimen. Adapun perbedaan antara  $\mu_k$  dan  $\mu_s$  adalah (Tipler, 1998):

1.  $\mu_k$  lebih kecil daripada  $\mu_s$
2.  $\mu_k$  bergantung pada kelajuan relatif permukaan; tetapi untuk kelajuan dalam kisaran dari sekitar 1cm/s sampai beberapa meter per sekon,  $\mu_k$  hamper konstan.
3.  $\mu_k$  (seperti  $\mu_k$ ) bergantung pada sifat permukaan-permukaan yang bersentuhan, tetapi tak bergantung pada luas kontak (makroskopik).

Nilai-nilai pendekatan  $\mu_k$  dan  $\mu_s$  bergantung pada permukaan bahan yang saling bergesekan. Adapun nilai-nilai pendekatan  $\mu_k$  dan  $\mu_s$  dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Pendekatan  $\mu_k$  dan  $\mu_s$

| Bahan                     | $\mu_s$ | $\mu_k$ |
|---------------------------|---------|---------|
| Baja pada baja            | 0,70    | 0,60    |
| Kuningan pada baja        | 0,50    | 0,40    |
| Tembaga pada besi tuang   | 1,10    | 0,30    |
| Kaca pada kaca            | 0,90    | 0,40    |
| Teflon pada Teflon        | 0,04    | 0,04    |
| Teflon pada baja          | 0,04    | 0,04    |
| Karet pada beton (kering) | 1,00    | 0,80    |

Lanjut...

Tabel 2.1 Nilai Pendekatan  $\mu_k$  dan  $\mu_s$  (Lanjutan)

| Bahan                           | $\mu_s$ | $\mu_k$ |
|---------------------------------|---------|---------|
| Karet pada beton (basah)        | 0,30    | 0,25    |
| Ski yang licin pada salju (0°C) | 0,10    | 0,05    |

(Sumber: Tipler, 1998)

## 2.4 Hukum Newton

### 2.4.1 Gaya, Massa, dan Hukum Kedua Newton

Hukum pertama dan kedua Newton dapat dianggap sebagai definisi gaya. Gaya adalah suatu pengaruh pada sebuah benda yang menyebabkan benda mengubah kecepatannya. Besarnya gaya adalah hasil kali massa benda dan besarnya percepatan yang dihasilkan oleh gaya (Tipler, 1998). Jika gaya  $F$  dikerjakan pada benda bermassa  $m$ , dan menghasilkan percepatan  $a$ , maka;

$$F = m \times a \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

1.  $m$  adalah sifat intrinsik sebuah benda yang mengukur resistansinya terhadap percepatan.
2.  $a$  adalah percepatan pada benda yang akan mempengaruhi besarnya gaya.
3.  $F$  adalah gaya yang dikerjakan pada benda yang memiliki massa

Benda standar internasional adalah sebuah silinder campuran platinum yang disimpan di International Bureau of Weights and Measures di Sevres, Perancis (Tipler, 1998). Massa benda standar itu adalah 1 kilogram, yaitu Satuan Internasional (SI) untuk satuan massa. Gaya yang diperlukan untuk menghasilkan percepatan  $1\text{m/s}^2$  pada benda standar didefinisikan sebagai 1 Newton (N). Gaya yang dihasilkan oleh percepatan  $2\text{m/s}^2$  dengan cara yang sama pada benda standar itu didefinisikan sebagai 2N (Tipler, 1998). Gaya gravitasi ditulis dengan  $w$  dan nilai  $a = g$ , maka didapatkan:

$$w = m \times g \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

1.  $m$  adalah sifat intrinsik sebuah benda yang mengukur resistansinya terhadap percepatan.
2.  $g$  adalah percepatan gravitasi bumi.

3.  $w$  adalah berat benda yang dipengaruhi oleh massa dan percepatan gravitasi bumi.

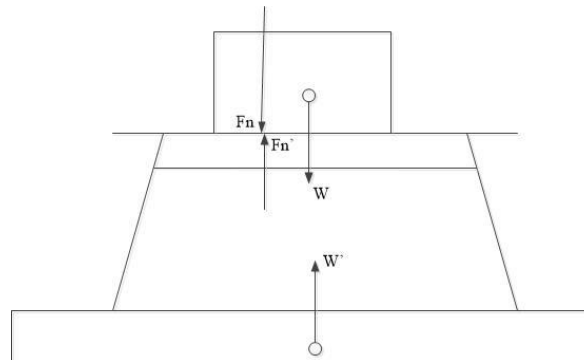
Karena  $g$  adalah sama untuk semua benda di suatu titik, dapat disimpulkan bahwa berat benda sebanding dengan massanya. Percepatan ini sama dengan percepatan jatuh bebas yang dialami sebuah benda jika satu-satunya gaya yang bekerja padanya adalah gaya gravitasi bumi (Tipler, 1998). Di dekat permukaan bumi,  $g$  mempunyai nilai  $9,81\text{N/kg}$  atau setara dengan  $9,81\text{m/s}^2$

Pengukuran  $g$  yang teliti di berbagai tempat menunjukkan bahwa  $g$  tidak mempunyai nilai yang sama di mana-mana. Gaya tarikan bumi pada benda berubah dengan lokasi. Gaya karena gravitasi pada titik-titik di atas permukaan bumi secara khusus berbanding terbalik dengan kuadrat jarak benda dari pusat bumi. Jadi, sebuah benda memiliki berat sedikit lebih kecil pada ketinggian yang sangat tinggi dibandingkan pada ketinggian laut. Medan gravitasi juga sedikit berubah dengan garis lintang karena bumi tidak tepat bulat tetapi agak datar di kutub-kutubnya (Tipler, 1998).

#### **2.4.2 Hukum Ketiga Newton**

Hukum ketiga Newton kadang-kadang dinamakan hukum interaksi atau hukum aksi reaksi (Tipler, 1998). Hukum ini menggambarkan sifat penting dari gaya yaitu bahwa gaya-gaya selalu terjadi berpasangan. Jika sebuah gaya dikerjakan pada sebuah benda A, maka harus ada benda lain B yang mengerjakan gaya itu. Selanjutnya, jika B mengerjakan gaya pada A, maka A harus mengerjakan gaya pada B yang sama besar dan berlawanan arahnya. Sebagai contoh, bumi mengerjakan gaya gravitasional  $F_g$  pada sebuah benda proyektil, yang menyebabkannya dipercepat ke bumi (Tipler, 1998). Menurut hukum ketiga Newton, proyektil mengerjakan gaya pada bumi yang sama besar dan berlawanan arahnya. Jadi, proyektil mengerjakan gaya  $F_g' = -F_g$  pada bumi ke arah proyektil. Jika gaya adalah satu-satunya gaya yang bekerja pada bumi, bumi akan dipercepat ke proyektil. Karena bumi mempunyai massa yang sangat besar, percepatan yang dialami akibat gaya yang dihasilkan proyektil ini sangat kecil dan tidak teramati. Perhatikan bahwa gaya aksi dan reaksi tidak pernah dapat saling mengimbangi

karena mereka bekerja pada benda-benda yang berbeda. Hal tersebut ditunjukkan oleh Gambar 2.12.

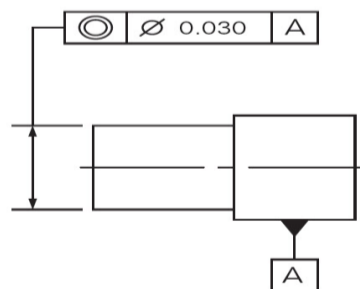


Gambar 2.12 Gaya aksi reaksi  
(Sumber: Tipler, 1998)

Gambar 2.12 menunjukkan dua pasangan gaya aksi-reaksi untuk balok yang diam di atas sebuah meja. Gaya yang bekerja ke bawah pada balok adalah berat  $w$  karena tarikan bumi. Gaya yang sama dan berlawanan  $w' = -w$  dikerjakan oleh balok pada bumi. Gaya-gaya ini adalah pasangan aksi-reaksi.

## 2.5 Concentricity (Konsentrisitas/Kesatusumbuan)

Konsentrisitas, kadang-kadang disebut koaksial, adalah toleransi yang mengendalikan sumbu pusat dari fitur yang direferensikan, ke sumbu datum. Sumbu untuk datum dan fitur yang direferensikan berasal dari titik tengah dari bagian atau fitur (Hoffman, 2004). Konsentrisitas adalah fitur yang sangat kompleks karena mengandalkan pengukuran dari sumbu turunan yang berlawanan dengan permukaan atau fitur yang nyata. Adapun dalam *Geometrical Dimensioning and Tolerancing (GD&T)*, *concentricity* dilambangkan dengan simbol yang dapat dilihat pada Gambar 2.13.

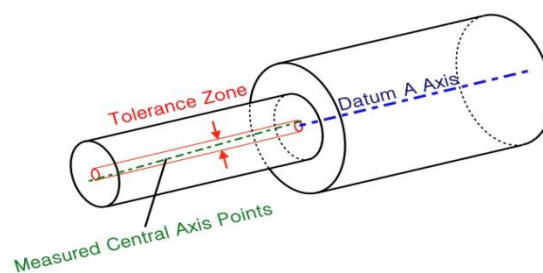


Gambar 2.13 Simbol GD&T untuk *Concentricity*  
(Sumber: GD&T Basics, 2018)

Konsentrisitas adalah zona toleransi silindris 3 dimensi yang didefinisikan oleh sumbu datum dimana semua titik median turunan dari fitur melingkar yang diacu harus jatuh ke dalamnya. Titik median dari permukaan referensi melintang membentuk sumbu teoritis yang harus berada di zona toleransi ini.

Konsentrisitas dianggap sebagai bentuk melingkar dari simetri GD&T. Sementara simetri mengukur bidang titik tengah sebenarnya dari sebuah fitur ke bidang datum atau sumbu, konsentrisitas mengukur sumbu titik tengah yang diturunkan ke sumbu datum (Hoffman, 2004).

Konsentrisitas akan memerlukan sisi B untuk diukur dalam semua dimensi beberapa kali untuk mendapatkan pemindaian dimensi penuh dari permukaan fitur referensi. Pemindaian ini kemudian harus dianalisis untuk menentukan titik sumbu pusat pada setiap lokasi di sepanjang silinder, membentuk sumbu bagian sebenarnya. Zona toleransi kemudian perlu ditetapkan dengan mengukur Datum A untuk menentukan porosnya. Kedua zona toleransi datum dan titik pusat terukur dari permukaan referensi akan dibandingkan. Titik sumbu pusat yang terukur semua akan perlu jatuh ke dalam zona toleransi silinder yang mengelilingi datum A. Ini semua akan dilakukan dengan perangkat lunak pengukuran *Coordinate Measuring Machine* (CMM) dan memerlukan program pengukuran khusus untuk membandingkan sumbu. Visualisasi *concentricity* dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Visualisasi *Concentricity*  
(Sumber: GD&T Basics, 2018)

## 2.6 Anthropometri

### 2.6.1 Pengertian Anthropometri

Salah satu bidang keilmuan ergonomi adalah istilah Anthropometri yang berasal dari kata “*Anthro*” yang berarti manusia dan “*Metri*” yang berarti ukuran.

Secara definitif, Anthropometri dinyatakan sebagai satu studi yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dan sebagainya) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. Data Anthropometri dapat diaplikasikan dalam beberapa hal, antara lain (Wignjosoebroto, 2003)

1. Perancangan area kerja.
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, perkakas dan sebagainya.
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi atau meja komputer, dan lain-lain.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Data Anthropometri akan menentukan bentuk dan ukuran yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang untuk manusia yang akan menggunakan produk tersebut. Data Anthropometri dibagi atas dua bagian (Purnomo, 2013), yaitu:

1. Anthropometri Statis

Anthropometri statis adalah pengukuran tubuh manusia dalam posisi standar dan diam, dan linier pada permukaan tubuh.

2. Anthropometri Dinamis

Anthropometri dinamis adalah pengukuran dimensi tubuh yang diukur dalam kondisi kerja atau adanya pergerakan yang dibutuhkan dalam suatu kerja.

Manusia pada umumnya memiliki bentuk dan ukuran tubuh yang berbeda-beda. Perbedaan antara satu populasi dengan populasi yang lain adalah dikarenakan oleh faktor-faktor berikut (Nurmianto, 2004):

1. Keacakan atau random
2. Walaupun telah terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku atau bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun masih akan ada perbedaan yang cukup signifikan antara berbagai macam masyarakat.
3. Jenis kelamin  
Ada perbedaan signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita. Kebanyakan dimensi pria dan wanita terdapat perbedaan signifikan antara

*mean* dan nilai perbedaan ini tidak dapat diabaikan. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badannya daripada wanita sehingga data Anthropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut selalu disajikan secara terpisah

4. Suku bangsa

Variasi di antara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara lain. Suatu contoh sederhana bahwa yaitu dengan meningkatnya jumlah penduduk yang migrasi dari negara Vietnam ke Australia, untuk mengisi jumlah satuan angkatan kerja (*industrial workforce*), maka akan mempengaruhi *Anthropometri* secara nasional.

5. Usia, digolongkan atas berbagai kelompok usia yaitu:

- a. Balita
- b. Anak-anak
- c. Remaja
- d. Dewasa (studi kasus pekerja buruh angkut pasar usia 24 sampai 36 tahun)
- e. Lanjut usia

Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk Anthropometri anak-anak. Anthropometrinya cenderung terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak usia dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan menurun yang disebabkan oleh berkurangnya elastisitas tulang belakang (*intervertebral discs*) dan berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

6. Jenis Pekerjaan

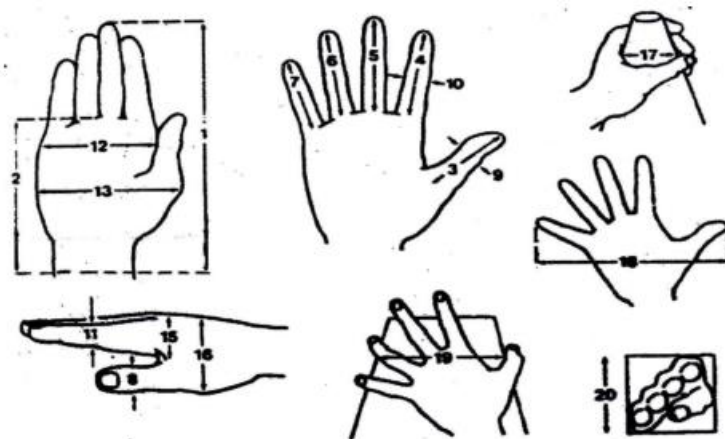
Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawannya, misalnya buruh dermaga/pelabuhan harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran pada umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.

## 7. Cacat tubuh secara fisik

Pada dekade terakhir, skala prioritas diberikan pada rancang bangun fasilitas akomodasi untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan kesamaan dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul, yaitu keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (*knee space*) untuk desain meja kerja, lorong/jalur khusus untuk kursi roda, ruang khusus di dalam *lavatory*, jalur khusus untuk keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, supermarket dan lain-lain.

### 2.6.2 Anthropometri Tangan

Anthropometri tangan biasanya berisi dimensi-dimensi atau bagian tangan yang bersesuaian dengan ukuran tangan. Biasanya dimensi-dimensi ini digunakan untuk menghasilkan suatu ukuran benda atau produk dengan fungsi utama atau pemakaian difokuskan pada area tangan. Contoh beberapa produk atau benda yang dihasilkan dari dimensi tangan adalah obeng, gagang pintu, dan lain-lain. Setiap produk yang dibuat diharapkan akan mempunyai nilai ergonomis yang sesuai dengan dimensi tubuh manusia sehingga akan membuat produk tersebut nyaman digunakan (Nurmianto, 2004). Anthropometri tangan dapat dilihat pada Gambar 2.15



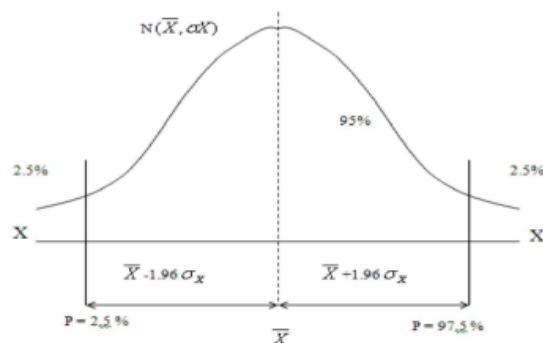
Gambar 2.15 Anthropometri Tangan  
(Sumber: Nurmianto, 2004)

Gambar 2.15 di atas, terlihat beberapa dimensi atau bagian tangan yang bersesuaian dengan ukuran tangan masyarakat Indonesia. Dimensi-dimensi tangan di atas didapatkan dari hasil Interpolasi masyarakat British dan Hongkong.

### 2.6.3 Konsep Persentil

Persentil menurut Nurmianto (2004) adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya, 95 persentil ukuran tinggi dari suatu populasi adalah 165cm, hal ini menunjukkan bahwa 95% populasi adalah sama dengan atau lebih rendah dari 165cm. Dengan kata lain, dapat dikatakan pula bahwa 5% dari populasi adalah bertinggi lebih dari 165cm.

Persentil data Anthropometri dapat dihitung dengan pola distribusi normal, ditandai dengan nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasi (S.D). Adapun gambar kurva distribusi normal dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Kurva Distribusi Normal  
(Sumber: Nurmianto, 2004)

Nilai persentil yang umum dipakai dalam perhitungan data anthropometri ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perhitungan Nilai Persentil

| Persentil | Perhitungan               |
|-----------|---------------------------|
| 1         | $\bar{x} - 2,325\sigma_x$ |
| 2.5       | $\bar{x} - 1,960\sigma_x$ |
| 5         | $\bar{x} - 1,645\sigma_x$ |
| 10        | $\bar{x} - 1,280\sigma_x$ |
| 50        | $\bar{x}$                 |
| 90        | $\bar{x} + 1,280\sigma_x$ |
| 95        | $\bar{x} + 1,645\sigma_x$ |
| 97.5      | $\bar{x} + 1,960\sigma_x$ |
| 99        | $\bar{x} + 2,325\sigma_x$ |

(Sumber: Nurmianto, 2004)

## 2.7 Safety Factor (Faktor Keamanan)

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu bagian mesin. Faktor keamanan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor (Shigley, 1983), antara lain:

1. Variasi sifat-sifat bahan
2. Pengaruh ukuran dan bahan yang diuji kekuatannya
3. Jenis beban
4. Pengaruh pemesinan dan proses pembentukan
5. Pengaruh perlakuan panas terhadap sifat fisis dari material
6. Pengaruh pelumasan dan unsur elemen mesin
7. Pengaruh waktu dan lingkungan dimana peralatan tersebut dioperasikan
8. Syarat-syarat khusus terhadap umur dan ketahanan uji mesin
9. Keamanan manusia secara keseluruhan harus diperhatikan

Penggunaan faktor keamanan yang paling banyak terjadi bila dibandingkan tegangan dengan kekuatan, guna menaksir angka keamanannya (Achmad, 1999). Katakanlah, sebuah elemen mesin diberi efek yang disebut sebagai  $F$ .  $F$  diumpamakan sebagai suatu istilah umum, dan bisa saja berupa suatu gaya, momen puntir, momen lentur, kemiringan, lendutan, atau semacam distorsi. Kalau  $F$  dinaikkan, sampai suatu besaran tertentu, sedemikian kalau dinaikkan sedikit saja, akan mengganggu kemampuan mesin tersebut untuk melakukan fungsi secara semestinya. Berdasarkan batasan tersebut, maka faktor keamanan mesin (Achmad, 1999) dapat dinyatakan sebagai:

$$n = \frac{f_u}{F} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

1.  $f_u$  adalah batas akhir gaya yang mampu dikeluarkan oleh mesin atau dengan kata lain dapat didefinisikan dengan kapasitas mesin.
2.  $F$  adalah efek yang diberikan sebuah elemen mesin.
3.  $n$  adalah faktor keamanan mesin dengan membandingkan antara  $f_u$  dan  $F$ .

Bila  $F$  sama dengan  $f_u$ ,  $n=1$  dan pada saat ini tidak ada keamanan sama sekali. Akibatnya sering dipakai istilah batas keamanan (*margin of safety*) (Achmad, 1999). Batas keamanan dinyatakan dengan persamaan:

$$M = n-1 \dots\dots\dots(2.8)$$

Istilah faktor keamanan dan batas keamanan banyak dipakai dalam praktik industri, yang arti dan maksudnya diketahui jelas (Achmad, 1999). Begitupun istilah  $f_u$  dalam persamaan 2.7 adalah istilah yang terlalu umum untuk semua jenis kegiatan, merupakan angka tersendiri yang secara statistik bervariasi. Berdasarkan alasan tersebut, suatu faktor keamanan dapat menghalangi terjadinya kegagalan. Hal tersebut dikarenakan hubungan antara tingkat bahaya dengan  $n$  ini, beberapa pengarang cenderung menggunakan istilah faktor perencanaan sebagai pengganti “faktor keamanan” (Achmad, 1999). Lebih lanjut, penggunaan faktor keamanan yang paling banyak terjadi bila dilakukan perbandingan tegangan dengan kekuatan untuk menaksir angka keamanannya. Faktor keamanan dipakai untuk mempertanggungjawabkan dua efek yang terpisah dan biasanya tidak saling berhubungan.

Apabila faktor keamanan mesin yang dihasilkan lebih dari satu ( $> 1$ ) maka, mesin tersebut dapat dikatakan aman (Achmad, 1999). Hal tersebut dikarenakan batas akhir gaya yang mampu dikeluarkan oleh mesin atau kapasitas mesin yang dimiliki lebih besar dibanding dengan gaya permesinan yang dikeluarkan. Apabila faktor keamanan mesin yang dihasilkan kurang dari satu ( $< 1$ ) maka, mesin tersebut dapat dikatakan tidak aman (Achmad, 1999). Hal tersebut dikarenakan batas akhir gaya yang mampu dikeluarkan oleh mesin atau kapasitas mesin yang dimiliki lebih kecil dibanding dengan gaya permesinan yang dikeluarkan.

## 2.8 Diagram Pareto

Diagram ini diperkenalkan pertama kali oleh seorang ahli ekonomi dari Italia bernama Vilfredo Pareto (1848–1923). Diagram Pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan (Wignjosoebroto, 2003). Penyebab-penyebab dominan yang telah diketahui akan mempermudah dalam menetapkan prioritas perbaikan. Perbaikan atau tindakan koreksi pada faktor penyebab yang dominan ini akan membawa akibat/pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti. Prinsip Pareto adalah ‘*sedikit tapi*

*penting, banyak tapi remeh*'. Menurut Wignjosoebroto (2003), kegunaan dari diagram Pareto adalah:

1. Penunjuk persoalan utama yang dominan dan perlu segera dibatasi.
2. Pernyataan perbandingan masing-masing persoalan yang ada dan kumulatif secara keseluruhan.
3. Penunjuk tingkat perbaikan setelah tindakan koreksi dilakukan pada daerah yang terbatas.
4. Penunjuk perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan sesudah persoalan.

Pareto *chart* dapat disusun dengan menggunakan diagram sebab-akibat. Pareto *chart* dapat disusun untuk merasionalisasi data yang diperoleh dari diagram sebab-akibat, sesudah sebab potensial diketahui dari diagram tersebut. Selanjutnya, Pareto *chart* dapat digunakan pada semua tahap *PDCA cycle*. Langkah-langkah pembuatan diagram pareto adalah sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2003):

LANGKAH 1: Kelompokkan masalah yang ada dan nyatakan hal tersebut dalam angka yang bisa terukur secara kuantitatif

Contoh: Perusahaan MOHON ORDER mengalami kesulitan dengan banyaknya karyawan yang sering tidak masuk kerja (absen). Berdasarkan catatan yang ada, diperoleh data selama tahun 1984 yang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Data Absensi Karyawan di Perusahaan Mohon Order

| ALASAN                     | JUMLAH KARYAWAN |
|----------------------------|-----------------|
| 1. Sakit (SK)              | 250 orang       |
| 2. Cuti (CT)               | 100 orang       |
| 3. Ijin Khusus (IK)        | 150 orang       |
| 4. Tanpa alasan jelas (TA) | 500 orang       |
| JUMLAH                     | 1.000 orang     |

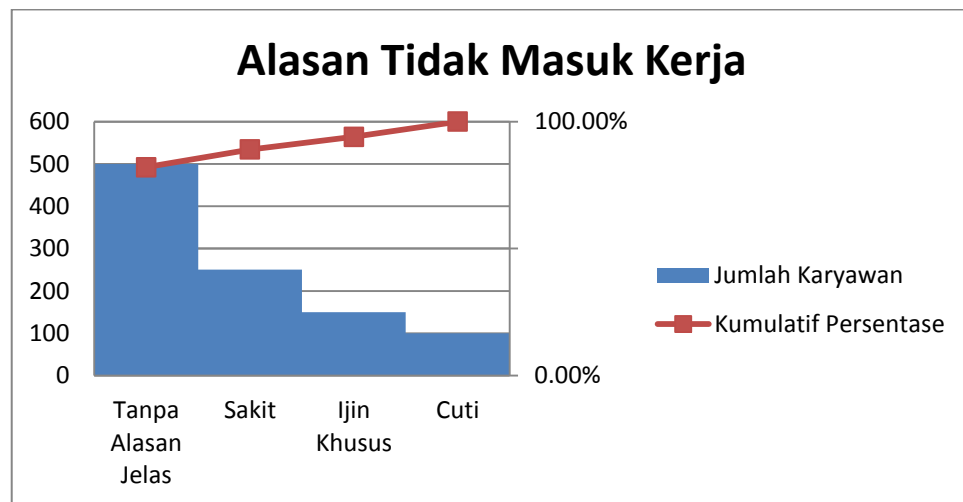
(Sumber: Wignjosoebroto, 2003)

Keterangan:

- Ketidakhadiran bekerja dalam hal ini dianggap sebagai gejala “penyimpangan” (terutama yang tidak memberi alasan jelas) terhadap disiplin kerja.
- Data harus menunjukkan jangka waktu yang jelas, sehingga memudahkan untuk membuat analisa perbandingan setelah tindakan koreksi dilakukan.

LANGKAH 2: Atur masing-masing penyebab/masalah yang ada sesuai dengan pengelompokan yang dibuat. Pengaturan dilaksanakan berurutan sesuai dengan besarnya nilai kuantitatif masing-masing. Selanjutnya gambarkan keadaan ini dalam bentuk grafik kolom. Penyebab nilai kuantitatif terkecil digambarkan paling kanan.

LANGKAH 3: Buatlah grafik garis secara kumulatif (berdasarkan presentase penyimpangan). Grafik garis ini dimulai dari penyebab penyimpangan terbesar terus terkecil dan secara lengkap diagram Pareto sudah bisa digambarkan pada Gambar 2.17 berikut.



Gambar 2.17 Diagram Pareto Jumlah Karyawan PT Mohon Order yang Absen untuk Tahun 1984  
(Sumber: Wignjosoebroto, 2003)

## 2.9 Diagram Ishikawa

Diagram sebab-akibat (*cause and effect diagram*) atau sering disebut juga sebagai “diagram tulang ikan” (*fishbone diagram*) atau diagram Ishikawa (Ishikawa diagram) sesuai dengan nama Prof. Kouru Ishikawa (Tokyo University) pada tahun 1943 (Wignjosoebroto, 2003).

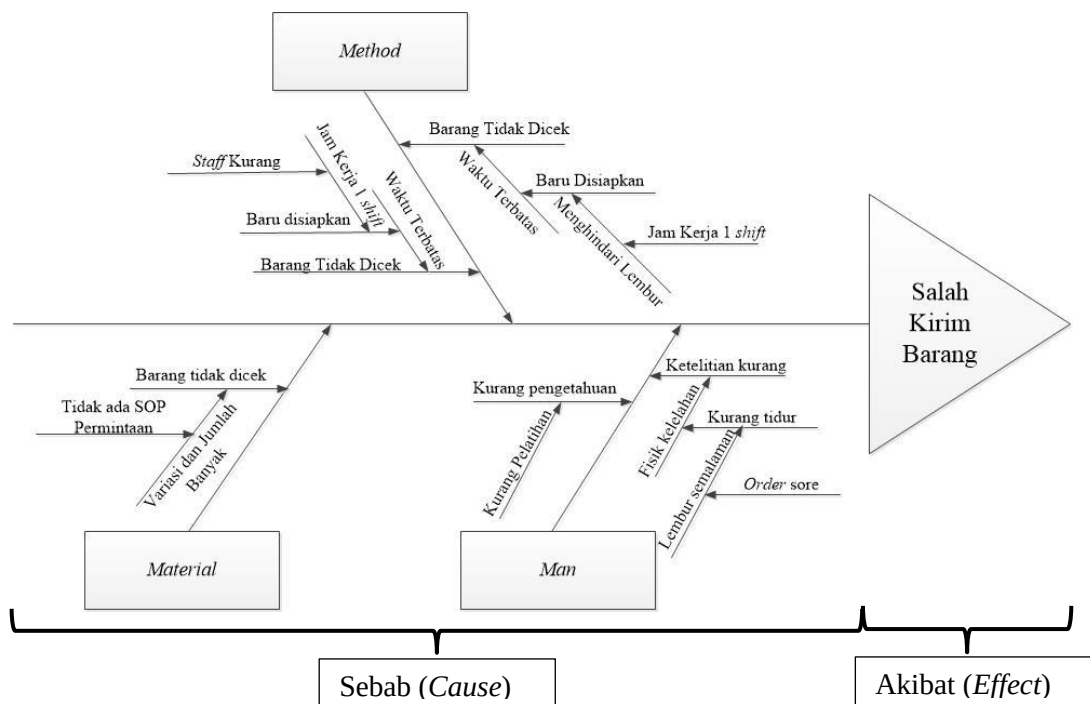
Kadang-kadang diagram ini disebut pula dengan diagram Ishikawa untuk menghormati nama dari penemunya. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan di dalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja. Diagram Ishikawa juga dapat digunakan untuk mencari penyebab-penyebab yang sesungguhnya dari suatu

masalah. Metode sumbang saran (*brainstorming method*) dalam hal ini akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail (Wignjosoebroto, 2003).

Menurut Wignjosoebroto (2003), untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada 5 (lima) faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Manusia (*Man*)
2. Metode Kerja (*work-method*)
3. Mesin atau peralatan kerja lainnya (*machine/equipment*)
4. Bahan-bahan baku (*raw material*)
5. Lingkungan kerja (*work environment*)

Hubungan penyimpangan kualitas dengan faktor-faktor penyebab tersebut dapat digambarkan dalam Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Diagram Sebab Akibat  
(Sumber: Hendrawan, 2013)

Keterangan:

AKIBAT (*Effect*) = Kualitas hasil kerja

SEBAB (*Cause*) = Faktor-faktor yang secara signifikan memberikan pengaruh dan mengakibatkan sesuatu pada kualitas *output* kerja.

Diagram sebab akibat ini sangat bermanfaat untuk mencari faktor-faktor penyebab sedetail-detailnya (*uncountable*) dan mencari hubungannya dengan penyimpangan kualitas kerja yang ditimbulkannya. Untuk itu, langkah-langkah dasar yang harus dilakukan di dalam membuat diagram sebab akibat dapat diuraikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2003):

LANGKAH 1 : Tetapkan karakteristik kualitas yang akan dianalisis. *Quality Characteristics* adalah kondisi yang ingin diperbaiki dan dikendalikan. Usahakan adanya tolok ukur yang jelas dari permasalahan tersebut sehingga perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilakukan.

LANGKAH 2 : Tulis faktor-faktor penyebab utama (*main causes*) yang diperkirakan merupakan sumber terjadinya penyimpangan atau yang mempunyai akibat pada permasalahan yang ada tersebut.

LANGKAH 3 : Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci yang secara nyata berpengaruh atau mempunyai akibat pada faktor-faktor penyebab utama tersebut. Tuliskan detail faktor tersebut di kiri-kanan gambar panah cabang faktor-faktor utama dan buatlah anak panah (*ranting*) menuju ke arah panah cabang tersebut.

LANGKAH 4 : *CHECK!* Apakah semua *items* yang berkaitan dengan karakteristik kualitas *output* maka metode *brainstorming* akan merupakan satu cara yang efektif digunakan. Pertanyaan “mengapa” secara berantai akan membantu mencari penyelesaian masalah secara tuntas.

LANGKAH 5 : Carilah faktor-faktor penyebab yang paling dominan! Dari diagram yang sudah lengkap, dibuat pada langkah 3 dicari faktor-faktor penyebab yang dominan secara berurutan

dengan menggunakan diagram Pareto. Apabila kesulitan di dalam menetapkan urutan ini, maka pilihlah faktor-faktor penyebab yang dominan tadi dengan jalan *voting* atau pemilihan suara terbanyak, selanjutnya tuliskan urutan tersebut dalam diagram yang sudah ada.

## 2.10 Diagram 5W+1H

5W + 1H adalah salah satu metode *kaizen* (*continuous improvement*) yang digunakan untuk menganalisis permasalahan yang terjadi secara detail dengan tujuan untuk meningkatkan cara bekerja. Proses peningkatan kualitas (proses perbaikan kualitas) memerlukan komitmen untuk perbaikan yang melibatkan secara seimbang antara aspek manusia (motivasi) dan aspek teknologi (teknik). *Kaizen* pada dasarnya merupakan suatu kesatuan pandangan yang komprehensif dan teintegrasi yang bertujuan untuk melaksanakan perbaikan secara terus-menerus (Gaspersz, 2001). Semangat *kaizen* berlandaskan pada pandangan berikut:

1. Hari ini harus lebih baik daripada kemarin, dan hari esok harus lebih baik daripada hari ini.
2. Tidak boleh ada satu hari pun yang lewat tanpa perbaikan/peningkatan.
3. Masalah yang timbul merupakan suatu kesempatan untuk melaksanakan perbaikan/peningkatan.
4. Menghargai adanya perbaikan/peningkatan meskipun kecil.
5. Perbaikan/peningkatan tidak harus memerlukan investasi yang besar.

Dalam melaksanakan *kaizen*, dapat menggunakan panduan bertanya 5W+1H seperti *what*, *who*, *where*, *when*, *why*, dan *how* (apa, siapa, dimana, kapan, mengapa, dan bagaimana) dan biasanya disajikan dalam bentuk tabel, berikut penjelasan tentang 5W+1H :

1. *What* (apa), suatu pertanyaan yang bertujuan untuk mencari tahu sesuatu yang terjadi.
2. *Who* (siapa), suatu pertanyaan yang bertujuan mencari tahu orang atau subjek yang melakukan sesuatu.

3. *Where* (dimana), suatu pertanyaan yang bertujuan mencari tahu tempat kejadian suatu peristiwa tersebut terjadi.
4. *When* (kapan), suatu pertanyaan yang bertujuan untuk mencari tahu waktu terjadinya suatu peristiwa.
5. *Why* (mengapa), suatu pertanyaan yang bertujuan mencari tahu latar belakang atau penyebab terjadinya peristiwa itu terjadi.
6. *How* (bagaimana), suatu pertanyaan yang bertujuan mencari tahu proses peristiwa itu terjadi.

Adapun penjelasan secara lengkap mengenai pertanyaan-pertanyaan yang digunakan dalam analisis 5W+1H dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Rencana Perbaikan

| Tindakan Jenis   | 5W+1H                   | Deskripsi                                                                                                                        | Tindakan                                                                                                    |
|------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tujuan utama     | <i>What</i> (Apa)?      | Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/peningkatan kualitas?                                                               | Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.                                                        |
| Metode           | <i>How</i> (Bagaimana)? | Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?<br>Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik?        | Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada.                                              |
| Alasan kegunaan  | <i>Why</i> (Mengapa)?   | Menjelaskan kegunaan dari rencana perbaikan                                                                                      | Merumuskan target kebutuhan pelanggan                                                                       |
| Lokasi           | <i>Where</i> (dimana)?  | Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan?<br><br>Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?                              | Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama. |
| Sekuens (urutan) | <i>When</i> (bilamana)? | Bila mana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan?<br><br>Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian? | Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama. |

Lanjut...

Tabel 2.4 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Rencana Perbaikan (Lanjutan)

| Tindakan Jenis | 5W+1H        | Deskripsi                                                                                                                                | Tindakan                                          |
|----------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Orang          | Who (siapa)? | Apakah ada orang lain yang dapat aktivitas rencana tindakan itu?<br><br>Mengapa orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu? | aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama. |

(Sumber: Gasperz, 2001)

## 2.11 Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Walter Shewhart dari Bell Telephone Laboratories, Amerika Serikat, pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special-cause variation*) dan variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common cause variation*) (Gasperz dan Fontana, 2011). Variasi adalah ketidakseragaman dalam sistem industri sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas pada produk (barang atau jasa) yang dihasilkan. Timbulnya variasi pada dasarnya dapat disebabkan oleh dua sumber, yang diklasifikasikan sebagai berikut (Gasperz dan Fontana, 2011):

1. Variasi Penyebab Khusus (*Special Causes of Variation*) adalah kejadian-kejadian di luar sistem yang mempengaruhi variasi dalam sistem. Penyebab khusus dapat bersumber dari manusia, peralatan, material, lingkungan, metode kerja, dan lain-lain. Penyebab khusus ini mengambil pola-pola non acak sehingga dapat didefinisikan atau ditemukan, sebab mereka tidak selalu aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses sehingga menimbulkan variasi. Jenis variasi sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang melewati atau keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limit*) dalam konteks pengendalian proses statistik menggunakan peta-peta kendali (*control chart*).
2. Variasi Penyebab Umum (*Common Cause of Variation*) adalah faktor-faktor di dalam sistem atau yang melekat pada proses yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem serta hasil-hasilnya. Penyebab umum sering disebut

juga penyebab acak (*random cause*) atau penyebab sistem (*system cause*). Penyebab umum ini selalu melekat pada sistem, untuk menghilangkannya harus ditelusuri elemen-elemen dalam sistem itu. Pihak manajemen yang hanya dapat memperbaikinya, karena pihak manajemenlah yang mengendalikan sistem itu. Jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang berada dalam batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limits*) dalam konteks pengendalian proses statistikal dengan menggunakan peta-peta kendali.

Menurut Gaspersz dan Fontana (2011), pada dasarnya setiap peta kendali memiliki:

1. Batas tengah (*center line*), yang biasa dinotasikan dengan BT atau CL.
2. Sepasang batas kontrol (*control limits*), dimana satu batas kontrol ditempatkan diatas garis tengah yang dikenal sebagai batas kontrol atas (*upper control limit*), biasa dinotasikan sebagai BKA atau *UCL* dan yang satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kontrol bawah (*lower control limit*), biasa dinotasikan sebagai BKB atau *LCL*.
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik yang menggambarkan keadaan dari proses.
4. Jika semua nilai-nilai ditebarkan (*di-plot*) pada peta itu berada di dalam batas kontrol tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam keadaan terkontrol atau terkendali secara statistikal atau dikatakan berada dalam pengendalian statistikal. Namun, jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu berada di luar batas-batas kontrol atau memperlihatkan kecenderungan tertentu. Maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam keadaan di luar kendali (tidak terkontrol) atau tidak berada dalam pengendalian statistikal. Sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk mencari penyebabnya.

#### **2.11.1 Peta Kendali $\bar{X}$**

Peta ini akan menggambarkan variasi harga rata-rata (*mean*) dari suatu sampel lot data (data yang dihasilkan dalam kelompok-kelompok) yang ditarik dari suatu proses kerja. Menurut Wignjosoebroto (2003), pengelompokkan data ini bisa dilakukan berdasarkan:

1. Hari atau satuan waktu lainnya dimana sampel akan diambil
2. Kelompok atau grup-grup pekerja yang melakukan pekerjaan sama
3. Dan lain-lain

Jumlah data dalam masing-masing kelompok ini dinyatakan dengan  $n$ , sedangkan jumlah sampel lot atau kelompok =  $k$ . Pengelompokan data dilakukan perlu memerhatikan hal-hal berikut (Wignjosoebroto, 2003):

1. Data yang diperoleh dengan kondisi teknis yang sama, kelompokkan ke dalam satu kelompok data.
2. Jangan memasukkan data dari kelompok lain karena mungkin kondisi atau sifat kelompoknya mungkin berbeda (tidak homogen)

Variasi data akan diajukan dengan memerhatikan daerah sekitar garis sentral ( $\bar{X}$  atau *grand mean*). Menurut Wignjosoebroto (2003), batas-batas kontrol untuk peta  $\bar{X}$  ini adalah:

$$\text{Batas Kontrol Atas (BKA)} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\text{Batas Kontrol Bawah (BKB)} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan:

1.  $A_2$  adalah suatu faktor yang harganya akan tergantung pada jumlah data yang diambil dalam masing-masing sampel lot ( $n$ ).
2.  $\bar{R}$  adalah harga rata-rata dari selisih harga maksimum dan minimum dari data masing-masing sampel lot.
3.  $\bar{\bar{X}}$  adalah garis sentral dari peta kendali  $\bar{X}$

### 2.11.2 Peta Kendali R

Peta ini akan menggambarkan variasi dari *range* sampel lot data yang ditarik dari suatu proses kerja (Wignjosoebroto, 2003). Variasi data juga akan ditujukan dengan memerhatikan daerah sekitar garis sentral yang dalam hal ini adalah harga *range* rata-rata ( $R$ ). Menurut Wignjosoebroto (2003), batas-batas kontrol untuk peta  $R$  ini adalah:

$$\text{Batas Kontrol Atas (BKA)} = D_4 \bar{R} \dots \dots \dots (2.11)$$

$$\text{Batas Kontrol Bawah (BKB)} = D_3 \bar{R} \dots \dots \dots (2.12)$$

Seperti halnya dengan  $A_2$ , maka harga  $D_3$  dan  $D_4$  akan tergantung pada *sample lot sizes* ( $n$ ).

## 2.12 Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses $C_p$ dan $C_{pk}$

### 2.12.1 Indeks Kapabilitas Proses $C_p$

Indeks kapabilitas proses  $C_p$  dihitung berdasarkan formula (Gasperz dan Fontana, 2011):

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6 \cdot S} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan:

1. BSA merupakan Batas Spesifikasi Atas dan BSB merupakan Batas Spesifikasi Bawah  $CTQ$  yang ingin dikendalikan
2.  $s$  adalah nilai *standard deviation*  $CTQ$  proses yang sedang dikendalikan itu.

Persyaratan asumsi penggunaan formula ini adalah bahwa distribusi proses harus berdistribusi normal dan nilai rata-rata proses ( $\bar{X}$ ) harus tepat sama dengan nilai target ( $T$ ), yang berarti nilai  $\bar{X}$  proses harus tepat berada di tengah interval nilai BSA dan BSB (Gasperz dan Fontana, 2011). Nilai referensi untuk menentukan kapabilitas proses yang sedang dikendalikan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Hubungan antara  $C_p$  dan Kapabilitas Proses

| $C_p$ | Kapabilitas Proses |
|-------|--------------------|
| 0,33  | 1,0 Sigma          |
| 0,50  | 1,5 Sigma          |
| 0,67  | 2,0 Sigma          |
| 0,83  | 2,5 Sigma          |
| 1,00  | 3,0 Sigma          |
| 1,17  | 3,5 Sigma          |
| 1,33  | 4,0 Sigma          |
| 1,50  | 4,5 Sigma          |
| 1,67  | 5,0 Sigma          |
| 1,83  | 5,5 Sigma          |
| 2,00  | 6,0 Sigma          |
| 2,17  | 6,5 Sigma          |
| 2,33  | 7,0 Sigma          |

(Sumber: Gasperz dan Fontana, 2011)

### 2.12.2 Indeks Kapabilitas Proses Cpk

Indeks kapabilitas proses Cp (pembahasan pada di atas) memiliki keterbatasan yaitu (Gasperz dan Fontana, 2011):

1. Indeks Cp tidak dapat digunakan apabila CTQ proses yang akan dikendalikan itu hanya memiliki satu batas spesifikasi (hanya memiliki BSA atau BSB saja). Indeks Cp hanya dapat digunakan apabila CTQ proses yang akan dikendalikan itu memiliki dua nilai batas spesifikasi (BSA dan BSB)
2. Indeks Cp tidak mampu mendeteksi proses *centering*, dimana jika nilai rata-rata proses ( $\bar{X}$ ) tidak tepat sama dengan nilai target (T), maka indeks Cp akan memberikan *misleading results* (hasil yang salah dalam pengambilan keputusan). Guna mengatasi kekurangan indeks Cp, dapat digunakan indeks Cpk. Bagaimanapun juga, indeks Cpk baru dapat digunakan apabila memenuhi persyaratan asumsi bahwa proses yang dikendalikan itu harus berdistribusi normal.

Jika persyaratan asumsi distribusi normal di atas dapat dipenuhi, maka indeks Cpk dihitung berdasarkan formula (Gasperz dan Fontana, 2011):

$$Cpk = \min\{Cp(A), Cp(B)\} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana, Cp(A) diperoleh dari

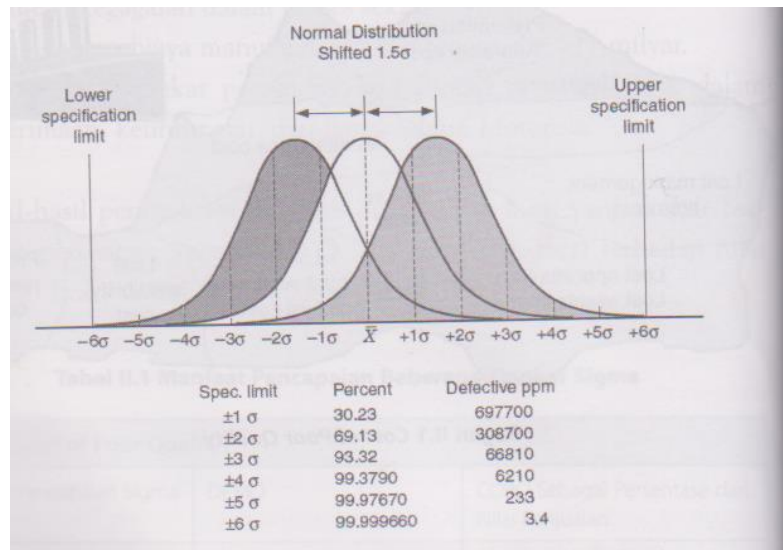
$$Cp(A) = \frac{BSA - \bar{X}}{6 \cdot S} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$Cp(B) \text{ diperoleh dari } Cp(B) = \frac{\bar{X} - BSB}{6 \cdot S} \dots\dots\dots(2.16)$$

Hubungan nilai indeks kapabilitas proses Cpk dengan kapabilitas proses sama dengan Tabel 2.5 di atas.

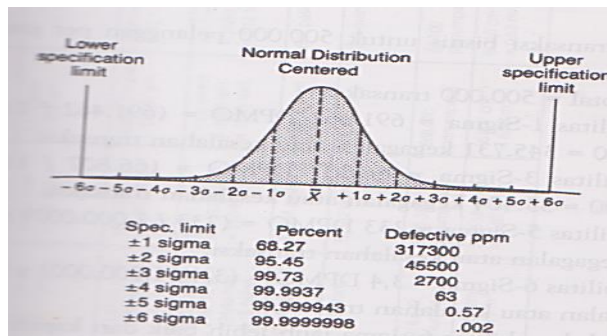
### 2.13 Pergeseran Sigma

Proses Six sigma dengan berdistribusi normal yang mengizinkan nilai rata-rata (*mean*) proses bergeser 1,5sigma dari nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan (Gaspersz, 2011), ditunjukkan dalam Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Konsep Six Sigma Motorola dengan distribusi normal Bergeser 1,5sigma  
(Sumber: Gaspersz, 2011)

Perlu dicatat dan dipahami bahwa sejak awal bahwa konsep Six Sigma Motorola dengan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) dari proses yang diizinkan sebesar 1,5sigma berbeda dari konsep Six Sigma dalam distribusi normal terpusat yang umum dipahami selama ini, yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) proses seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Konsep Six Sigam dengan Distribusi Normal Terpusat (Tidak Bergeser)  
(Sumber: Gaspersz, 2011)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian merupakan sebuah cara untuk mengetahui hasil dari sebuah permasalahan yang spesifik. Selain itu, metodologi penelitian juga membahas mengenai cara-cara dalam penelitian berdasarkan fakta-fakta secara ilmiah yang teruji kebenarannya. Bab ini menguraikan langkah-langkah penelitian secara urut dan rinci, sehingga penelitian dapat dilakukan dengan lebih terarah dan terencana agar tujuan penelitian yang telah ditetapkan dapat tercapai.

#### **3.1 Jenis dan Sumber Data**

##### **3.1.1 Jenis-Jenis Data**

Data merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan penelitian. Data yang dikumpulkan adalah data yang berkaitan dengan proses pemecahan masalah yang akan dibahas, baik data primer maupun data sekunder. Data primer digunakan untuk pengolahan sedangkan data sekunder digunakan sebagai penunjang data primer. Jenis-jenis data berdasarkan sumber pengambilannya terbagi menjadi 2 (dua) yang dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

##### **1. Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung (dari tangan pertama). Data primer diperoleh menggunakan alat ukur, atau pengambilan data langsung pada subjek (orang) sebagai sumber informasi. Data primer yang digunakan pada penelitian ini ialah pengukuran *concentricity Weight Dynamic Damper* sebelum perbaikan (Januari–Februari 2018) dan sesudah perbaikan (April–Mei 2018), serta diameter ketiga *plate Weight Dynamic Damper*.

##### **2. Data Sekunder**

Data sekunder adalah data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### **a. Sistem ketenagakerjaan**

- b. Deskripsi produk
- c. Material dan kekuatan tarik yang dimiliki ketiga *plate Weight Dynamic Damper*
- d. Proses produksi *Weight Dynamic Damper*
- e. Dimensi *jig OP-20 WR G*
- f. *Checksheets Weight Dynamic Damper* di *predelivery check pressed part*
- g. Jumlah produksi *Weight Dynamic Damper*
- h. Jumlah *defective Weight Dynamic Damper*
- i. Jumlah *defect* berdasarkan dimensi pada *Weight Dynamic Damper*
- j. Interpolasi antropometri telapak tangan orang Indonesia yang didapat dari interpolasi

### **3.1.2 Sumber Data**

Informasi atau data pada penelitian ini, baik data primer maupun data sekunder bersumber dari:

1. Data primer bersumber dari pengukuran *concentricity* dan diameter produk secara langsung di proses *welding Weight Dynamic Damper* pada *Welding Robot G*.
2. Data sekunder bersumber dari Departemen *Human Resource Development (HRD)*, Departemen Produksi, Departemen *Quality Control* PT GKD, dan buku karangan Nurmianto.

### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi-informasi yang berkaitan dengan objek yang akan diteliti. Beberapa metode digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Studi Lapangan

Pengumpulan data dilakukan dengan cara penelitian langsung terhadap objek yang diteliti di lapangan, yang dilakukan melalui cara atau teknik sebagai berikut:

a. Wawancara (*Interview*)

Wawancara yaitu metode pengumpulan data dan informasi dengan mengajukan pertanyaan secara langsung untuk mendapatkan data yang diperlukan kepada *leader* dan operator serta staf produksi yang mengetahui dengan jelas permasalahan yang akan dibahas.

b. Penelitian Pustaka (*Library Research*)

Dalam penyusunan tugas akhir ini, dilakukan pula penelitian kepustakaan yaitu dengan cara membaca dan mempelajari teori yang tertuang dalam buku, literatur, catatan kuliah dan jurnal yang berhubungan dengan masalah pokok penelitian ini.

c. Observasi Langsung

Observasi langsung yaitu metode yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan data yang akurat. Dalam hal ini dilakukan mengamati cara kerja pada proses *welding* dan mengamati penyebab terjadinya cacat.

2. Studi Pustaka

Penelitian secara teoritis dilakukan dengan mempelajari buku-buku atau ketentuan-ketentuan pedoman yang ada hubungannya dengan topik yang dibahas dalam penelitian ini, termasuk mempelajari pedoman-pedoman yang ada di perusahaan. Studi pustaka dalam penelitian ini berkaitan dengan minimasi *defect inconcentricity* melalui perancangan *fixture* saat *clamping* pada proses *welding* sebagai cara untuk memecahkan masalah.

### 3.3 Teknik Analisis

Langkah-langkah dalam metodologi pemecahan masalah ini dimulai dari suatu studi lapangan pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian.

#### 3.3.1 Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan pengumpulan data secara langsung ke lapangan terhadap objek yang diteliti di lapangan. Studi lapangan dilakukan dengan menggunakan teknik pengumpulan data dengan wawancara langsung kepada *supervisor* atau *leader* maupun operator pada proses produksi *Weight Dynamic*

*Damper* pada proses *welding*, juga staf dan *foreman* bagian *quality control* serta melakukan pengamatan langsung. Maksud dari studi lapangan yang dilakukan adalah untuk mengetahui kondisi aktual dan permasalahan yang terjadi secara akurat mengenai cacat *inconcentricity* yang terjadi pada *Weight Dynamic Damper*, khususnya proses *welding* WR G di PT GKD.

### **3.3.2 Studi Pustaka**

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari berbagai buku, jurnal dan referensi-referensi yang terkait secara langsung atau tidak langsung dengan masalah yang dihadapi, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

### **3.3.3 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah merupakan masalah yang dibatasi dan dirumuskan dalam bentuk kalimat tanya, yang kemudian dicari solusi pemecahannya. Pada penelitian ini perumusan masalah telah dijelaskan pada bab I.

### **3.3.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian merupakan pernyataan mengenai apa yang akan dihasilkan atau dicapai oleh peneliti. Tujuan penelitian telah dijelaskan pada bab I.

### **3.3.5 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data menjelaskan mengenai data yang telah dikumpulkan selama penelitian. Pada penelitian ini, data yang telah dikumpulkan telah dijelaskan pada bab I.

### **3.3.6 Pengolahan Data**

Pengolahan data merupakan urutan langkah-langkah yang disusun secara sistematis untuk mengolah data dan informasi yang diperoleh. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan diagram Pareto *reject ratio* sebelum menggunakan *fixture*

Pembuatan diagram Pareto dilakukan dengan menghitung persentase masing-masing *defect*, kemudian mengurutkan persentase *defect* tersebut dari yang terbesar ke terkecil. Pembuatan diagram Pareto dilakukan berdasarkan urutan persentase *defect* terbesar ke terkecil.

2. Perhitungan gaya cekam *clamping jig* OP-20

Perhitungan gaya cekam pada *clamping jig* OP-20 dilakukan dengan membandingkan antara gaya yang diberikan oleh proses *welding* dikali *safety factor*  $WR G$  dengan koefisien gesek statis.

3. Perhitungan gaya cekam yang dibutuhkan untuk menahan *Weight Dynamic Damper* di *jig* OP-20

Perhitungan gaya cekam yang dibutuhkan untuk menahan *Weight Dynamic Damper* dilakukan dengan mengalikan massa dari *Weight Dynamic Damper* dengan gaya gravitasi bumi dibagi dengan koefisien gesek statis.

4. Perhitungan luas permukaan pada *fixture locator*

Luas permukaan pada *fixture locator* dihitung dengan menyesuaikan dengan diameter *plate* 3 dan 2 *Weight Dynamic Damper* yang diberikan toleransi. Luas permukaan *locator* pada bagian atas diukur dengan menghitung diameter dalam *plate* 3. *Locator* pada bagian atas dibuat dengan mengikuti diameter *plate* 3 yang diberikan toleransi agar *locator* tidak sulit masuk ke diameter *Weight Dynamic Damper*. Luas permukaan *locator* pada bagian bawah diukur dengan menghitung diameter dalam *plate* 2. *Locator* pada bagian bawah dibuat dengan mengikuti diameter *plate* 2 yang diberikan toleransi.

5. Pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan  $R$  sebelum menggunakan *fixture*

Peta kendali yang digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali  $\bar{X}$  dan  $R$ . Pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan  $R$  dilakukan dengan melakukan perhitungan terhadap  $\bar{X}$  dan  $R$  untuk setiap *subgroup*. Kemudian, menghitung  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{\bar{R}}$ , selanjutnya  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{\bar{R}}$  tersebut dapat digunakan untuk menghitung Batas Kendali Atas (BKA), Batas Tengah (BT), dan Batas Kendali Bawah (BKB) pada masing-masing sampel.  $\bar{\bar{X}}$  pada peta kendali  $\bar{X}$  digunakan sebagai Batas Tengah (BT). Setelah diketahui BKA, BT dan BKB maka dapat dibuat peta kendali  $\bar{X}$  dan  $R$ . Jika terdapat data proses yang keluar dari batas kendali, maka dilakukan perhitungan ulang dengan cara membuang data yang keluar dari batas kendali tersebut.

### 3.3.7 Analisis dan Pembahasan

Pada bagian analisis akan diketahui apakah hasil analisis dari pengolahan data dapat membantu mengurangi masalah yang terjadi pada PT GKD. Analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisis diagram Pareto *reject ratio* sebelum menggunakan *fixture*  
Analisis ini dilakukan dengan membahas hasil perhitungan jenis cacat yang paling dominan pada proses *welding* yang telah dilakukan pada tahap pengolahan data, agar dapat memprioritaskan penyelesaian masalah.
2. Analisis peta kendali  $\bar{X}$  dan R sebelum menggunakan *fixture*  
Analisis ini digunakan dengan melihat data pengukuran *concentricity* apakah data proses sudah dalam batas pengendalian statistik atau belum. Batas pengendalian kualitas terdiri dari Batas Kendali Atas dan Batas Kendali Bawah. Jika data keluar dari batas pengendalian kualitas, maka dilakukan analisis variansi yang mempengaruhi, apakah dikarenakan oleh variansi umum atau khusus. Setelah diketahui jenis variansi yang mempengaruhi, maka dapat dilakukan analisis rencana perbaikan untuk penyebabnya.
3. Analisis sebab akibat dengan diagram Ishikawa  
Analisis ini dilakukan dengan menemukan akar permasalahan dari faktor terjadinya *defect inconcentricity* pada *Weight Dynamic Damper*.
4. Analisis gaya cekam yang dibutuhkan *fixture*  
Analisis gaya cekam yang dibutuhkan *fixture* dilakukan dengan melihat selisih gaya cekam yang sudah diberikan oleh *clamping jig* OP-20 dengan gaya cekam yang dibutuhkan oleh *Weight Dynamic Damper*.

### 3.3.8 Perancangan Fixture

Pada bagian perancangan *fixture* akan dilakukan beberapa tahapan guna menghasilkan rancangan akhir *fixture* berdasarkan pada pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan sebelumnya. Adapun tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penentuan desain konsep *fixture*  
Penentuan desain konsep *fixture* dilakukan dengan membahas alasan penentuan desain konsep *fixture* *Weight Dynamic Damper* yang akan

digunakan guna meminimasi *defect inconcentricity* yang terjadi pada *Weight Dynamic Damper*. Adapun pembuatan desain konsep *fixture* ini dilakukan dengan menggunakan *software* SolidWorks versi 2013.

2. Perancangan dimensi *fixture*

Perancangan dimensi *fixture* dilakukan dengan menjelaskan penentuan dimensi *fixture Weight Dynamic Damper* yang menyesuaikan dengan desain *fixture* dan objek penelitian, dalam hal ini *Weight Dynamic Damper*.

3. Pemilihan *material* yang digunakan pada *fixture*

Pemilihan *material* yang digunakan pada penyusunan *fixture* dilakukan dengan membahas pemilihan *material* yang cocok untuk *fixture Weight Dynamic Damper*, khususnya pada *jig* OP-20 WR G. Pemilihan *material* dilakukan berdasarkan kekuatan tarik *material Weight Dynamic Damper* sebagai objek yang bersentuhan langsung dengan *fixture* tersebut.

4. Prinsip kerja *fixture*

Prinsip kerja *fixture* dapat ditentukan setelah *material* rancangan *fixture*. Prinsip kerja *fixture* menjabarkan bagaimana cara kerja *fixture* terhadap benda kerja (dalam hal ini *Weight Dynamic Damper*) dan terhadap *jig* OP-20.

5. Rancangan akhir *fixture*

Rancangan akhir *fixture* didapat setelah mengetahui konsep, dimensi, dan *material* yang tepat bagi *fixture*. Rancangan akhir *fixture* ini yang akan diimplementasikan guna meminimasi *defect inconcentricity* pada *Weight Dynamic Damper*.

6. Analisis tingkat keamanan *fixture*

Analisis tingkat keamanan *fixture* dilakukan dengan bantuan *software* SolidWorks versi 2013. Tingkat keamanan dapat diperhitungkan setelah mengetahui bentuk dan *material fixture* dengan bantuan *software* tersebut.

### 3.3.9 Hasil Implementasi

Implementasi dilakukan apabila desain *fixture* sudah memenuhi kriteria dan dapat dilakukan perhitungan atau hasil setelah *improvement* yang meliputi:

1. Membuat diagram Pareto serta peta kendali  $\bar{X}$  dan R setelah menggunakan *fixture*

Diagram Pareto serta peta kendali  $\bar{X}$  dan R dibuat kembali setelah menerapkan perbaikan dengan menggunakan *fixture* pada *Weight Dynamic Damper*, tujuannya untuk membandingkan keadaan sebelum dan setelah menggunakan *fixture*.

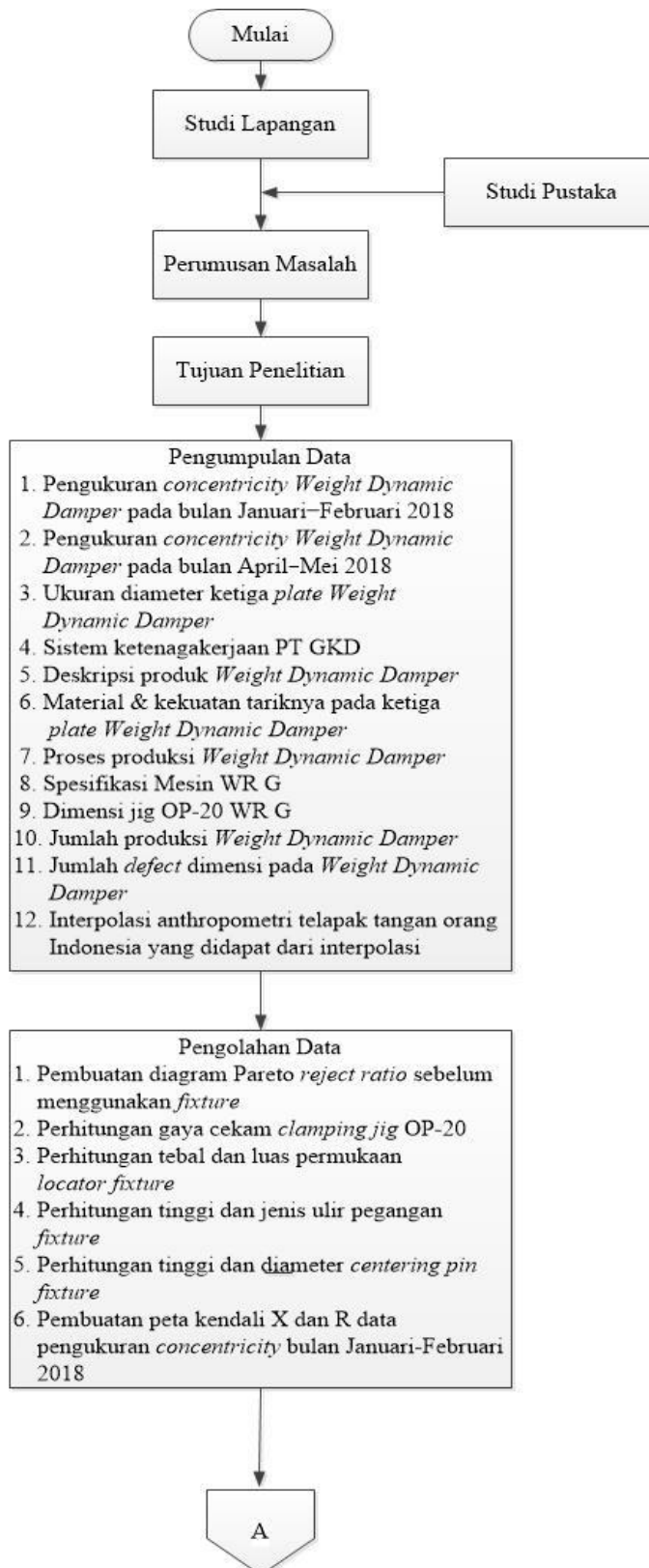
2. Membuat hasil perbandingan sebelum dan sesudah menggunakan *fixture*

Setelah mendapatkan hasil perhitungan diagram Pareto serta peta kendali  $\bar{X}$  dan R setelah menggunakan *fixture*, maka tahap selanjutnya adalah membandingkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan. Apakah dari hasil penggunaan *fixture* tersebut jumlah *defect Weight Dynamic Damper* akibat *inconcentricity* menurun atau tidak.

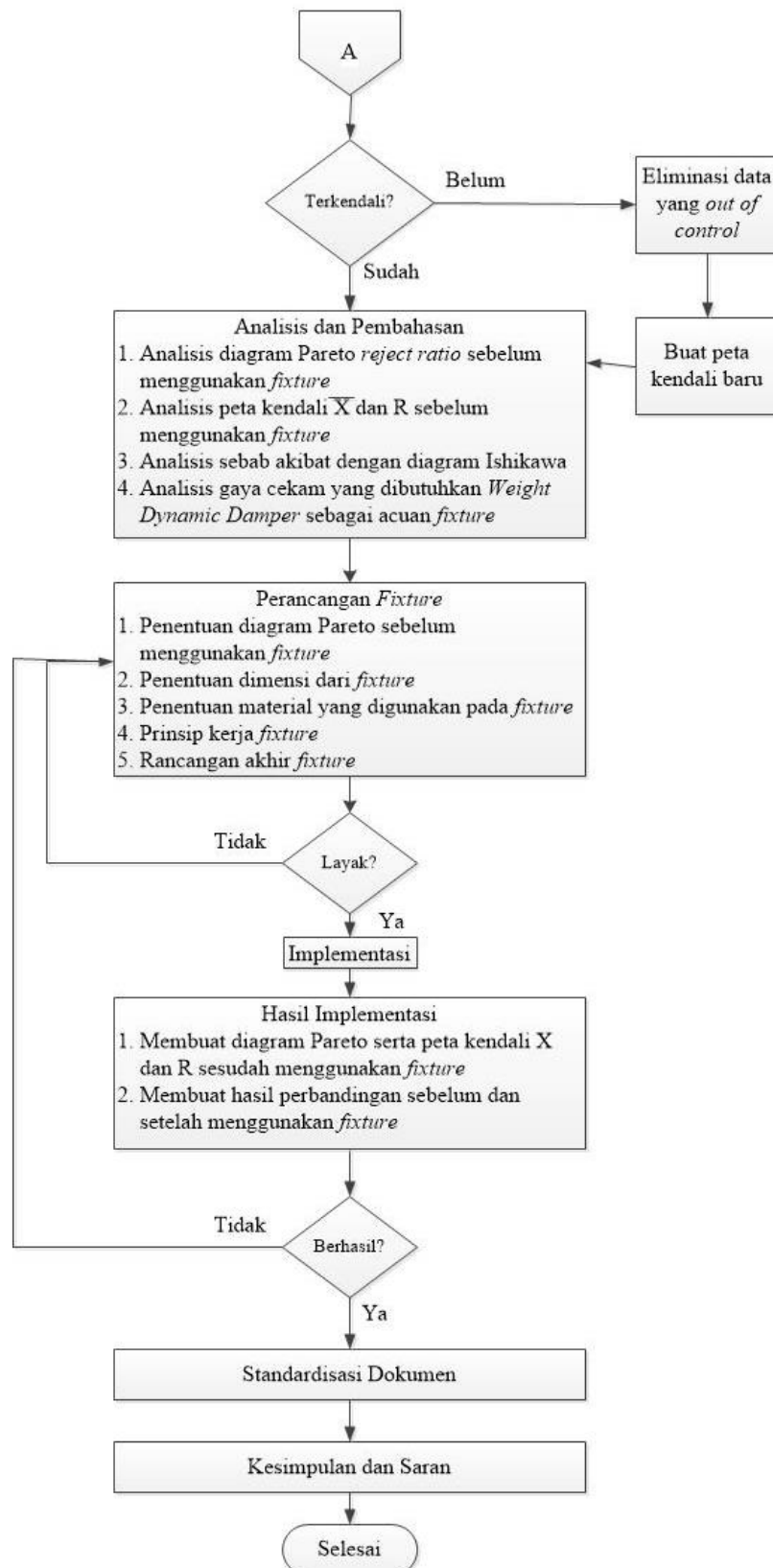
### 3.3.10 Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir dari penelitian ini adalah menentukan kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan jawaban dari perumusan masalah yang ada, dapat berupa informasi dan nilai. Saran merupakan usulan yang diberikan untuk perusahaan atau penelitian berikutnya sehingga diharapkan dapat lebih baik dari sebelumnya.

Berdasarkan penjelasan teknik analisis data sebelumnya dapat dibuat kerangka berfikir untuk pemecahan masalah yang telah disebutkan sebelumnya. Kerangka pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah  
(Sumber: Hasil Pemikiran)



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah  
(Sumber: Hasil Pemikiran)

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Data merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan penelitian. Pengumpulan dan pengolahan data yang benar sangat berpengaruh dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Pengumpulan data menjelaskan mengenai data yang telah dikumpulkan sebelumnya guna membantu penyusunan tugas akhir.

##### **4.1.1 Sejarah dan Perkembangan Perusahaan**

Perkembangan industri komponen kendaraan bermotor di tanah air terus meningkat seiring dengan kemajuan industri kendaraan bermotor. Berkaitan dengan hal tersebut, PT Inti Ganda Perdana *Group* (IGP Group) turut mengambil bagian dan berperan dalam kegiatan industri suku cadang aksesoris kendaraan roda empat atau lebih. IGP *Group* yang mulanya bernama Gemala Kempa Daya *Group* (GKD *Group*) saat ini terdiri dari 4 (empat) perusahaan, yaitu:

1. PT Inti Ganda Perdana (IGP)
2. PT Gemala Kempa Daya (GKD)
3. PT Asano Gear Indonesia (AGI)
4. PT Akashi Wahana Indonesia (AWI)

Total luas kawasan industri IGP *Group* adalah 153.783m<sup>2</sup>. Pemegang SIPPT atas lahan tersebut ialah PT IGP (67.755 m<sup>2</sup>), PT GKD (45.353 m<sup>2</sup>), PT AGI (5.642 m<sup>2</sup>) dan PT AWI (11.200 m<sup>2</sup>).

Perusahaan pertama yang didirikan oleh PT IGP *Group* adalah PT GKD pada tanggal 7 Oktober 1980 dengan akte Nyonya Rukma Santi Hardjasatya, SH No. 15 dan mendapat lisensi pada tanggal 22 September 1981. Adapun pemilik saham dari perusahaan ini antara lain Astra *Group*, PT Saptya Panji Manggala, PT Mudaya Corp, PT Trikirana Investindo Prima, PT Santiluwansa Lestari dan PT Wahanalaksana Kertapradhana. Pada bulan Januari dan Februari 1986, PT GKD melakukan uji coba produksi komersialnya seperti rangka truk ukuran besar dengan menggunakan mesin *press* yang dimilikinya, yaitu mesin *press* 2000 ton.

Kemudian, pada bulan September 1987 perusahaan mulai memproduksi *baking plate* untuk sistem pengereman mobil.

Seiring dengan perkembangannya dan guna menjawab tantangan pasar, PT GKD melakukan uji coba proses produksi dengan menggunakan mesin *press* 4000 ton pada bulan Agustus 1992 dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 700 orang. Adapun sebagai bisnis dan hasil produksi utamanya, PT GKD memproduksi *frame chassis* dan *pressed part*. PT GKD bertekad untuk menjadi produsen *frame chassis* dan *pressed part* dengan daya saing terbaik di wilayah global. Tabel 4.1 merupakan tabel profil perusahaan PT GKD yang telah berdiri pada tanggal 7 Oktober 1980 dan memproduksi *frame chassis* dan *pressed part*.

Tabel 4.1 Profil Perusahaan PT GKD

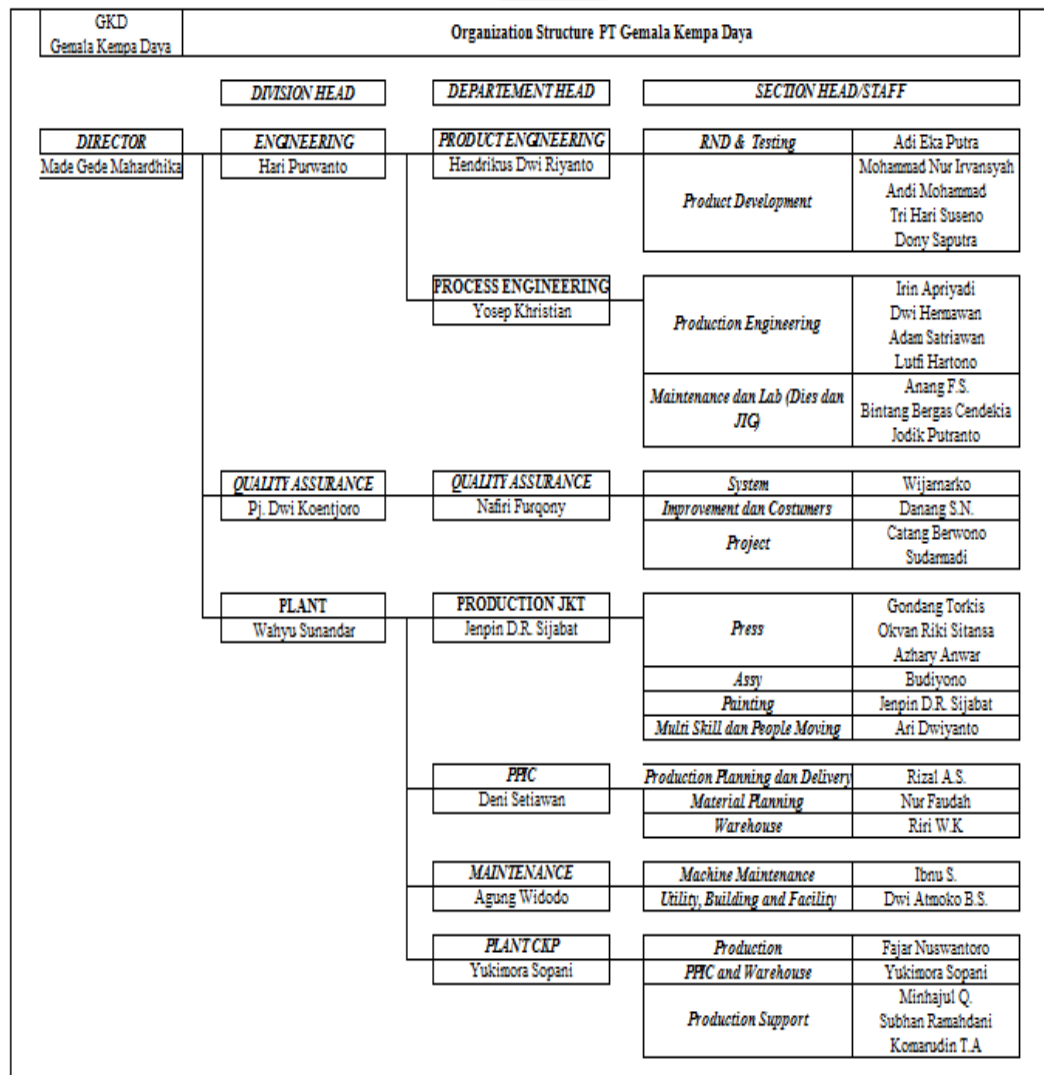
|                   |                                                                    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Nama Perusahaan   | PT Gemala Kempa Daya (GKD)                                         |
| Status Perusahaan | Perseroan Terbatas                                                 |
| Status Investasi  | Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN)                                |
| Tanggal Berdiri   | 7 Oktober 1980                                                     |
| Alamat Kantor     | JL. Pegangsaan Dua A1 KM 1.6, Kelapa Gading<br>Jakarta Utara 14250 |
| Referensi Standar | ISO TS 16949                                                       |
|                   | ISO 14001                                                          |
|                   | OHSAS                                                              |
| Pemegang Saham    | PT. Astra Otoparts Tbk (50.7%)                                     |
|                   | PT. Sapta Panji Manggala (30%)                                     |
|                   | PT. Trikirana Investindo Prima (7.5%)                              |
|                   | PT. Santiniluwansa Lestari (6.8%)                                  |
|                   | PT. Wahanalaksana Kertapradhana (5%)                               |
| Jumlah Karyawan   | 886 orang                                                          |
| Luas Pabrik/Lahan | 215.723 m <sup>2</sup> /45.353 m <sup>2</sup>                      |
| Waktu Kerja       | 07.30 - 16.15 (Senin-Kamis)                                        |
|                   | 07.30 - 16.30 (Jumat)                                              |
| Jenis Produk      | <i>Frame Chassis</i> dan <i>Pressed Parts</i>                      |
| <i>Costumers</i>  | Mitsubishi (KTB) - <i>Frame Chassis</i>                            |
|                   | Hino (HMMI) - <i>Frame Chassis</i>                                 |
|                   | Nissan UD (AMT) - <i>Frame Chassis</i>                             |
|                   | Suzuki (SIM) - <i>Frame Chassis</i>                                |
|                   | <i>Others - Pressed Parts</i>                                      |

(Sumber: PT GKD)

#### 4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Guna tercapainya tujuan perusahaan, maka seluruh aspek yang menunjang tujuan tersebut harus terprogram dan dapat digunakan dengan baik. Maka dari itu, manajemen mempunyai peranan penting dalam mengatur dan mengelola aspek-

aspek tersebut, hingga dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Hal tersebut tentunya perlu dilakukan kepada sumber daya manusia. Sumber daya tersebut perlu diorganisir sedemikian rupa sehingga dapat memberikan fungsi yang seoptimal mungkin. Struktur organisasi PT GKD dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan  
(Sumber: PT GKD)

Adapun uraian tugas dari masing-masing bagian yang ada di struktur organisasi tersebut dijelaskan di bawah ini:

#### 1. Direktur

Bertanggung jawab dan mempunyai kewenangan penuh dalam mengendalikan seluruh kegiatan perusahaan.

2. Departemen *Engineering*

Bertanggung jawab terhadap desain produk yang diinginkan oleh *customer*, berkoordinasi dengan bagian produksi dalam pembuatan produk dengan desain yang baru, berkoordinasi dengan bagian *maintenance* dalam memeriksa kerusakan mesin-mesin, sehingga dapat diketahui permasalahan pada mesin tersebut.

3. Departemen Kualitas (*Quality Assurance*)

Bertanggung jawab dan menjamin bahwa semua hasil produksi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

4. Departemen Produksi

Bertanggung jawab pada semua hal yang berkaitan dengan produksi, mulai dari proses, *progress*, *problem solving*, kualitas, kuantitas, *reporting* dan lain sebagainya. Selain itu, departemen produksi juga memastikan tercapainya hasil produksi sesuai dengan rencana perusahaan baik dalam hal kuantitas, kualitas dan waktu penyelesaiannya dengan menggunakan sumber daya secara optimal.

5. Departemen *Product Planning Inventory Control (PPIC)*

Bertanggung jawab dalam menentukan seberapa besar produk yang akan diproduksi serta peninjauan kontrak kepada *customer*. Disamping itu, departemen *Product Planning Inventory Control (PPIC)* bertanggung jawab atas segala urusan yang berhubungan dengan pembelian, *PPIC* dan gudang.

6. Departemen *HRD* dan *General Affair (GA)*

Bertanggung jawab terhadap perekrutan karyawan baru, evaluasi karyawan dan pelatihan karyawan serta bertanggung jawab dalam menangani semua kebutuhan karyawan yang disediakan oleh perusahaan seperti makan, transportasi, pakaian seragam dan lain-lain.

7. Departemen *Maintenance*

Bertanggung jawab untuk melakukan perawatan dan pemeliharaan atas semua mesin atau peralatan yang dibutuhkan selama proses produksi. Selain itu, departemen *maintenance* juga mengatur seluruh kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan perawatan segala sarana dan prasarana perusahaan.

#### 4.1.3 Sistem Ketenagakerjaan

Sistem ketenagakerjaan dalam pembahasan ini meliputi jumlah tenaga kerja dan waktu kerja yang dilakukan di PT GKD. Penjelasan mengenai jumlah tenaga kerja dan waktu kerja di PT GKD dapat dilihat di bawah ini:

##### 1. Jumlah Tenaga Kerja

Berdasarkan data rekapitulasi tenaga kerja yang diperoleh dari HRD PT GKD per bulan Desember 2017, maka jumlah tenaga kerja sebanyak 1.130 orang.

##### 2. Waktu Kerja Karyawan

Sistem dan waktu kerja yang terdapat di PT GKD dapat dibedakan menjadi tenaga kerja (*non shift*), *shift* dan *overtime*. Adapun sistem dan waktu kerja PT GKD adalah sebagai berikut:

###### a. Jam Kerja Regular (*Non Shift*)

Hari kerja kantor atau regular terbagi menjadi 5 (lima) hari dalam seminggu yaitu mulai dari hari Senin sampai hari Jum'at, dengan pengaturan jam kerja dan jam istirahat sebagai berikut:

Hari Senin–Kamis : 07.30–16.15 WIB

Jam Istirahat : 11.45–12.30 WIB

Hari Jum'at : 07.30–16.30 WIB

Jam Istirahat : 11.45–12.45 WIB

###### b. Jam Kerja *Shift*

Dalam pelaksanaannya, terdapat 3 (tiga) *shift* kerja di PT GKD, yaitu *shift* pagi, *shift* sore dan *shift* malam. Pergantian *shift* tiap tenaga kerja dilakukan seminggu sekali. Apabila tenaga kerja mendapat *shift* pagi di minggu ini, maka minggu depan tenaga kerja tersebut akan mendapatkan *shift* sore, begitupun seterusnya. Adapun hari kerja tiap *shift* dilakukan mulai dari hari Senin sampai hari Jum'at. Tabel 4.2 menjelaskan pembagian waktu kerja hari Senin–Kamis. Pembagian waktu kerja di hari Jum'at dijelaskan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Pembagian Waktu Kerja Hari Senin–Kamis

| <i>Shift Kerja</i> | Waktu Kerja<br>(WIB) | Waktu Istirahat<br>(WIB) | Waktu <i>Break (Kyuke)</i><br>(WIB) |
|--------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| I                  | 07.30 – 16.15        | 11.45 – 12.45            | 10.00 – 10.10<br>14.30 – 14.40      |
| II                 | 16.30 – 24.00        | 19.30 – 20.00            | 18.00 – 18.15<br>22.00 – 22.10      |
| III                | 24.00 – 07.30        | 03.00 – 03.30            | 05.00 – 05.15                       |

(Sumber: PT GKD)

Tabel 4.3 Pembagian Waktu Kerja Hari Jum'at

| <i>Shift Kerja</i> | Waktu Kerja<br>(WIB) | Waktu Istirahat<br>(WIB) | Waktu <i>Break (Kyuke)</i><br>(WIB) |
|--------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| I                  | 07.30 – 16.30        | 11.45 – 13.00            | 10.00 – 10.10<br>14.30 – 14.40      |
| II                 | 16.30 – 24.00        | 19.30 – 20.00            | 18.00 – 18.15<br>22.00 – 22.10      |
| III                | 24.00 – 07.30        | 03.00 – 03.30            | 05.00 – 05.15                       |

(Sumber: PT GKD)

c. Jam Kerja Lembur (*Overtime*)

Perusahaan mempekerjakan tenaga kerja maksimal 7 (tujuh) jam untuk waktu lembur dalam sehari dengan perintah tertulis dari *Section Head* (Kepala Seksi) dengan persetujuan dari *Departemen Head* (Kepala Departemen). Kehadiran setiap tenaga kerja diatur oleh manajemen perusahaan, adapun peraturan tersebut antara lain:

- 1) Tenaga kerja melakukan sendiri pencatatan kehadirannya pada mesin pencatat pada waktu datang dan pulang, sebagai bukti kehadiran di tempat kerja.
- 2) Tenaga kerja yang tidak dapat masuk kerja, datang terlambat, pulang lebih awal, meninggalkan pekerjaan dalam jam kerja tanpa seizin atasannya akan dikenakan sanksi berupa potongan upah pokok.
- 3) Ketidakhadiran karena sakit yang melebihi satu hari harus dibuktikan dengan surat keterangan dokter.
- 4) Tenaga kerja tidak dapat masuk kerja di luar jam kerja, kecuali telah mendapat surat tertulis dari atasannya.

- 5) Pelanggaran oleh tenaga kerja mengenai kehadiran atau meninggalkan tempat kerja lebih cepat akan dikenakan sanksi administrasi sesuai dengan peraturan kedisiplinan.
- 6) Apabila tenaga kerja tidak masuk kerja selama 5 (lima) hari kerja berturut-turut tanpa keterangan secara tertulis dengan bukti yang sah dan telah dipanggil oleh perusahaan, maka dianggap mengundurkan diri dari pekerjaannya (Permenaker No.03/MEN/1996).
- 7) Tenaga kerja yang meninggalkan pekerjaan dalam jam kerja wajib meminta izin dari atasannya langsung dan memberikan alasan.

#### **4.1.4 Produk Perusahaan**

Produk yang dihasilkan oleh PT GKD dibagi menjadi 2 (dua), yaitu *frame chassis* dan *pressed part*. Produk yang dihasilkan oleh PT GKD dapat dilihat di bawah ini:

##### **1. *Frame Chassis***

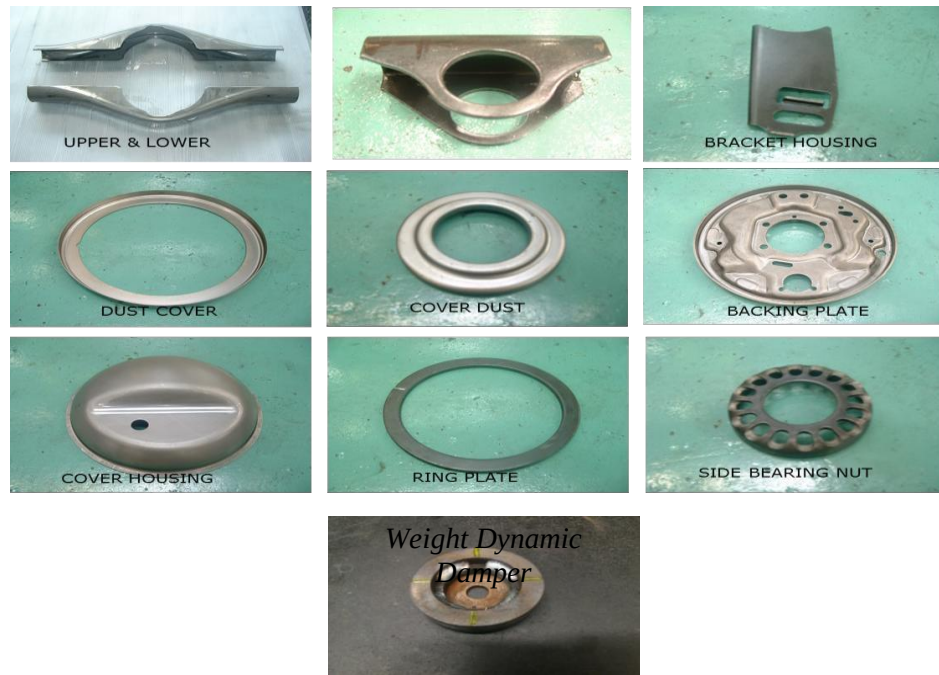
*Frame Chassis* merupakan kerangka utama yang dimiliki oleh truk atau kendaraan-kendaraan roda 4 lainnya. *Frame Chassis* terdiri dari 2 bagian yaitu bagian kanan dan bagian kiri. Secara fungsional kerangka bagian kanan dan bagian kiri *Frame Chassis* memiliki fungsi yang sama yaitu sebagai penghubung antara komponen satu dengan komponen lainnya. Produk *Frame Chassis* PT GKD dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Frame Chassis*  
(Sumber: PT GKD)

## 2. Pressed Parts

Selain memproduksi *Frame Chassis*, PT GKD juga memproduksi komponen *pressed parts*. Komponen *pressed parts* tersebut diantaranya *Cover Housing*, *Dust Cover*, *Cover Dust*, *Backing Plate*, *Ring Plate*, *Side Bearing Nut*, dan *Weight Dynamic Damper*. Gambar 4.3 menunjukkan *pressed part* PT GKD.



Gambar 4.3 Produk *Pressed Part*  
(Sumber: PT GKD)

### 4.1.5 Data Jumlah Produksi dan *Defect Pressed Part*

Data jumlah produksi dan jumlah *defect pressed part* yang dihasilkan selama bulan Januari–Februari 2018 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Jumlah Produksi dan Jumlah *Defect Pressed Part* Bulan Januari–Februari 2018

| No | Group Type           | Total Produksi<br>(unit) | Total Defect<br>(unit) | Total OK<br>(unit) |
|----|----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 1  | SBN                  | 21.486                   | 166                    | 21.320             |
| 2  | <i>Upper Lower</i>   | 6.668                    | 0                      | 6.668              |
| 3  | <i>Cover housing</i> | 12.156                   | 216                    | 11.940             |
| 4  | <i>Plate housing</i> | 11.070                   | 32                     | 11.038             |
| 5  | X38A                 | 25.600                   | 0                      | 25.600             |
| 6  | SLD                  | 18.210                   | 26                     | 18.184             |
| 7  | JY366L               | 2.174                    | 230                    | 1.944              |

Lanjut...

Tabel 4.4 Data Jumlah Produksi dan Jumlah *Defect Pressed Part* Bulan Januari–Februari 2018 (Lanjutan)

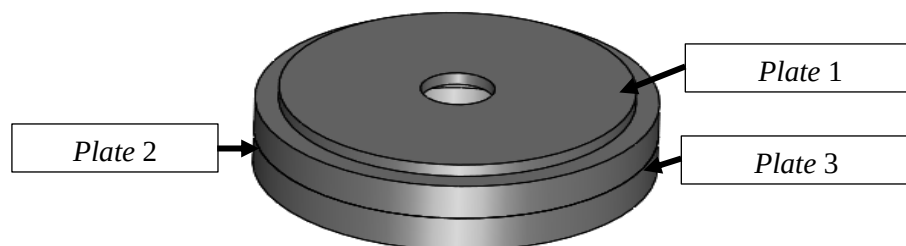
| No | Group Type | Total Produksi<br>(unit) | Total Defect<br>(unit) | Total OK<br>(unit) |
|----|------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 8  | X16D       | 9.862                    | 0                      | 9.862              |
| 9  | X99B       | 56.932                   | 310                    | 56.622             |
| 10 | X40D       | 69.478                   | 166                    | 69.312             |
| 11 | J144       | 0                        | 0                      | 0                  |
| 12 | J640       | 54.878                   | 386                    | 54.492             |
| 13 | J800A      | 10.520                   | 168                    | 10.352             |
| 14 | J650A      | 19.192                   | 112                    | 19.080             |
| 15 | X17D       | 33.616                   | 408                    | 33.208             |
| 16 | YLO        | 1.920                    | 0                      | 1.920              |
| 17 | AAIJ       | 23.484                   | 300                    | 23.184             |
| 18 | WDDX       | 18.627                   | 1.969                  | 16.658             |

(Sumber: PT GKD)

Berdasarkan Tabel 4.4, dapat dilihat bahwa terdapat 18 lini produksi *pressed parts* di PT GKD. Lini produksi *pressed part* di PT GKD diantaranya lini SBN, *Upper Lower*, *Cover Housing*, *Plate Housing*, X38A, SLD, JY366L, X16D, X99B, X40D, J144, J640, J800A, J650A, X17D, YLO, AAIJ, dan WDDX. Lini WDDX merupakan lini produk *Weight Dynamic Damper* model X PT GKD yang menjadi fokus dalam penelitian ini.

#### 4.1.6 Material Produk *Weight Dynamic Damper* dan Kekuatan Tarik yang Dimiliki

Komponen *Weight Dynamic Damper* model X terdiri dari tiga *single part*. Ketiga *single part* tersebut berbentuk *plate* dan memiliki diameter yang berbeda-beda. Adapun visualisasi produk *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Gambar 4.4.

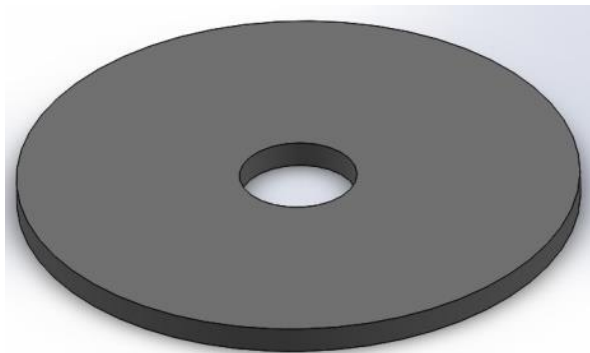


Gambar 4.4 Produk *Weight Dynamic Damper*  
(Sumber: PT GKD)

Penjelasan dari ketiga *plate Weight Dynamic Damper* adalah sebagai berikut:

1. *Plate 1*

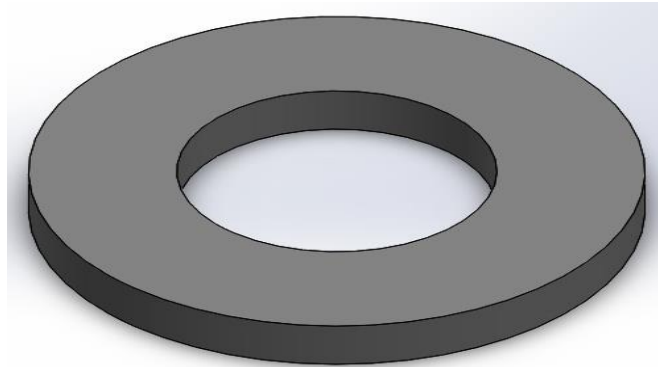
*Plate 1* berbahan dasar *raw material sheet metal* dengan tebal 3,2mm. *Hole* diameter dan diameter luar *plate 1* berturut-turut sebesar 14,2mm dan 68mm. *Raw material sheet metal* yang digunakan adalah jenis SPH440. *Material* SPH440 ini merupakan jenis *Steel Plate Hot rolled* yang memiliki minimal kekuatan tarik (*tensile strength*) 440 MPa. Dalam hal ini, jenis *material plate* ini tidak dapat dilakukan proses *hardening*. *Plate 1* ini memiliki ukuran tebal yang berbeda dan lebih kecil dibandingkan *plate 2* dan *plate 3*. Hal tersebut dikarenakan fungsi dari *plate 1* yang menempel pada *leaf spring* kendaraan. *Plate 1* memiliki massa sebesar 87,25gr. Gambar 4.5 merupakan gambar *plate 1 Weight Dynamic Damper*.



Gambar 4.5 *Plate 1 Weight Dynamic Damper*  
(Sumber: PT GKD)

2. *Plate 2*

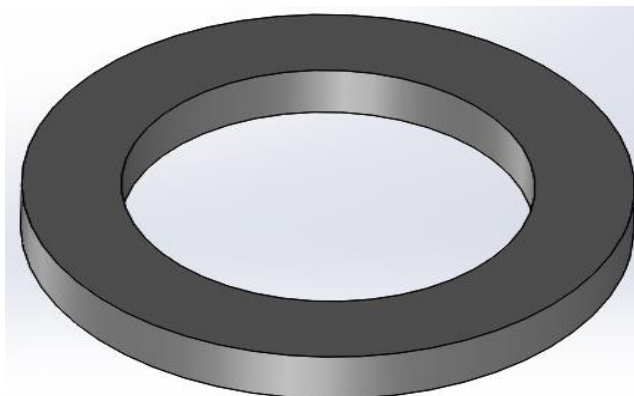
*Plate 2* berbahan dasar *raw material sheet metal* dengan tebal 9mm. *Hole* diameter dan diameter luar *plate 2* berturut-turut sebesar 40mm dan 77mm. *Raw material sheet* yang digunakan pada *plate 2 Weight Dynamic Damper* ini adalah SS400. *Material* SS400 ini merupakan jenis *Structural Steel* yang memiliki minimal kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 400 MPa. Jenis *material plate* ini juga tidak dapat dilakukan proses *hardening*. *Plate 2* ini berfungsi sebagai penghubung antara *plate 1* dan *plate 3*. *Plate 2* memiliki massa sebesar 240,21gr. *Plate 2 Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Plate 2 Weight Dynamic Damper*  
(Sumber: PT GKD)

### 3. *Plate 3*

*Plate 3* berbahan dasar *raw material sheet metal* dengan tebal 9mm. Diameter luar dan *hole* diameter *plate 3* berturut-turut sebesar 77mm dan 52mm. *Raw material sheet* yang digunakan pada *plate 2 Weight Dynamic Damper* ini adalah SS400. *Material* SS400 ini merupakan jenis *Structural Steel* yang memiliki minimal kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 400 MPa. Jenis *material plate* ini juga tidak dapat dilakukan proses *hardening*. *Plate 3* memiliki massa sebesar 178,95gr. Gambar 4.7 merupakan gambar *plate 3 Weight Dynamic Damper*.



Gambar 4.7 *Plate 3 Weight Dynamic Damper*  
(Sumber: PT GKD)

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat dibuat rangkuman dalam bentuk tabel mengenai jenis *material* dan kekuatan tarik (*tensile strength*) yang dimiliki. Adapun jenis *material*, kekuatan tarik (*tensile strength*), serta massa masing-masing *plate* dapat dilihat pada Tabel 4.5. Ukuran *hole* diameter dan diameter luar pada masing-masing *plate* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Jenis *Material*, Massa dan Kekuatan Tarik Tiap *Plate*

| <i>Plate</i>   | <i>Material</i> | Kekuatan Tarik ( <i>Tensile Strength</i> )<br>(MPa) | Massa<br>(gr) |
|----------------|-----------------|-----------------------------------------------------|---------------|
| <i>Plate 1</i> | SPH440          | 440-510                                             | 87,250        |
| <i>Plate 2</i> | SS400           | 400-470                                             | 240,210       |
| <i>Plate 3</i> | SS400           | 400-470                                             | 178,950       |
| TOTAL          |                 |                                                     | 506,410       |

(Sumber: PT GKD)

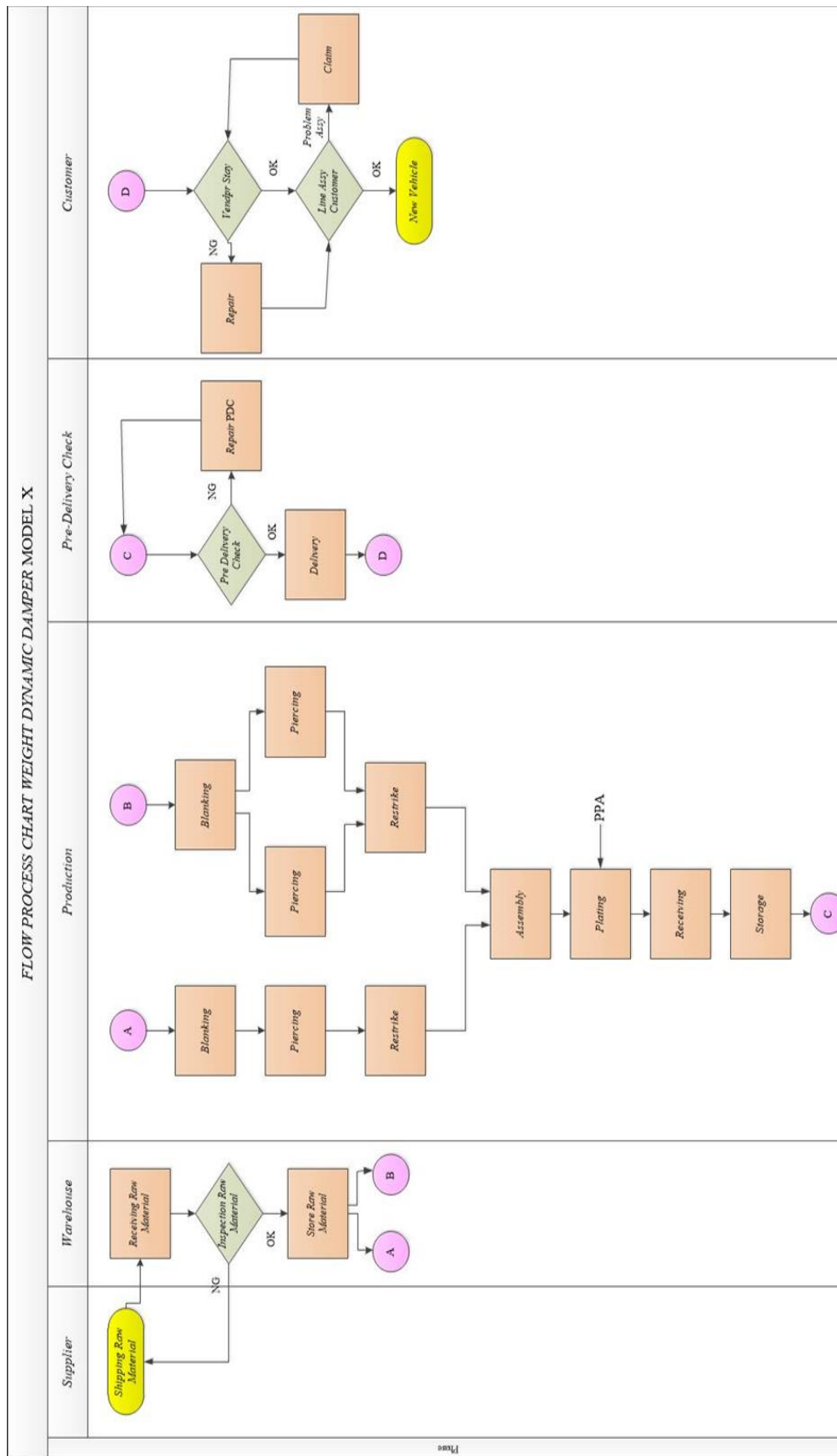
Tabel 4.6 Ukuran *Hole Diameter* dan Luar Tiap *Plate*

| <i>Plate</i>   | <i>Hole Diameter</i><br>(mm) | Toleransi <i>Hole</i><br>Diameter | Diameter Luar<br>(mm) | Toleransi<br>Diameter Luar |
|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| <i>Plate 1</i> | 14,2                         | ±0,1                              | 68                    | ±0,1                       |
| <i>Plate 2</i> | 40                           | -0,3                              | 77                    | 0                          |
| <i>Plate 3</i> | 52                           | -0,3                              | 77                    | 0                          |

(Sumber: PT GKD)

#### 4.1.7 Proses Produksi *Weight Dynamic Damper*

Proses produksi *Weight Dynamic Damper* melalui beberapa tahapan. Berdasarkan prosesnya, ketiga *plate Weight Dynamic Damper* melalui tiga tahapan yaitu *blanking*, *piercing*, dan *restrike*. Setelah itu, ketiganya di-*welding* (*assembly*), *plating*, dan *inspection*. Tahapan *welding (assembly) Weight Dynamic Damper* dilakukan dengan menggunakan mesin *Welding Robot (WR)*. Adapun tahapan produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.

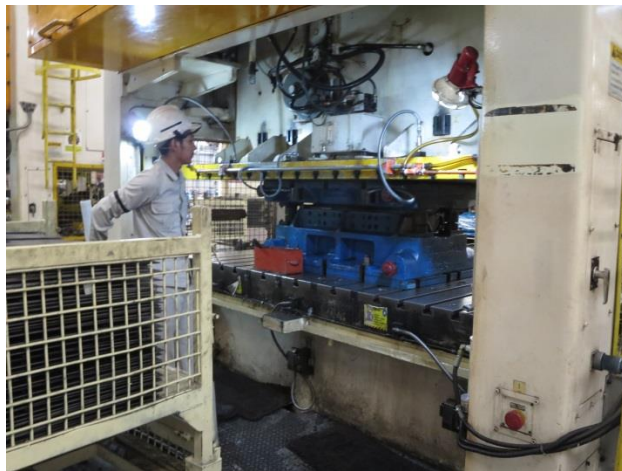


Gambar 4.8 Proses Produksi Weight Dynamic Damper  
(Sumber: PT GKD)

Uraian proses produksi *Weight Dynamic Damper* adalah sebagai berikut:

1. Tahap *Blanking*

Tahap *Blanking* merupakan proses pemotongan *sheet metal* dengan tujuan untuk mendapatkan hasil potongnya. Sisanya akan dibuang sebagai sampah atau disebut dengan *scrap skeleton*. Tahapan ini dilalui oleh *plate 1*, *plate 2*, dan *plate 3*, yang membedakan hanya mesin *press* yang digunakan. *Plate 1* menggunakan mesin *press* 300T B9 untuk melakukan *blanking*, sedangkan *plate 2* dan *3* menggunakan mesin *press* 300T B8 untuk melakukan *blanking*. Tahap *blanking* *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Tahap *Blanking*  
(Sumber: PT GKD)

2. Tahap *Piercing*

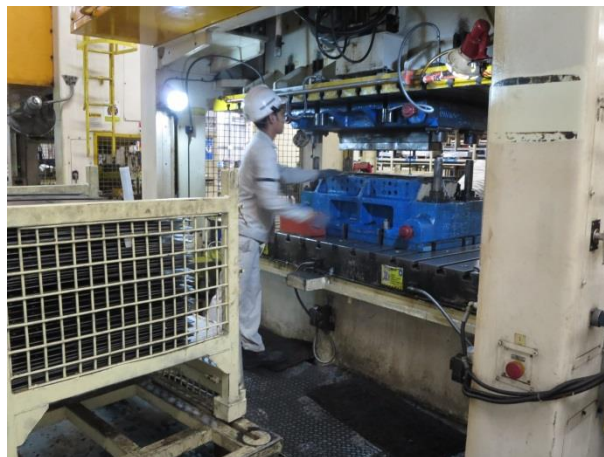
Tahap *piercing* merupakan proses pemotongan untuk mendapatkan lubang dan sering disebut sebagai proses *punching*. Lubang yang dihasilkan bisa bulat atau berbentuk lainnya, tergantung pada bentuk *punch*. Proses *piercing* ini akan menghasilkan *scrap*. Tahapan ini dilalui oleh *plate 1*, *plate 2*, dan *plate 3*, yang membedakan hanya mesin *press* yang digunakan. *Plate 1* menggunakan mesin *press* 300T B9 untuk melakukan *piercing*, sedangkan *plate 2* dan *3* menggunakan mesin *press* 300T B8 untuk melakukan *piercing*. Tahap *piercing* *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Tahap *Piercing*  
(Sumber: PT GKD)

### 3. Tahap *Restrike*

Tahap *restrike* merupakan tahapan lanjutan dari proses *drawing* guna menyempurnakan bentuk produk untuk mendapatkan bentuk produk akhir yang diinginkan dan hanya dilakukan pada bagian tertentu saja. Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan *flatness* yang diinginkan sebesar 0,3mm. Tahapan ini menggunakan mesin *press 300T B11*. Tahap *restrike Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Tahap *Restrike*  
(Sumber: PT GKD)

### 4. Tahap *Welding (Assembly)*

Tahapan *Welding (Assembly)* merupakan proses pemasangan ketiga *plate Weight Dynamic Damper*. Proses *welding* dilakukan dengan menggunakan

mesin *welding robot*. Adapun pada mesin *welding robot* ini terdapat dua *jig* yaitu *jig OP-10* dan *jig OP-20*. *Jig OP-10* digunakan untuk melakukan *assembly plate 1* dan *plate 2*. *Jig OP-20* digunakan untuk melakukan *assembly plate 1-2* dan *plate 3*. Tahap *welding (assembly) Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Tahap *Welding*  
(Sumber: PT GKD)

#### 5. Tahap *Plating*

*Plating* merupakan salah satu teknik dari *coating* (melapisi) logam menggunakan *chromium* sebagai pelapis. Pada *part Weight Dynamic Damper* digunakan bahan *Black Zinc Chrome* yang nantinya akan memberikan warna hitam pada *part Weight Dynamic Damper*. Tahapan *plating* pada *Weight Dynamic Damper* tidak dilakukan di PT GKD *plant* Jakarta, melainkan di PT Priuk Perkasa Abadi (PPA). Gambar 4.13 menunjukkan visualisasi *Weight Dynamic Damper* setelah di-*plating* di PPA.



Gambar 4.13 *Weight Dynamic Damper* Setelah di-Plating  
(Sumber: PT GKD)

#### 4.1.8 Mesin *Welding Robot* OTC

Mesin *welding robot* yang digunakan oleh proses pengelasan *Weight Dynamic Damper* ialah mesin *welding robot* merek OTC. Mesin WR lini G dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Mesin WR lini G  
(Sumber: Website Resmi OTC Daihen Indonesia)

Mesin *welding robot* OTC lini G ini adalah model paling umum untuk semua tujuan dari pengelasan. Aplikasi pengelasan yang terdapat di dalam mesin WR ini ialah CO<sub>2</sub>/ Metal Active Gas (MAG), Metal Inert Gas (MIG), dan Tungsten Inert Gas (TIG). Part yang di-*welding* dengan WR OTC lini G ialah *Weight Dynamic Damper*, *Crossmember Rear Closing*, *Bracket Air Tank*, dan *Side Plate Mounting*. Adapun

spesifikasi lengkap dari mesin OTC yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

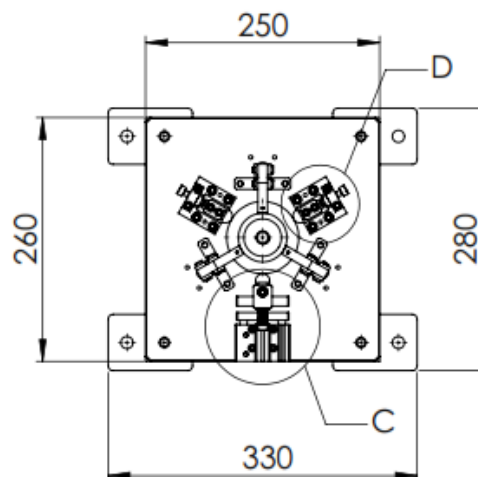
Tabel 4.7 Spesifikasi Mesin WR lini G

| Spesifikasi                                      | Keterangan            |
|--------------------------------------------------|-----------------------|
| <i>Maker</i>                                     | OTC Daihen Indonesia  |
| <i>Made in</i>                                   | Tokyo, Japan          |
| <i>Model</i>                                     | FD V6 type (Standard) |
| <i>Manipulator system</i>                        | 6 axis                |
| <i>Welding Capacity</i>                          | 6 N                   |
| <i>Welding Force untuk Weight Dynamic Damper</i> | 2,75 N                |
| <i>Voltase</i>                                   | 64 V                  |

(Sumber: PT GKD)

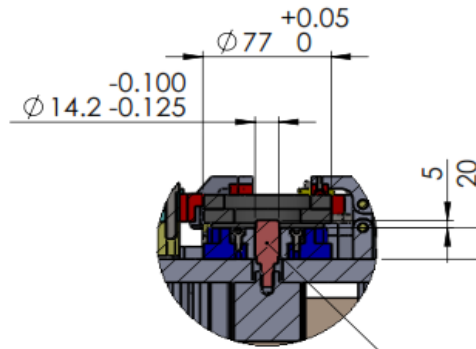
#### 4.1.9 Dimensi Jig OP-20 WR G

Tahapan *welding (assembly)* ketiga *plate Weight Dynamic Damper* dilakukan dengan menggunakan mesin *welding robot*. Adapun mesin *welding robot* yang digunakan ialah lini WR G. Pada lini WR G terdapat dua *jig* yang digunakan untuk me-*welding Weight Dynamic Damper*, yakni *jig OP-10* dan *jig OP-20*. *Jig OP-20* digunakan sebagai tempat untuk me-*welding plate 1-2* dengan *plate 3*, maka dilakukan pengumpulan data berupa dimensi *jig OP-20* untuk mempertimbangkan ukuran *fixture*. Adapun dimensi panjang dan lebar dari *jig OP-20* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Dimensi panjang dan lebar *jig OP-20*  
(Sumber: PT GKD)

Pada *jig* OP-20 juga terdapat *tools* yang digunakan untuk mengarahkan objek yang akan di-*welding*, dalam hal ini *Weight Dynamic Damper*. Dimensi dari *tools* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Dimensi *tools jig* OP-20  
(Sumber: PT GKD)

#### 4.1.10 Jumlah Produksi *Weight Dynamic Damper*

Data jumlah produksi dan jumlah *defect Weight Dynamic Damper* dalam unit yang dihasilkan selama bulan Januari–Februari 2018 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data Jumlah Produksi dan Jumlah *Defect Weight Dynamic Damper* bulan Januari–Februari 2018

| Bulan         | Total Produksi<br>(unit) | <i>Defect</i><br>(unit) | OK<br>(unit) |
|---------------|--------------------------|-------------------------|--------------|
| Januari 2018  | 8.427                    | 753                     | 7.674        |
| Februari 2018 | 10.200                   | 1.216                   | 8.984        |
| Total         | 18.627                   | 1.969                   | 16.658       |

(Sumber: PT GKD)

Pengambilan data jumlah produksi dan jumlah *defect Weight Dynamic Damper* dilakukan selama dua bulan yaitu pada Januari 2018 hingga Februari 2018. Berdasarkan Tabel 4.8 di atas, jumlah produksi *Weight Dynamic Damper* selama bulan Januari–Februari 2018 sebesar 18.627 unit dan jumlah *defect* produksi *Weight Dynamic Damper* sebesar 1.969 unit.

#### 4.1.11 Jumlah *Defect Weight Dynamic Damper*

Jenis *defect* yang terdapat pada *Weight Dynamic Damper* dibagi menjadi dua dapat dilihat dari visual dan dimensinya. Tabel 4.9 menunjukkan data jumlah *defect* berdasarkan jenis *defect* pada *Weight Dynamic Damper* pada bulan Januari–Februari 2018.

Tabel 4.9 Data Jumlah *Defect* Berdasarkan Jenis *Defect* pada *Weight Dynamic Damper*

| Bulan         | <i>Defect</i>         |                      | Total (unit) |
|---------------|-----------------------|----------------------|--------------|
|               | Dimensi Produk (unit) | Visual Produk (unit) |              |
| Januari 2018  | 453                   | 300                  | 753          |
| Februari 2018 | 680                   | 536                  | 1.216        |
| Total         | 1.133                 | 836                  | 1.969        |

(Sumber: PT GKD)

Berdasarkan data pada Tabel 4.9, dapat dilihat bahwa *defect* yang terbesar adalah pada jenis *defect* dimensi produk yang berjumlah 1.133 unit dari total 1.969 unit *defect* pada bulan Januari–Februari 2018. Maka dari itu, penelitian ini akan lebih difokuskan pada jenis *defect* “dimensi produk” yang bermasalah

#### 4.1.12 Jumlah *Defect* Dimensi *Weight Dynamic Damper*

Suatu produk dapat dikatakan mempunyai ukuran yang standar dan bisa masuk dalam kategori *finished good* apabila semua dimensi berada dalam batas spesifikasi. Oleh karena itu, dilakukan pengambilan data ketentuan dimensi manakah yang paling sering menjadi penyumbang dari angka *defect* “dimensi produk”. Data yang diperoleh dari hasil penelitian lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Jenis *Defect* Dimensi Produk bulan Januari–Februari 2018

| Jenis <i>Defect</i> berdasarkan dimensi produk | Bulan               |                      | Total (unit) |
|------------------------------------------------|---------------------|----------------------|--------------|
|                                                | Januari 2018 (unit) | Februari 2018 (unit) |              |
| <i>Inconcentricity</i> (>0,5mm)                | 213                 | 256                  | 469          |
| <i>Flatness</i> (>0,3mm)                       | 141                 | 265                  | 406          |
| <i>Diameter Plate 1 Overlap</i>                | 45                  | 80                   | 125          |
| <i>Diameter Plate 2 Overlap</i>                | 24                  | 66                   | 90           |
| <i>Diameter Plate 3 Overlap</i>                | 30                  | 13                   | 43           |
| Total                                          | 453                 | 680                  | 1.133        |

(Sumber: PT GKD)

Berdasarkan Tabel 4.10, dapat dilihat bahwa terdapat lima jenis *defect* berdasarkan dimensi yang sering terjadi di lini produksi *Weight Dynamic Damper* di PT GKD. Lima jenis *defect* berdasarkan dimensi yang terjadi di lini *Weight Dynamic Damper* yaitu *inconcentricity*, *flatness*, *diameter plate 1 overlap*, *diameter plate 2 overlap*, dan *diameter plate 3 overlap*.

#### 4.1.13 Pengukuran *Concentricity Plate* 1-3

Pengukuran *concentricity* diambil dari tujuh buah sampel *subgroup* produk *Weight Dynamic Damper*, dimana masing-masing *subgroup* terdiri atas 5 unit *Weight Dynamic Damper* yang diperiksa setelah tahap produksi selesai dilaksanakan. Pengukuran *concentricity plate* 1-3 bulan Januari–Februari 2018 dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Pengukuran *Concentricity Plate* 1-3

| <i>Subgroup</i> | <i>Concentricity Plate</i> 1-3<br>(mm) |       |       |       |       |
|-----------------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                 | X1                                     | X2    | X3    | X4    | X5    |
| 1               | 0,500                                  | 0,920 | 0,860 | 0,940 | 0,503 |
| 2               | 0,830                                  | 1,090 | 1,195 | 1,072 | 0,983 |
| 3               | 0,830                                  | 1,103 | 1,300 | 1,040 | 1,120 |
| 4               | 0,700                                  | 0,500 | 2,200 | 1,130 | 1,000 |
| 5               | 1,030                                  | 1,050 | 0,770 | 1,470 | 0,790 |
| 6               | 0,630                                  | 0,500 | 1,500 | 1,130 | 1,000 |
| 7               | 1,220                                  | 0,880 | 0,850 | 0,600 | 0,800 |

(Sumber: PT GKD)

#### 4.1.14 Anthropometri Telapak Tangan

Salah satu anthropometri tubuh orang manusia adalah anthropometri telapak tangan. Anthropometri telapak tangan orang Indonesia yang didapat dari interpolasi dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Anthropometri Telapak Tangan Orang Indonesia yang Didapat dari Interpolasi

| Dimensi                                    | PRIA |                  |      |     | WANITA |      |                  |     |
|--------------------------------------------|------|------------------|------|-----|--------|------|------------------|-----|
|                                            | 5th  | 50 <sup>th</sup> | 95th | S.D | 5th    | 50th | 95 <sup>th</sup> | S.D |
| 1. Panjang Tangan                          | 163  | 176              | 189  | 8   | 155    | 168  | 181              | 8   |
| 2. Panjang Telapak Tangan                  | 92   | 100              | 108  | 5   | 87     | 94   | 101              | 4   |
| 3. Panjang Ibu Jari                        | 45   | 48               | 51   | 2   | 42     | 45   | 48               | 2   |
| 4. Panjang Jari Telunjuk                   | 62   | 67               | 72   | 3   | 60     | 65   | 70               | 3   |
| 5. Panjang Jari Tengah                     | 70   | 77               | 84   | 4   | 69     | 74   | 79               | 3   |
| 6. Panjang Jari Manis                      | 62   | 67               | 72   | 3   | 59     | 64   | 69               | 3   |
| 7. Panjang Jari Kelingking                 | 48   | 51               | 54   | 2   | 45     | 48   | 51               | 2   |
| 8. Lebar Ibu Jari (IPJ)                    | 19   | 21               | 23   | 1   | 16     | 18   | 20               | 1   |
| 9. Tebal Ibu Jari (IPJ)                    | 19   | 21               | 23   | 1   | 15     | 17   | 19               | 1   |
| 10. Lebar Jari Telunjuk (PIPJ)             | 18   | 20               | 22   | 1   | 15     | 17   | 19               | 1   |
| 11. Tebal Jari Telunjuk (PIPJ)             | 16   | 18               | 20   | 1   | 13     | 15   | 17               | 1   |
| 12. Lebar Telapak Tangan (Metacarpal)      | 74   | 81               | 88   | 4   | 68     | 73   | 78               | 3   |
| 13. Lebar Telapak Tangan (sampai ibu jari) | 88   | 98               | 108  | 6   | 82     | 89   | 96               | 4   |
| 14. Lebar Telapak Tangan (minimum)         | 68   | 75               | 82   | 4   | 64     | 59   | 74               | 3   |
| 15. Tebal Telapak Tangan (Metacarpal)      | 28   | 31               | 34   | 2   | 25     | 27   | 29               | 1   |

Lanjut...

Tabel 4.12 Anthropometri Telapak Tangan Orang Indonesia yang Didapat dari Interpolasi (Lanjutan)

| Dimensi                                                  | PRIA |                  |      |     | WANITA |      |                  |     |
|----------------------------------------------------------|------|------------------|------|-----|--------|------|------------------|-----|
|                                                          | 5th  | 50 <sup>th</sup> | 95th | S.D | 5th    | 50th | 95 <sup>th</sup> | S.D |
| 16. Tebal Telapak tangan (sampai ibu jari)               | 41   | 48               | 47   | 2   | 41     | 44   | 47               | 2   |
| 17. Diameter genggan maksimum                            | 45   | 48               | 51   | 2   | 43     | 46   | 49               | 2   |
| 18. Lebar maksimum (ibu jari ke jari kelingking)         | 177  | 192              | 206  | 9   | 169    | 184  | 199              | 9   |
| 19. Lebar fungsional maksimum (ibu jari ke jari lain)    | 122  | 132              | 142  | 6   | 113    | 123  | 134              | 6   |
| 20. Segiempat minimum yang dapat dilewati Telapak Tangan | 57   | 62               | 67   | 3   | 51     | 56   | 61               | 3   |

(Sumber: Nurmianto, 2004)

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Pembuatan Diagram Pareto Lini *Pressed Part*

Penentuan lini *pressed parts* yang akan dilakukan *improve* didasarkan pada data *reject ratio* terbesar. *Reject ratio* diperoleh dengan membandingkan antara total OK dengan total produksi. Berdasarkan Tabel 4.4, total produksi produk SBN pada bulan Januari–Februari 2018 sebesar 21.486 unit. Total *defect* produk SBN pada bulan Januari–Februari 2018 sebesar 166 unit. Perhitungan *reject ratio* pada lini produk SBN ialah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Reject ratio SBN} &= \frac{\text{Total defect SBN}}{\text{Total Produksi}} \\
 &= \frac{166 \text{ unit}}{21.486 \text{ unit}} = 0,007
 \end{aligned}$$

Perhitungan *reject ratio* pada lini produk lainnya dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama. Adapun data hasil perhitungan *reject ratio* produksi *pressed part* selama Bulan Januari–Februari 2018 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 *Reject Ratio* Produksi *Pressed Part* selama Bulan Januari–Februari 2018

| No | Group Type           | Total Produksi (unit) | Total Defect (unit) | Total OK (unit) | Reject Ratio |
|----|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|--------------|
| 1  | SBN                  | 21.486                | 166                 | 21.320          | 0,007        |
| 2  | <i>Upper Lower</i>   | 6.668                 | 0                   | 6.668           | 0,000        |
| 3  | <i>Cover housing</i> | 12.156                | 216                 | 11.940          | 0,017        |

Lanjut...

Tabel 4.13 *Reject Ratio* Produksi *Pressed Part* selama Bulan Januari–Februari 2018 (Lanjutan)

| No    | Group Type           | Total Produksi (unit) | Total Defect (unit) | Total OK (unit) | Reject Ratio |
|-------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|--------------|
| 4     | <i>Plate housing</i> | 11.070                | 32                  | 11.038          | 0,002        |
| 5     | X38A                 | 25.600                | 0                   | 25.600          | 0,000        |
| 6     | SLD                  | 18.210                | 26                  | 18.184          | 0,001        |
| 7     | JY366L               | 2.174                 | 230                 | 1.944           | 0,105        |
| 8     | X16D                 | 9.862                 | 0                   | 9.862           | 0,000        |
| 9     | X99B                 | 56.932                | 310                 | 56.622          | 0,005        |
| 10    | X40D                 | 69.478                | 166                 | 69.312          | 0,002        |
| 11    | J144                 | 0                     | 0                   | 0               | 0,000        |
| 12    | J640                 | 54.878                | 386                 | 54.492          | 0,007        |
| 13    | J800A                | 10.520                | 168                 | 10.352          | 0,015        |
| 14    | J650A                | 19.192                | 112                 | 19.080          | 0,005        |
| 15    | X17D                 | 33.616                | 408                 | 33.208          | 0,012        |
| 16    | YLO                  | 1.920                 | 0                   | 1.920           | 0,000        |
| 17    | AAIJ                 | 23.484                | 300                 | 23.184          | 0,012        |
| 18    | WDDX                 | 18.627                | 1.969               | 16.658          | 0,106        |
| TOTAL |                      | 395.873               | 4.499               | 391.384         | 0,296        |

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.13, dapat dilihat bahwa terdapat 18 lini produksi *pressed parts* di PT GKD. Pembuatan diagram Pareto dapat dilakukan setelah mengurutkan data *reject ratio pressed part* di bulan Januari–Februari 2018. Maka selanjutnya akan dilakukan pengurutan *reject ratio* dari yang terbesar ke terkecil sebelum membuat diagram Pareto. Adapun pengurutan *reject ratio* dari yang terbesar ke terkecil dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Urutan *Reject Ratio* Produksi *Pressed Part* selama Bulan Januari–Februari 2018 dari Terbesar ke Terkecil

| No | Group Type           | Total Produksi (unit) | Total Defect (unit) | Total OK (unit) | Reject Ratio |
|----|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|--------------|
| 1  | WDDX                 | 18.627                | 3.339               | 15.288          | 0,106        |
| 2  | JY366L               | 2.174                 | 230                 | 1.944           | 0,105        |
| 3  | <i>Cover Housing</i> | 12.156                | 216                 | 11.940          | 0,017        |
| 4  | J800A                | 10.520                | 168                 | 10.352          | 0,015        |
| 5  | AAIJ                 | 23.484                | 300                 | 23.184          | 0,012        |
| 6  | X17D                 | 33.616                | 408                 | 33.208          | 0,012        |
| 7  | J640                 | 54.878                | 386                 | 54.492          | 0,007        |
| 8  | SBN                  | 21.486                | 166                 | 21.320          | 0,007        |

Lanjut...

Tabel 4.14 Urutan *Reject Ratio* Produksi *Pressed Part* selama Bulan Januari–Februari 2018 dari Terbesar ke Terkecil (Lanjutan)

| No    | Group Type    | Total Produksi (unit) | Total Defect (unit) | Total OK (unit) | Reject Ratio |
|-------|---------------|-----------------------|---------------------|-----------------|--------------|
| 9     | X99B          | 56.932                | 310                 | 56.622          | 0,005        |
| 10    | J650A         | 19.192                | 112                 | 19.080          | 0,005        |
| 11    | X40D          | 69.478                | 166                 | 69.312          | 0,002        |
| 12    | Plate Housing | 11.070                | 32                  | 11.038          | 0,002        |
| 13    | SLD           | 18.210                | 26                  | 18.184          | 0,001        |
| 14    | YLO           | 1.920                 | 0                   | 1.920           | 0,000        |
| 15    | X38A          | 25.600                | 0                   | 25.600          | 0,000        |
| 16    | X16D          | 9.862                 | 0                   | 9.862           | 0,000        |
| 17    | Upper Lower   | 6.668                 | 0                   | 6.668           | 0,000        |
| 18    | J144          | 0                     | 0                   | 0               | 0,000        |
| TOTAL |               | 395.873               | 4.499               | 391.384         | 0,296        |

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.14, dapat dilihat bahwa *reject ratio* terbesar terdapat pada lini WDDX. Lini WDDX merupakan lini produksi *Weight Dynamic Damper* model X PT GKD. Pembuatan diagram Pareto *reject ratio pressed part* selama bulan Januari–Februari 2018 dapat dilakukan setelah mengurutkan *reject ratio* dari yang terbesar ke terkecil. *Reject ratio* produk SBN sebesar 0,179 dan total *reject ratio* dari seluruh produk *pressed part* di PT GKD sebesar 0,369 (lihat Tabel 4.12). Perhitungan persentase *reject ratio* produksi *pressed part* tipe SBN selama bulan Januari–Februari 2018 dilakukan dengan cara:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Reject Ratio WDDX} &= \frac{\text{Reject ratio WDDX}}{\text{Total Reject Ratio}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,106}{0,296} \times 100\% \\
 &= 35,81\%
 \end{aligned}$$

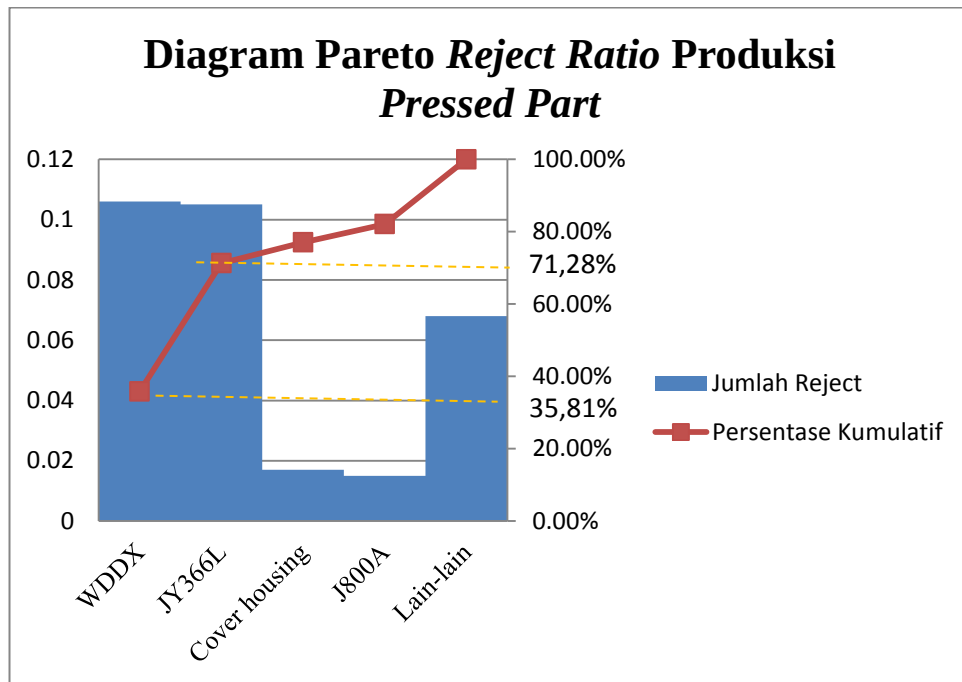
Perhitungan persentase *reject ratio* produksi *pressed part* untuk ketujuh belas jenis lainnya menggunakan cara perhitungan yang sama. Adapun persentase dan kumulatif persentase untuk ketujuh belas jenis lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Urutan *Reject Ratio* Produksi *Pressed Part* selama Bulan Januari–Februari 2018 dari Terbesar ke Terkecil

| No    | <i>Group Type</i>    | <i>Reject Ratio</i> | Persentase (%) | Kumulatif Persentase (%) |
|-------|----------------------|---------------------|----------------|--------------------------|
| 1     | WDDX                 | 0,106               | 35,810         | 28,730                   |
| 2     | JY366L               | 0,105               | 35,470         | 71,280                   |
| 3     | <i>Cover Housing</i> | 0,017               | 5,740          | 77,030                   |
| 4     | J800A                | 0,015               | 5,070          | 82,090                   |
| 5     | AAIJ                 | 0,012               | 4,050          | 86,150                   |
| 6     | X17D                 | 0,012               | 4,050          | 90,200                   |
| 7     | J640                 | 0,007               | 2,360          | 92,570                   |
| 8     | SBN                  | 0,007               | 2,360          | 94,930                   |
| 9     | X99B                 | 0,005               | 1,690          | 96,620                   |
| 10    | J650A                | 0,005               | 1,690          | 98,310                   |
| 11    | X40D                 | 0,002               | 0,680          | 98,990                   |
| 12    | <i>Plate Housing</i> | 0,002               | 0,680          | 99,660                   |
| 13    | SLD                  | 0,001               | 0,340          | 100,000                  |
| 14    | YLO                  | 0,000               | 0,000          | 100,000                  |
| 15    | X38A                 | 0,000               | 0,000          | 100,000                  |
| 16    | X16D                 | 0,000               | 0,000          | 100,000                  |
| 17    | <i>Upper Lower</i>   | 0,000               | 0,000          | 100,000                  |
| 18    | J144                 | 0,000               | 0,000          | 100,000                  |
| TOTAL |                      | 0,296               | 100,00         |                          |

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 4.15, didapat persentase dan kumulatif persentase untuk pembuatan diagram Pareto. Perhitungan persentase *reject ratio* produksi *pressed part* ini dilakukan dengan menggunakan *software* Microsoft Excel. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka diagram Pareto *reject ratio* produksi *pressed part* selama bulan Januari–Februari 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Diagram Pareto *reject ratio* produksi *pressed part* selama bulan Januari–Februari 2018  
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan diagram Pareto *reject ratio* di atas (Gambar 4.17), dapat dilihat bahwa lini WDDX atau *Weight Dynamic Damper* model X memiliki *reject ratio* terbesar yaitu 0,106.

#### 4.2.2 Pembuatan Diagram Pareto Jenis *Defect* Berdasarkan Dimensi

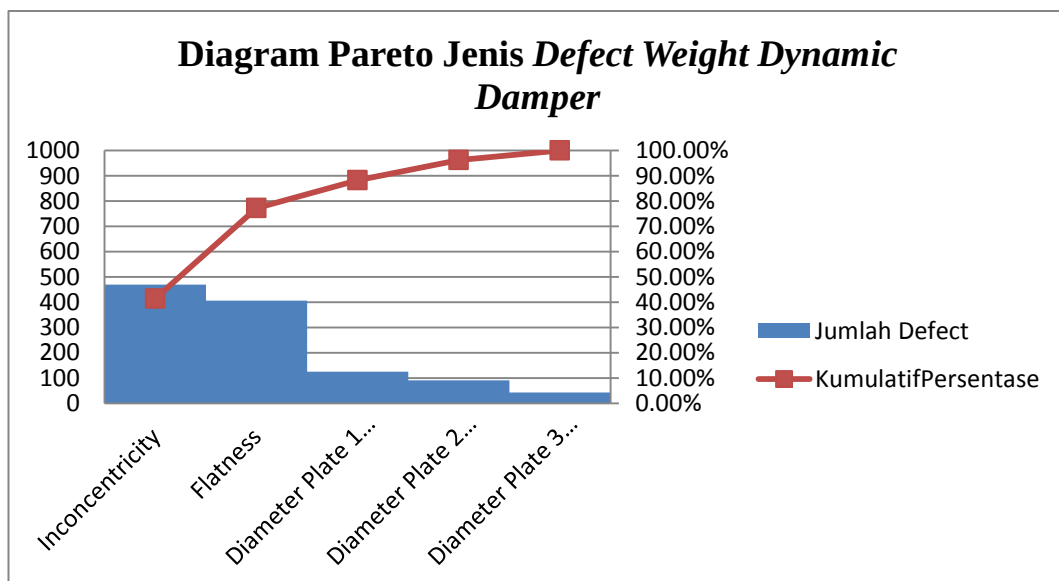
Diagram Pareto bertujuan untuk mencari permasalahan yang paling dominan pada proses produksi *Weight Dynamic Damper* dan menjadi fokus utama dalam proses perbaikan. Perhitungan jumlah persentase *defect inconcentricity* produksi *Weight Dynamic Damper* selama bulan Januari–Februari 2018 dilakukan sama seperti menghitung persentase *defect pressed part*. Perhitungan jumlah persentase keempat jenis *defect* lainnya dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama. Data yang digunakan dalam pembuatan diagram Pareto jenis *defect* pada *Weight Dynamic Damper* ini dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebelumnya. Perhitungan persentase untuk pembuatan diagram Pareto dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Perhitungan Persentase untuk Pembuatan Diagram Pareto Produksi *Weight Dynamic Damper* selama Bulan Januari–Februari 2018

| Jenis <i>Defect</i> berdasarkan dimensi produk | Total (unit) | Persentase (%) | Kumulatif Persentase (%) |
|------------------------------------------------|--------------|----------------|--------------------------|
| <i>Inconcentricity</i> (>0,5mm)                | 469          | 41,39          | 41,39                    |
| <i>Flatness</i> (>0,3mm)                       | 406          | 35,83          | 77,23                    |
| Diameter <i>Plate 1 Overlap</i>                | 125          | 11,03          | 88,26                    |
| Diameter <i>Plate 2 Overlap</i>                | 90           | 7,94           | 96,20                    |
| Diameter <i>Plate 3 Overlap</i>                | 43           | 3,80           | 100,00                   |
| Total                                          | 1.133        | 100,00         |                          |

(Sumber: Pengolahan Data)

Pembuatan diagram Pareto dapat dilakukan setelah menghitung persentase dan kumulatif persentase dari jenis *defect* pada *Weight Dynamic Damper* model X. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka diagram Pareto *defect* pada proses produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Diagram Pareto Jenis *Defect* Produksi *Weight Dynamic Damper* pada Bulan Januari–Februari 2018

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan diagram Pareto di atas dapat dilihat jenis *defect* yang memiliki persentase paling tinggi dan menjadi prioritas dari jenis *defect* lainnya adalah *defect inconcentricity*, dengan persentase cacat sebesar 41,39%. Maka, jenis *defect inconcentricity* menjadi fokus perbaikan dan perlu diidentifikasi akar

penyebab dari jenis *defect* tersebut.

#### 4.2.3 Perhitungan Gaya Cekam *Clamping Jig* OP-20

Pada proses *welding Weight Dynamic Damper* digunakan dua *jig* yaitu *jig* OP-10 dan OP-20. *Jig* OP-10 digunakan untuk melakukan proses *welding* terhadap *plate* 1 dan 2. *Jig* OP-20 digunakan untuk melakukan proses *welding* terhadap *plate* 1-2 dan *plate* 3. *Jig* OP-20 memiliki beberapa komponen penyusun, salah satunya *clamping* yang digunakan untuk mencekam *Weight Dynamic Damper*. Pencekaman terhadap *Weight Dynamic Damper* ini bertujuan untuk mempermudah proses *welding (assembly)* *plate* 1-2 dan *plate* 3. Pencekaman oleh *clamping jig* OP-20 ini terjadi akibat adanya gaya cekam yang dihasilkan.

Gaya cekam *jig* OP-20 dapat dihitung dengan melakukan perbandingan antara pengalihan gaya yang ditimbulkan akibat proses *welding* dan faktor keamanan mesin *WR G* dengan koefisien gesek statis yang timbul. Sebelum menghitung gaya cekam *jig* OP-20, perlu menghitung faktor keamanan mesin. Faktor keamanan mesin diperoleh melalui perhitungan dengan menggunakan rumus 2.7 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Faktor keamanan mesin (n)} &= \frac{f_u}{F} \\ &= \frac{6\text{N}}{2,75\text{N}} = 2,181\end{aligned}$$

Gaya yang ditimbulkan akibat proses *welding* *WR G* diperoleh dari PT GKD yang masing-masing sebesar 2,750 N (lihat Tabel 4.6). Berdasarkan perhitungan di atas, faktor keamanan mesin yang diperoleh sebesar 2,181 yang nilainya lebih dari satu. Faktor keamanan mesin *WR G* yang dihasilkan lebih dari satu, maka mesin *WR G* tersebut dapat dikatakan aman karena kapasitas mesin yang dihasilkan lebih besar dibanding gaya permesinan yang dikeluarkan (lihat Tabel 4.7). Koefisien gesek statis yang digunakan sebesar 0,700 karena *material* yang saling bergesekan terbuat dari *steel* (lihat Tabel 2.1). Adapun perhitungan gaya cekam (*clamping force*) *jig* OP-20 dengan menggunakan rumus 2.1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Gaya pengecaman (Clamping Force)} &= \frac{1}{3} \times \frac{\text{Welding Force} \times \text{Faktor Keamanan}}{\text{Koefisien Gesek Statis}} \\
&= \frac{1}{3} \times \frac{2,750\text{N} \times 2,181}{0,6} = \frac{1}{3} \times \frac{5,997\text{N}}{0,6} \\
&= \frac{1}{3} \times 9,991\text{N} = 3,330\text{N}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh gaya pengecaman yang dihasilkan oleh *jig* OP-20 WR G sebesar 9,991N. Adapun gaya pengecaman untuk masing-masing *clamping* sebesar 3,330N.

#### 4.2.4 Perhitungan Berat *Weight Dynamic Damper*

Setelah menghitung gaya cekam yang dihasilkan oleh *clamping jig* OP-20, maka dilakukan perhitungan terhadap berat *Weight Dynamic Damper*. Hal tersebut dilakukan karena pada *jig* OP-20, dilakukan pengecaman terhadap *Weight Dynamic Damper*. *Weight Dynamic Damper* memiliki bentuk silinder lingkaran yang memiliki diameter berbeda-beda pada tiap *plate*-nya. Diameter ketiga *plate* terbuat dari *material* yang berbeda-beda sehingga menghasilkan massa pada *Weight Dynamic Damper* sebesar 506,41gr (lihat Tabel 4.5). Jika dikonversikan ke dalam satuan SI, maka massa *Weight Dynamic Damper* tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
\text{Massa Weight Dynamic Damper (kilogram)} &= \frac{1\text{kg}}{1000\text{gr}} \times 506,41\text{gr} \\
&= 0,001\text{kg} \times 506,41 \\
&= 0,506\text{kg} \\
\text{Berat (W) Weight Dynamic Damper} &= m \times g \\
&= 0,506\text{kg} \times 10\text{m/s}^2 \\
&= 5,060\text{kg m/s}^2 = 5,060\text{ N}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh berat *Weight Dynamic Damper* sebesar 5,060N.

#### 4.2.5 Perhitungan Komponen *Fixture*

*Fixture* yang digunakan untuk *jig* OP-20 terdiri dari 3 (tiga) bagian, yaitu *locator*, pegangan dan *centering pin*. Adapun perhitungan dimensi untuk masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

#### 1. Perhitungan Diameter dan Tebal *Fixture Locator*

Alat bantu produksi yang digunakan untuk mengurangi *defect inconcentricity* ialah *fixture* yang berfungsi untuk *centering plate* benda kerja, dalam hal ini *Weight Dynamic Damper*. Salah satu komponen yang terdapat pada *fixture Weight Dynamic Damper* adalah *locator*. *Locator* akan dipasang pada diameter dalam *plate 3* dan *plate 2*. Ukuran diameter dalam *plate 3* dan *plate 2* berturut-turut ialah 52mm dan 40mm (lihat Tabel 4.6). Ukuran *fixture* tersebut harus diberikan toleransi agar *fixture* tidak sulit dimasukan ke dalam diameter *Weight Dynamic Damper*. *Concentricity* yang diijinkan pada *Weight Dynamic Damper* maksimum ialah 0,500mm. Maka toleransi pada *fixture* dapat dihitung dengan:

$$\text{Toleransi Diameter} = \frac{\text{Concentricity}}{2} = \frac{0,500\text{mm}}{2} = 0,250\text{mm}$$

$$\text{Toleransi Jari-jari} = \frac{\text{Toleransi Diameter}}{2} = \frac{0,250\text{mm}}{2} = 0,125\text{mm}$$

Berdasarkan toleransi tersebut, maka dapat dihitung diameter untuk *locator fixture*. Ukuran diameter *locator fixture* dihitung dengan mengurangi diameter aktual *Weight Dynamic Damper* dengan toleransi yang telah dihitung sebelumnya. Adapun perhitungan diameter *fixture* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Ukuran Diameter Fixture untuk Hole Diameter Plate 3} &= 52\text{mm} - 0,125 \\ &= 51,875\text{mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ukuran Diameter Fixture untuk Hole Diameter Plate 2} &= 40\text{mm} - 0,125 \\ &= 39,875\text{mm}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, ukuran diameter *fixture* untuk diameter *plate 3* sebesar 51,875mm dan ukuran diameter *fixture* untuk diameter *plate 2* sebesar 39,875mm. Setelah diketahui diameter *fixture*, maka dapat dihitung tebal untuk *fixture*. Tebal *fixture* diukur melalui penyesuaian antara tebal *hole* diameter *plate 3* dan *plate 2*. Berdasarkan uraian pada pengumpulan data sebelumnya, tebal untuk *plate 2* dan *plate 3* sama yakni sebesar 9mm (lihat Gambar 4.6 dan Gambar 4.7). Maka, ukuran tebal *locator fixture* pada *plate 2* sebesar 9mm dan tebal *locator fixture* pada *plate 3* sebesar 9mm.

## 2. Perhitungan Tinggi dan Jenis Ulir *Fixture Handling*

Selain *locator fixture*, *fixture* tersebut juga memiliki *holding* (pegangan). Pegangan ini menyesuaikan dengan ukuran tangan *manpower*. Tinggi *fixture holding* menyesuaikan dengan panjang jari kelingking. Panjang jari kelingking orang Indonesia menurut tabel persentil dengan nilai persentil 50 ialah 51mm (lihat Tabel 4.12). Berdasarkan hal tersebut, maka tinggi pegangan *fixture* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Tinggi pegangan } fixture &= \text{Persentil 50 panjang jari kelingking orang Indonesia} \\ &= 51\text{mm}\end{aligned}$$

Setelah mengetahui tinggi untuk pegangan *fixture*, maka dilakukan perhitungan diameter untuk pegangan *fixture*. Diameter pegangan *fixture* disesuaikan berdasarkan lebar jari telunjuk dan lebar ibu jari. Lebar jari telunjuk dan lebar ibu jari orang Indonesia menurut tabel persentil dengan nilai persentil 50 berturut-turut sebesar 20mm dan 21mm (lihat Tabel 4.12). Berdasarkan hal tersebut, maka diameter pegangan *fixture* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Diameter pegangan } fixture &= \frac{\text{Persentil 50 lebar ibu jari dan telunjuk}}{2} \\ &= \frac{20\text{mm} + 21\text{mm}}{2} = \frac{41\text{mm}}{2} = 20,5\text{mm}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka diameter pegangan *fixture* yang dapat digunakan sebesar 20,5mm.

## 3. Perhitungan Tinggi dan Diameter *Centering Pin*

*Fixture* yang digunakan terdapat *centering pin* yang berfungsi sebagai *centering plate Weight Dynamic Damper*. Tinggi *centering pin* pada *fixture* menyesuaikan dengan dimensi *centering* di *jig* OP-20. Berdasarkan Gambar 4.16, diameter *centering jig* OP-20 sebesar 14,2mm. Maka diameter *centering pin* pada *fixture* dapat dilihat di bawah ini:

$$\begin{aligned}\text{Diameter } centering \text{ pin} &= \text{diameter } centering \text{ pada } jig \text{ OP-20} \\ &= 14,2\text{mm}\end{aligned}$$

Diameter *centering pin* berdasarkan perhitungan di atas sebesar 14,2mm. Agar memudahkan proses *centering*, maka diameter *centering pin* diberi toleransi.

Adapun perhitungan toleransi pada *centering pin fixture* dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama seperti menghitung toleransi pada *locator fixture*.

$$\text{Toleransi Diameter} = \frac{\text{Concentricity}}{2} = \frac{0,500\text{mm}}{2} = 0,250\text{mm}$$

$$\text{Toleransi Jari-jari} = \frac{\text{Toleransi Diameter}}{2} = \frac{0,250\text{mm}}{2} = 0,125\text{mm}$$

Maka, diameter *centering pin fixture* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Ukuran diameter centering pin fixture} &= 14,20\text{mm} - 0,125 \\ &= 14,075\text{mm}\end{aligned}$$

#### 4.2.6 Pembuatan Peta Kendali $\bar{X}$ dan R Pengukuran *Concentricity*

Peta kendali digunakan untuk melihat proses produksi *Weight Dynamic Damper* model X sudah terkendali dengan baik atau belum. Peta kendali yang digunakan dalam penelitian ini ialah peta kendali  $\bar{X}$  dan R.

##### 1. Peta Kendali $\bar{X}$

Pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya menghitung  $\bar{X}$  dan R, menghitung  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$ , menghitung BKA dan BKB, kemudian dilanjutkan dengan menggambar peta kendali  $\bar{X}$ . Tahapan-tahapan pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dapat dilihat sebagai berikut:

##### a. Menghitung $\bar{X}$ dan R

Rumus perhitungan  $\bar{X}$  *subgroup* ke-1 produk *Weight Dynamic Damper* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\text{Kumulatif Inconcentricity pada 5 sampel subgroup 1}}{n} \\ \bar{X} &= \frac{0,500 + 0,920 + 0,860 + 0,940 + 0,503}{5} = 0,745\end{aligned}$$

Rumus perhitungan R *subgroup* produksi ke-1 produk *Weight Dynamic Damper* adalah sebagai berikut:

R = Nilai *concentricity* tertinggi – Nilai *concentricity* terendah

$$R = 0,940 - 0,500$$

$$R = 0,440$$

Perhitungan  $\bar{X}$  dan R pada *subgroup* produksi *Weight Dynamic Damper* lainnya dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama. Sehingga diperoleh nilai  $\bar{X}$  dan R dari tiap *subgroup* sampel produksi *Weight Dynamic Damper* yang diambil dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Perhitungan  $\bar{X}$  dan R Pengukuran *Concentricity Plate 1-3 Weight Dynamic Damper* pada Bulan Januari–Februari 2018

| Subgroup | Concentricity Plate 1-3<br>(mm) |       |       |       |       | $\sum X$ | $\bar{X}$            | R              |
|----------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|----------------------|----------------|
|          | X1                              | X2    | X3    | X4    | X5    |          |                      |                |
| 1        | 0,500                           | 0,920 | 0,860 | 0,940 | 0,503 | 3,723    | 0,745                | 0,440          |
| 2        | 0,830                           | 1,090 | 1,195 | 1,072 | 0,983 | 5,170    | 1,034                | 0,365          |
| 3        | 0,830                           | 1,103 | 1,300 | 1,040 | 1,120 | 5,393    | 1,079                | 0,470          |
| 4        | 0,700                           | 0,500 | 2,200 | 1,130 | 1,000 | 5,360    | 1,106                | 1,700          |
| 5        | 1,030                           | 1,050 | 0,770 | 1,470 | 0,790 | 5,110    | 1,022                | 0,700          |
| 6        | 0,630                           | 0,500 | 1,500 | 1,130 | 1,000 | 4,760    | 0,952                | 1,000          |
| 7        | 1,220                           | 0,880 | 0,850 | 0,600 | 0,800 | 4,350    | 0,870                | 0,620          |
| TOTAL    |                                 |       |       |       |       | 34,036   | $\sum \bar{X}=6,807$ | $\sum R=5,295$ |

(Sumber: Pengolahan Data)

b. Menghitung  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$

Perhitungan  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  dapat dilakukan setelah menghitung  $\bar{X}$  dan R,  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  digunakan untuk menghitung BKA dan BKB. Berdasarkan Tabel 4.17 di atas, diperoleh  $\bar{X}$  dan R berturut-turut 6,807 dan 5,295. Adapun  $\bar{\bar{X}}$  dan R tersebut dimasukkan ke dalam rumus perhitungan  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  yang dapat dilihat sebagai berikut:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{7} = \frac{6,807}{7} = 0,972$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{7} = \frac{5,295}{7} = 0,756$$

c. Menghitung BKA dan BKB

Perhitungan BKA dan BKB dapat dilakukan setelah menghitung  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$ . Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  berturut-turut 0,972 dan 0,756. Nilai  $A_2$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel (m)=5 ialah 0,577 (lihat Lampiran A). Adapun  $\bar{\bar{X}}$ ,  $\bar{R}$  dan  $A_2$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Atas (BKA) peta kendali  $\bar{X}$  yang

dapat dilihat di bawah ini:

$$BKA = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$\begin{aligned} BKA &= 0,972 + 0,577(0,756) \\ &= 0,972 + 0,436 \end{aligned}$$

$$BKA = 1,408$$

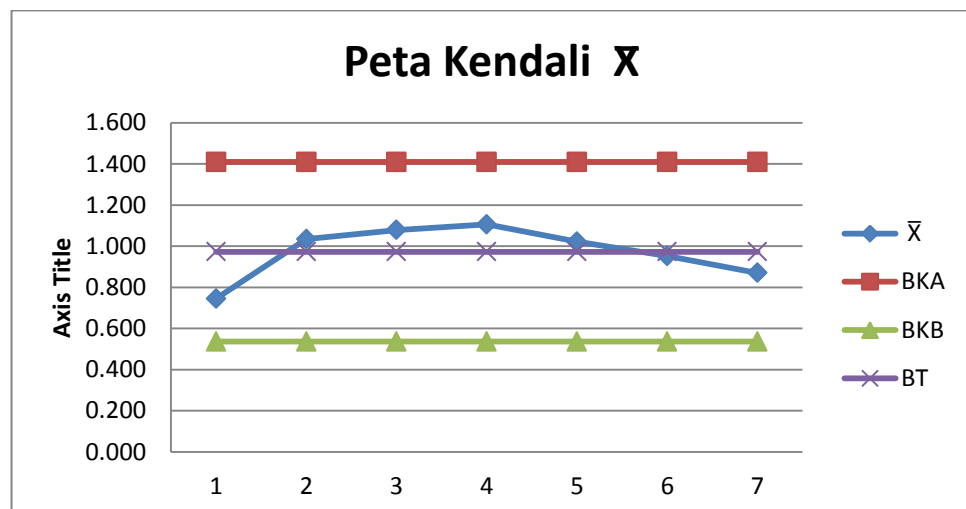
Berdasarkan perhitungan  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  sebelumnya, diperoleh  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  berturut-turut 0,972 dan 0,756. Nilai  $A_2$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel ( $m$ )=5 ialah 0,577 (lihat Lampiran A). Adapun  $\bar{\bar{X}}$ ,  $\bar{R}$  dan  $A_2$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Bawah (BKB) peta kendali  $\bar{X}$  yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKB = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$\begin{aligned} BKB &= 0,972 - 0,577(0,756) \\ &= 0,972 - 0,436 \end{aligned}$$

$$BKB = 0,536$$

Perhitungan BKA dan BKB peta kendali  $\bar{X}$  telah dilakukan, maka pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dapat dilakukan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh BKA sebesar 1,408; BKB sebesar 0,536; dan  $\bar{\bar{X}}$  sebesar 0,972. Peta kendali  $\bar{X}$  dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Peta Kendali  $\bar{X}$  *Concentricity Weight Dynamic Damper* pada Bulan Januari–Februari 2018  
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengamatan peta kendali  $\bar{X}$  tampak jelas bahwa tidak ada data yang keluar dari batas-batas kendali. Kesimpulan yang dapat diambil dari hal tersebut ialah proses produksi *Weight Dynamic Damper* terkendali dengan baik.

## 2. Peta Kendali R

Pembuatan peta kendali R pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya menghitung R, menghitung  $\bar{R}$ , menghitung BKA dan BKB, kemudian dilanjutkan dengan menggambar peta kendali R. Tahapan-tahapan pembuatan peta kendali R dapat dilihat sebagai berikut:

### a. Menghitung R

Perhitungan R pada peta kendali R dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan R pada peta kendali  $\bar{X}$ . Berdasarkan perhitungan R pada pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  sebelumnya, diperoleh nilai R untuk masing-masing *subgroup* yang dapat dilihat pada Tabel 4.16.

### b. Menghitung $\bar{R}$

Nilai R dari masing-masing *subgroup* digunakan untuk menghitung  $\bar{R}$ . Perhitungan  $\bar{R}$  pada pembuatan peta kendali R dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan  $\bar{R}$  pada pembuatan peta kendali  $\bar{X}$ . Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh nilai  $\bar{R}$  sebesar 0,756.

### c. Menghitung BKA dan BKB

Perhitungan BKA dan BKB dapat dilakukan setelah menghitung  $\bar{R}$ . Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh  $\bar{R}$  sebesar 0,756. Nilai  $D_4$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel ( $m$ )=5 ialah 2,114 (lihat Lampiran A). Adapun R dan  $D_4$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Atas (BKA) peta kendali R yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKA = D_4 \bar{R}$$

$$BKA = 2,114(0,756)$$

$$BKA = 1,599$$

Berdasarkan perhitungan  $\bar{R}$  sebelumnya, diperoleh  $\bar{R}$  sebesar 0,756. Nilai

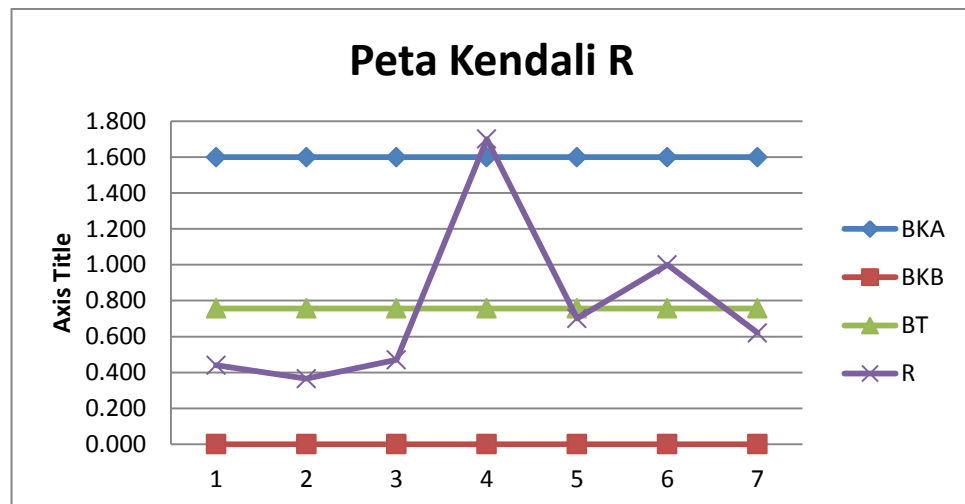
$D_3$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel ( $m$ )=5 ialah 0 (lihat Lampiran A). Adapun  $\bar{R}$  dan  $D_3$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Bawah (BKB) peta kendali R yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKB = D_3 \bar{R}$$

$$BKB = 0(0,756)$$

$$BKB = 0$$

Perhitungan BKA dan BKB peta kendali R telah dilakukan, maka pembuatan peta kendali R dapat dilakukan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh BKA sebesar 1,599; BKB sebesar 0; dan  $\bar{R}$  sebesar 0,756. Pembuatan peta kendali R dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Peta Kendali R *Concentricity Weight Dynamic Damper* pada Bulan Januari–Februari 2018  
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan peta kendali R (Gambar 4.20) di atas, dapat dilihat bahwa terdapat data yang keluar dari batas kendali atas. Kesimpulannya bahwa proses produksi *Weight Dynamic Damper* belum terkendali dengan baik. Maka, harus dilakukan perhitungan kembali sampai data terkendali. Perhitungan peta kendali revisi dilakukan dengan menghapus data *concentricity* terbesar dan terkecil pada *subgroup* sampel ke-4. Peta kendali yang dipergunakan ialah peta kendali  $\bar{X}$  dan R.

### 3. Peta Kendali $\bar{X}$ Revisi

Pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  revisi pada penelitian ini dilakukan melalui

beberapa tahapan yang sama dengan pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  sebelumnya. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya menghitung  $\bar{X}$  dan R revisi, menghitung  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  revisi, menghitung BKA dan BKB revisi, kemudian dilanjutkan dengan menggambar peta kendali  $\bar{X}$  revisi. Tahapan-tahapan pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dapat dilihat sebagai berikut:

a. Menghitung  $\bar{X}$  dan R Revisi

Rumus perhitungan  $\bar{X}$  *subgroup* produksi ke-1 produk *Weight Dynamic Damper* adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\text{Kumulatif } Inconcentricity \text{ pada 5 sampel } subgroup \text{ 1}}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{0,500 + 0,920 + 0,860 + 0,940 + 0,503}{5} = 0,745$$

Rumus perhitungan R *subgroup* produksi ke-1 produk *Weight Dynamic Damper* adalah sebagai berikut:

R = Nilai *concentricity* tertinggi – Nilai *concentricity* terendah

$$R = 0,940 - 0,500$$

$$R = 0,440$$

Perhitungan  $\bar{X}$  dan R pada *subgroup* produksi *Weight Dynamic Damper* lainnya dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama. Sehingga diperoleh nilai  $\bar{X}$  dan R dari tiap *subgroup* sampel produksi *Weight Dynamic Damper* yang diambil pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Perhitungan  $\bar{X}$  dan R Revisi Pengukuran *Concentricity Plate 1-3 Weight Dynamic Damper* pada Bulan Januari–Februari 2018

| Subgroup | Concentricity Plate 1-3<br>(mm) |       |       |       |       | $\sum X$ | $\bar{X}$              | R                |
|----------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|------------------------|------------------|
|          | X1                              | X2    | X3    | X4    | X5    |          |                        |                  |
| 1        | 0,500                           | 0,920 | 0,860 | 0,940 | 0,503 | 3,723    | 0,745                  | 0,440            |
| 2        | 0,830                           | 1,090 | 1,195 | 1,072 | 0,983 | 5,170    | 1,034                  | 0,365            |
| 3        | 0,830                           | 1,103 | 1,300 | 1,040 | 1,120 | 5,393    | 1,079                  | 0,470            |
| 4        | 0,700                           | -     | -     | 1,130 | 1,000 | 2,830    | 0,943                  | 0,430            |
| 5        | 1,030                           | 1,050 | 0,770 | 1,470 | 0,790 | 5,110    | 1,022                  | 0,700            |
| 6        | 0,630                           | 0,500 | 1,500 | 1,130 | 1,000 | 4,760    | 0,952                  | 1,000            |
| 7        | 1,220                           | 0,880 | 0,850 | 0,600 | 0,800 | 4,350    | 0,870                  | 0,620            |
| TOTAL    |                                 |       |       |       |       | 31,336   | $\sum \bar{X} = 6,645$ | $\sum R = 4,025$ |

(Sumber: Pengolahan Data)

b. Menghitung  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  Revisi

Berdasarkan tabel perhitungan  $\bar{X}$  dan  $R$  revisi di atas dapat dilakukan perhitungan  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$ ,  $\bar{R}$  digunakan untuk menghitung  $\bar{\bar{X}}$ , adapun rumus perhitungan  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  Revisi ialah:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{7} = \frac{6,645}{7} = 0,949$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{7} = \frac{4,025}{7} = 0,575$$

c. Menghitung BKA dan BKB Revisi

Perhitungan BKA dan BKB revisi dapat dilakukan setelah menghitung  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$ . Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  berturut-turut 0,949 dan 0,575. Nilai  $A_2$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel ( $m$ )=5 ialah 0,577 (lihat Lampiran A). Adapun  $\bar{\bar{X}}$ ,  $\bar{R}$  dan  $A_2$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Atas (BKA) peta kendali  $\bar{X}$  yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKA = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$BKA = 0,949 + 0,577(0,575)$$

$$= 0,949 + 0,332$$

$$BKA = 1,281$$

Berdasarkan perhitungan  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  sebelumnya, diperoleh  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  berturut-turut 0,949 dan 0,575. Nilai  $A_2$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel ( $m$ )=5 ialah 0,577 (lihat Lampiran A). Adapun  $\bar{\bar{X}}$ ,  $\bar{R}$  dan  $A_2$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Bawah (BKB) peta kendali  $\bar{X}$  yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKB = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

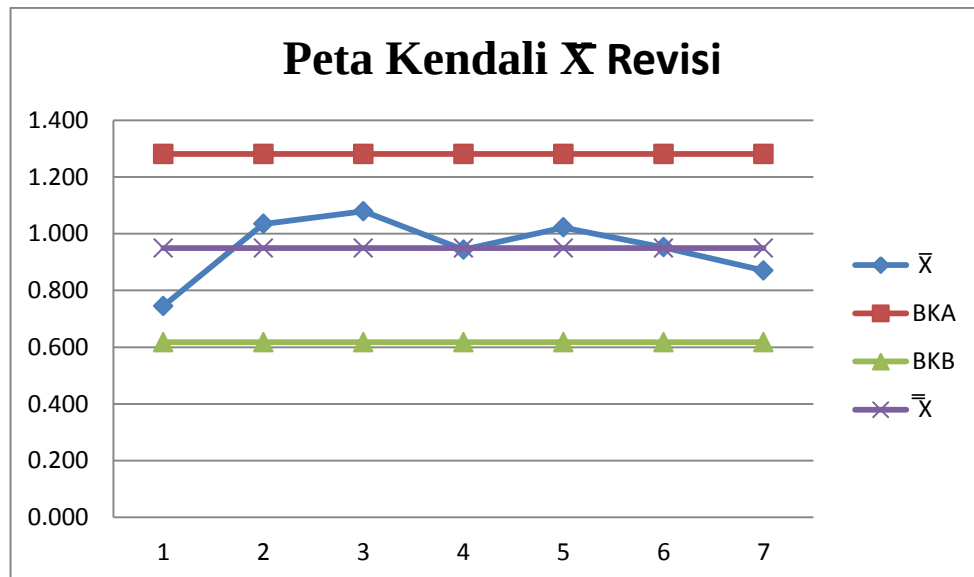
$$BKB = 0,949 - 0,577(0,575)$$

$$= 0,949 - 0,332$$

$$BKB = 0,617$$

Perhitungan BKA dan BKB peta kendali  $\bar{X}$  revisi telah dilakukan, maka

pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dapat dilakukan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh BKA sebesar 1,281; BKB sebesar 0,617; dan  $\bar{\bar{X}}$  sebesar 0,949. Peta kendali  $\bar{X}$  revisi dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Peta Kendali  $\bar{X}$  Revisi *Concentricity Weight Dynamic Damper* pada Bulan Januari–Februari 2018  
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan peta kendali  $\bar{X}$  (Gambar 4.21) di atas, dapat dilihat bahwa tidak ada data yang keluar dari batas-batas kendali. Kesimpulan yang dapat diambil dari hal tersebut ialah proses produksi *Weight Dynamic Damper* terkendali dengan baik.

#### 4. Peta R Revisi

Pembuatan peta kendali R revisi dilakukan melalui beberapa tahapan yang sama dengan pembuatan peta kendali R sebelumnya. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya menghitung R, menghitung  $\bar{R}$ , menghitung BKA dan BKB, kemudian dilanjutkan dengan menggambar peta kendali R. Tahapan-tahapan pembuatan peta kendali R dapat dilihat sebagai berikut:

##### a. Menghitung R

Perhitungan R pada peta kendali R revisi dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan R pada peta kendali  $\bar{X}$  revisi sebelumnya. Berdasarkan perhitungan R pada pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  sebelumnya, diperoleh nilai R untuk masing-masing *subgroup* yang dapat

dilihat pada Tabel 4.18.

b. Menghitung  $\bar{R}$

Nilai  $R$  dari masing-masing *subgroup* digunakan untuk menghitung  $\bar{R}$ . Perhitungan  $\bar{R}$  pada pembuatan peta kendali  $R$  dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan  $\bar{R}$  pada pembuatan peta kendali  $\bar{X}$ . Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh nilai  $\bar{R}$  sebesar 0,575.

c. Menghitung BKA dan BKB Baru

Perhitungan BKA dan BKB pada peta kendali  $R$  baru dapat dilakukan setelah menghitung  $\bar{R}$ . Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh  $\bar{R}$  sebesar 0,575. Nilai  $D_4$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel ( $m$ )=5 ialah 2,114 (lihat Lampiran A). Adapun  $R$  dan  $D_4$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Atas (BKA) peta kendali  $R$  yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKA = D_4 \bar{R}$$

$$BKA = 2,114(0,575)$$

$$BKA = 1,216$$

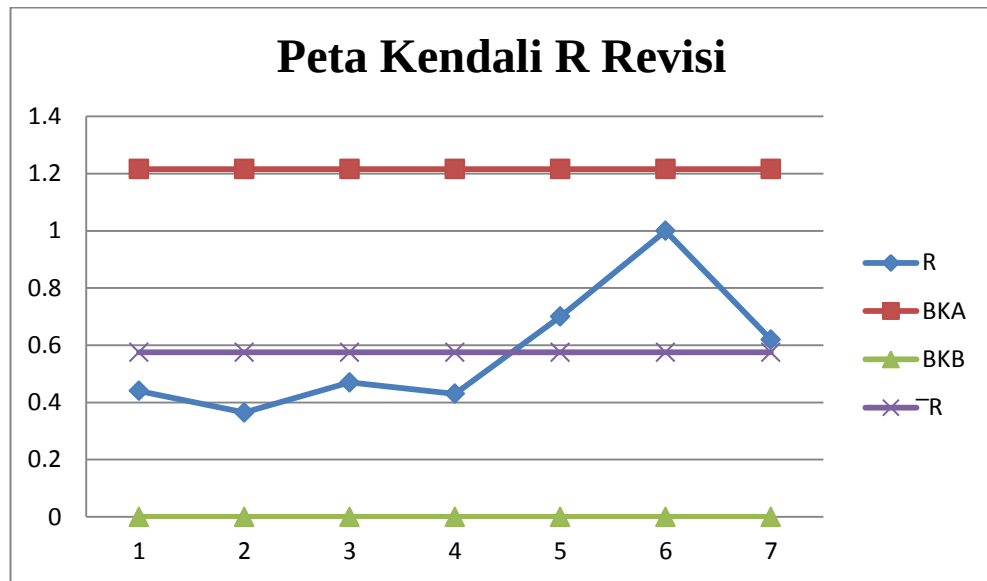
Berdasarkan perhitungan  $\bar{R}$  sebelumnya, diperoleh  $\bar{R}$  sebesar 0,575. Nilai  $D_3$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel ( $m$ )=5 ialah 0 (lihat lampiran A). Adapun  $\bar{R}$  dan  $D_3$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Bawah (BKB) peta kendali  $R$  yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKB = D_3 \bar{R}$$

$$BKB = 0(0,575)$$

$$BKB = 0$$

Perhitungan BKA dan BKB peta kendali  $R$  telah dilakukan, maka pembuatan peta kendali  $R$  dapat dilakukan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh BKA sebesar 1,216; BKB sebesar 0; dan  $\bar{R}$  sebesar 0,575. Pembuatan peta kendali  $R$  dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Peta Kendali R Revisi *Concentricity Weight Dynamic Damper* pada Bulan Januari–Februari 2018  
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan peta kendali R (Gambar 4.22) di atas, dapat dilihat bahwa tidak terdapat data yang keluar dari batas kendali atas. Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hal tersebut bahwa tingkat variansi data *concentricity Weight Dynamic Damper* sudah terkendali dengan baik.

#### 4.2.7 Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Cp dan Cpk

Perhitungan indeks kapabilitas proses Cp dan Cpk produksi *Weight Dynamic Damper* dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut:

1. Menghitung standar deviasi CTQ proses yang sedang dikendalikan

Perhitungan standar deviasi (s) perlu dilakukan sebelum menghitung indeks kapabilitas proses Cp. Perhitungan standar deviasi (s) memerlukan data  $\bar{R}$  dan  $d_2$ .  $\bar{R}$  yang digunakan sama dengan  $\bar{R}$  pada pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan R sebelumnya, yaitu sebesar 0,575. Nilai  $d_2$  untuk ukuran sampel (m) = 5 ialah 2,326 (lihat Lampiran A). Perhitungan standar deviasi data variabel dapat dilakukan melalui perhitungan berikut:

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$s = \frac{0,575}{2,326}$$

$$s = 0,247$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai  $s$  yang diperoleh ialah 0,247.

## 2. Menghitung indeks kapabilitas proses $C_p$

Perhitungan indeks kapabilitas proses  $C_p$  memerlukan Batas Spesifikasi Atas (BSA) dan Batas Spesifikasi Bawah (BSB). Toleransi yang diijinkan pada *concentricity Weight Dynamic Damper* ialah  $\pm 0,250$ . Perhitungan BSA dan BSB dapat dilihat di bawah ini.

$$BSA = 0,500\text{mm} + 0,250 = 0,750\text{mm}$$

$$BSB = 0,500\text{mm} - 0,250 = 0,250\text{mm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai BSA dan BSB yang digunakan dalam menghitung indeks kapabilitas proses  $C_p$  berturut-turut ialah 0,750 dan 0,250. Adapun pada proses *welding Weight Dynamic Damper*, apabila pengukuran *concentricity* melewati BSA, maka *Weight Dynamic Damper* tersebut dikategorikan sebagai *scrap*. Apabila pengukuran *concentricity* melewati BSB, maka *Weight Dynamic Damper* tersebut dapat dilakukan *rework*. Nilai  $s$  yang digunakan berdasarkan perhitungan sebelumnya ialah 0,247. Perhitungan indeks kapabilitas proses  $C_p$  produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilakukan melalui perhitungan di bawah ini:

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6 \cdot s} = \frac{0,750 - 0,250}{6 \cdot 0,247} = \frac{0,500}{1,482}$$

$$C_p = 0,337$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai indeks kapabilitas proses  $C_p$  yang diperoleh ialah 0,337.

## 3. Menghitung $C_p(A)$ dan $C_p(B)$

Perhitungan indeks kapabilitas proses atas atau  $C_p(A)$  memerlukan BSA dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung pada pembuatan peta kendali  $\bar{\bar{X}}$  sebelumnya. Adapun BSA dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung ialah sebesar 0,750 dan 0,949. Nilai  $s$  yang digunakan telah dihitung pada perhitungan di atas sebesar 0,247. Adapun perhitungan indeks  $C_p(A)$  produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat melalui perhitungan di bawah ini:

$$Cp(A) = \frac{BSA - \bar{\bar{X}}}{3*s} = \frac{0,750 - 0,949}{3*0,247} = -\frac{0,199}{0,741}$$

$$Cp(A) = -0,269$$

Perhitungan indeks kapabilitas proses bawah atau Cp(B) memerlukan BKB dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung pada pembuatan peta kendali  $\bar{\bar{X}}$  sebelumnya. Adapun BSB dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung ialah sebesar 0,250 dan 0,949. Nilai s yang digunakan telah dihitung pada perhitungan di atas sebesar 0,247. Adapun perhitungan indeks Cp(B) produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat melalui perhitungan di bawah ini:

$$Cp(B) = \frac{\bar{\bar{X}} - BSB}{3*S} = \frac{0,949 - 0,250}{3*0,247} = \frac{0,699}{0,741}$$

$$Cp(B) = 0,943$$

#### 4. Menghitung Cpk

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh nilai Cp(A) sebesar -0,269 dan Cp(B) sebesar 0,902. Cp(A) dan Cp(B) digunakan untuk menghitung nilai Cpk. Perhitungan indeks kapabilitas proses Cpk produksi *Weight Dynamic Damper* adalah sebagai berikut:

$$Cpk = \text{Min}\{Cp(A), Cp(B)\}$$

$$Cpk = \text{Min}\{(-0,269), (0,943)\}$$

$$Cpk = -0,269$$

Berdasarkan perhitungan di atas, indeks kapabilitas proses Cp yang dihasilkan ialah sebesar 0,337 dan indeks kapabilitas proses Cpk yang dihasilkan sebesar -0,269.

#### 4.2.8 Pergeseran Nilai $\bar{\bar{X}}$ Sebesar 2,0 Sigma

Setelah dilakukan perhitungan terhadap nilai Cp dan Cpk, diperoleh nilai Cp dan Cpk berturut-turut sebesar 0,337 dan -0,269. Nilai Cpk yang dihasilkan minus. Nilai minus pada Cpk ini berarti rata-rata proses berada di luar batas spesifikasi yang telah ditentukan. Maka diperlukan pergeseran terhadap nilai  $\bar{\bar{X}}$  agar BSA dan BSB dapat diperbesar, sehingga akan memperbesar nilai Cp dan Cpk. Pergeseran nilai BSA dan BSB dilakukan ke arah kanan. Adapun

perhitungan BSA dan BSB dengan menggeser  $\bar{X}$  sebesar 2,0sigma dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BSA} &= \text{Standar } \textit{Concentricity} + 2,0(0,250) = 0,500 + 2,0(0,250) \\ &= 0,500 + 0,500 = 1,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BSB} &= \text{Standar } \textit{Concentricity} - 2,0(0,250) = 0,500 - 2,0(0,250) \\ &= 0,500 - 0,500 = 0 \end{aligned}$$

Setelah didapat nilai BSA dan BSB yang telah dilakukan pergeseran sebesar 2,0sigma, maka dilakukan perhitungan kembali terhadap Cp dan Cpk. Adapun perhitungan Cp dan Cpk setelah dilakukan pergeseran sigma sebesar 2sigma adalah sebagai berikut:

$$C_p = \frac{\text{BSA} - \text{BSB}}{6*s} = \frac{1,000 - 0}{6*0,247} = \frac{1,000}{1,482}$$

$$C_p = 0,675$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai indeks kapabilitas proses Cp yang diperoleh ialah 0,675. Setelah itu, dilakukan perhitungan terhadap Cp(A) dan Cp(B). Perhitungan indeks kapabilitas proses atas atau Cp(A) memerlukan BSA dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung pada pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  sebelumnya. Adapun BSA dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung ialah sebesar 1,000 dan 0,949. Nilai s yang digunakan telah dihitung pada perhitungan di atas sebesar 0,247. Adapun perhitungan indeks Cp(A) produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat melalui perhitungan di bawah ini:

$$C_p(A) = \frac{\text{BSA} - \bar{\bar{X}}}{3*s} = \frac{1,000 - 0,949}{3*0,247} = \frac{0,051}{0,741}$$

$$C_p(A) = 0,068$$

Perhitungan indeks kapabilitas proses bawah atau Cp(B) memerlukan BKB dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung pada pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  sebelumnya. Adapun BSB dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung ialah sebesar 0 dan 0,949. Nilai s yang digunakan telah dihitung pada perhitungan di atas sebesar 0,247. Adapun perhitungan indeks Cp(B) produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat melalui perhitungan di bawah ini:

$$Cp(B) = \frac{\bar{\bar{X}} - BSB}{3 * S} = \frac{0,949 - 0}{3 * 0,247} = \frac{0,949}{0,741}$$

$$Cp(B) = 1,280$$

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh nilai Cp(A) sebesar 0,068 dan Cp(B) sebesar 1,280. Cp(A) dan Cp(B) digunakan untuk menghitung nilai Cpk. Perhitungan indeks kapabilitas proses Cpk produksi *Weight Dynamic Damper* adalah sebagai berikut:

$$Cpk = \text{Min}\{Cp(A), Cp(B)\}$$

$$Cpk = \text{Min}\{(0,068), (1,280)\}$$

$$Cpk = 0,068$$

Berdasarkan perhitungan di atas, indeks kapabilitas proses Cp yang dihasilkan ialah sebesar 0,675 dan indeks kapabilitas proses Cpk yang dihasilkan sebesar 0,068.

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisis**

Analisis masalah yang akan dibahas pada bab ini adalah menganalisis diagram Pareto *reject ratio pressed part*, menganalisis pemilihan jenis *defect* dimensi, analisis peta kendali  $\bar{X}$  dan R yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Selain itu, dilakukan analisis sebab akibat dengan diagram Ishikawa dan analisis gaya cekam yang dibutuhkan *fixture*. Analisis gaya cekam *fixture* dilakukan pada tahap *Need* dalam perancangan *fixture*. Adapun tahapan analisis pada laporan tugas akhir ini dapat dilihat sebagai berikut:

##### **5.1.1 Analisis Diagram Pareto**

Analisis diagram Pareto dilakukan untuk menganalisis diagram Pareto yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Diagram Pareto yang dibuat pada bab sebelumnya adalah diagram Pareto *reject ratio* produksi *pressed part* bulan Januari–Februari 2018 dan diagram Pareto jenis *defect* dimensi *Weight Dynamic Damper*. Adapun analisis diagram Pareto dapat dilihat sebagai berikut:

##### **1. Analisis Diagram Pareto *Reject Ratio* Produksi *Pressed Part* Bulan Januari–Februari 2018**

Pemilihan lini *pressed part* yang dijadikan bahan penelitian dilakukan berdasarkan *reject ratio* terbesar. Pada sub bab pengolahan data sebelumnya, telah dihitung *reject ratio* untuk masing-masing lini *pressed part* yang ada di PT GKD (lihat Tabel 4.11). Setelah itu, dibuat diagram Pareto untuk *reject ratio* lini *pressed part* yang ada di PT GKD (lihat Gambar 4.17). Diagram Pareto yang sudah dibuat sebelumnya menunjukkan besaran persentase *reject ratio* semua lini *pressed part* di PT GKD dari urutan terbesar hingga terkecil. Berdasarkan diagram Pareto tersebut, dapat dilihat bahwa urutan persentase *reject ratio* dari terbesar ke terkecil adalah lini *WDDX* sebesar 35,81%; lini *JY366L* sebesar 35,47%; lini *cover housing* sebesar 5,74%; lini *J800A* sebesar 5,07%; dan lini lainnya sebesar 17,91%.

Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa persentase *reject ratio* lini *pressed part* terbesar adalah lini WDDX sebesar 35,81% dengan *reject ratio* sebesar 0,106 (lihat Tabel 4.14). Oleh karena itu, lini *pressed part* WDDX menjadi fokus utama yang harus diperbaiki dan perlu mendapat perhatian khusus dari pihak perusahaan. Lini *pressed part* WDDX merupakan lini *Weight Dynamic Damper* di PT GKD.

## 2. Analisis Diagram Pareto Jenis *Defect* Dimensi *Weight Dynamic Damper* model X

Setelah dilakukan analisis diagram Pareto untuk pemilihan lini *pressed part*, maka dilakukan analisis pemilihan jenis *defect* dimensi produk *Weight Dynamic Damper* model X. *Defect* dimensi dipilih karena memiliki jumlah *defect* terbanyak pada bulan Januari–Februari 2018 (lihat Tabel 4.9). Diagram Pareto tersebut menunjukkan besaran persentase jenis *defect* dimensi dari urutan terbesar hingga terkecil (lihat Gambar 4.18). Urutan persentase dari yang terbesar ke terkecil tersebut adalah *inconcentricity* dengan persentase sebesar 41,39%; area *flatness* tidak 0,3mm sebesar 35,83%; diameter *plate* 1 *overlap* sebesar 11,03%; diameter *plate* 2 *overlap* sebesar 7,94%; dan diameter *plate* 3 *overlap* sebesar 3,80%.

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa *defect* yang mempunyai persentase terbesar adalah *inconcentricity* sebesar 35,83% dengan jumlah unit *defect* sebanyak 1.969 unit. Oleh karena itu, *defect inconcentricity* ini menjadi fokus utama yang harus diperbaiki dan perlu mendapatkan perhatian khusus dari pihak perusahaan.

### 5.1.2 Analisis Peta Kendali $\bar{X}$ dan R Sebelum Perbaikan

Setelah diketahui bahwa *defect inconcentricity* merupakan fokus utama perbaikan, maka dilakukan pengukuran terhadap *concentricity*. *Concentricity* diambil dengan 7 *subgroup* dan tiap *subgroup* berisikan 5 sampel. Setelah dilakukan pengukuran *concentricity* tersebut, maka dilakukan perhitungan peta kendali  $\bar{X}$ -R. Pemilihan peta kendali  $\bar{X}$ -R dilakukan karena ukuran *subgroup* (*m*) yang digunakan dalam penelitian hanya berjumlah 5 (kurang dari 10).

Berdasarkan peta kendali  $\bar{X}$  yang telah dibuat sebelumnya, diketahui bahwa data tidak melebihi batas kendali (*in control*) (lihat Gambar 4.19). Peta kendali  $\bar{X}$  yang dihasilkan memiliki nilai  $BT=0,972$ ;  $BKA=1,408$ ; dan  $BKB=0,536$ . Pada peta kendali R, diketahui bahwa terdapat data yang melebihi batas kendali (*out of control*) yaitu pada *subgroup* ke-4 (lihat Gambar 4.20). Peta kendali R menunjukkan *subgroup* ke-4 dengan nilai R sebesar 1,700; lalu nilai  $BT=0,756$ ;  $BKA=1,599$ ; dan  $BKB=0$ .

Berdasarkan data tersebut, maka dilakukan revisi peta kendali  $\bar{X}$ -R dengan menghilangkan nilai maksimum dan minimum pada *subgroup* ke-4 dan menghitung kembali garis pusat dan BKA serta BKB pada peta kendali  $\bar{X}$ -R. Hal tersebut dilakukan karena data yang keluar dari batas kendali hanya terjadi pada peta kendali R saja, dimana untuk menentukan nilai R ialah mengurangi nilai maksimum dengan nilai minimum pada *subgroup* tersebut. Data yang keluar pada peta kendali R tersebut menunjukkan bahwa sebaran proses (variasi) yang terdapat pada proses *welding Weight Dynamic Damper* model X masih terlalu besar. Selain itu, variasi yang terjadi pada proses *welding Weight Dynamic Damper* tergolong variasi penyebab khusus, yang merupakan kejadian-kejadian di luar sistem dan mempengaruhi variasi dalam sistem. Hal tersebut dikarenakan pada peta kendali didapati data *concentricity* yang melewati atau keluar dari batas-batas pengendalian yang telah didefinisikan (*defined control limit*). Adapun penyebab khusus tersebut dapat bersumber dari manusia, peralatan, material, lingkungan, dan lain-lain. Maka, untuk mengurangi variasi yang terjadi, dilakukan revisi terhadap peta kendali  $\bar{X}$ -R.

Setelah dilakukan revisi terhadap peta kendali  $\bar{X}$ -R, diperoleh hasil akhir yaitu peta  $\bar{X}$  dengan nilai  $BT=0,949$ ;  $BKA=1,281$ ; dan  $BKB=0,617$ . Hasil perhitungan dengan menggunakan peta kendali  $\bar{X}$  revisi, diketahui bahwa data tidak melebihi batas kendali (*in control*) (lihat Gambar 4.21). Peta kendali R pun tidak melebihi batas kendali setelah dilakukan revisi (*in control*), dengan nilai  $BT=0,575$ ;  $BKA=1,216$ ; dan  $BKB=0$  (lihat Gambar 4.22). Setelah dilakukan revisi, semua data berada dalam batas kendali atas dan bawah yang menunjukkan bahwa proses dan variasi proses telah terkendali.

### 5.1.3 Analisis Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Cp dan Cpk

Analisis perhitungan indeks kapabilitas proses Cp dan Cpk dapat dilakukan setelah melakukan analisis terhadap peta kendali  $\bar{X}$ -R. Berdasarkan perhitungan nilai indeks kapabilitas proses Cp dan Cpk yang telah dilakukan di bab sebelumnya, diperoleh nilai indeks kapabilitas proses Cp sebesar 0,337. Indeks kapabilitas proses Cp sebesar 0,337 tersebut memiliki nilai di bawah 1. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses kapabilitas *welding Weight Dynamic Damper* belum baik atau dapat dikatakan belum *capable*. Selain itu, pada bab sebelumnya telah dihitung indeks kapabilitas proses Cpk. Cpk tersebut diperoleh dari melihat hasil yang paling minimum antara nilai Cp(A) dan Cp(B). Nilai Cp(A) diperoleh sebesar -0,269 dan Cp(B) sebesar 0,902; maka nilai minimum dari keduanya adalah -0,269. Berdasarkan perhitungan Cpk tersebut, maka proses kapabilitas *welding Weight Dynamic Damper* cenderung kepada batas atas spesifikasi, karena nilai Cpk diambil dari Cp(A). Nilai Cpk tersebut juga bernilai negatif, hal tersebut berarti rata-rata proses terletak di luar batas spesifikasi.

### 5.1.4 Analisis Pergeseran Sigma sebesar 2,0sigma

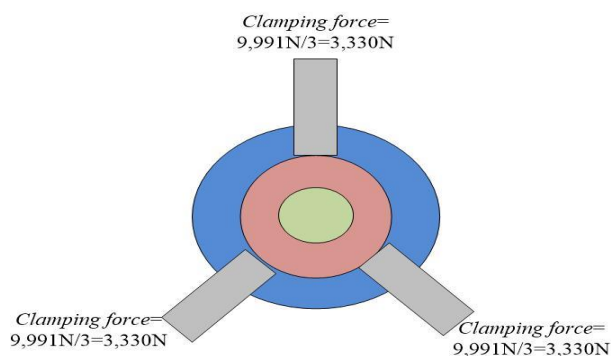
Analisis pergeseran sigma sebesar 2,0sigma dapat dilakukan setelah melakukan analisis terhadap Cp dan Cpk. Berdasarkan perhitungan nilai indeks kapabilitas proses Cpk yang telah dilakukan di bab sebelumnya sebesar -0,269. Nilai Cpk yang bernilai negatif tersebut menunjukkan bahwa rata-rata proses terletak di luar batas spesifikasi. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan pergeseran sigma pada standar *concentricity* guna memperbesar nilai BSA dan BSB pada proses *welding Weight Dynamic Damper*. Adapun pergeseran sigma yang dilakukan ke arah kanan, hal tersebut dikarenakan rata-rata nilai pengukuran *concentricity* pada *Weight Dynamic Damper* lebih mengarah dan melebihi BSA. Maka dari itu, perlu dilakukan pergeseran ke kanan agar rata-rata nilai pengukuran *concentricity* pada *Weight Dynamic Damper* dapat berada di bawah nilai BSA. Adapun pemilihan nilai pergeseran sigma sebesar 2,0sigma dikarenakan apabila pergeseran dilakukan hanya sebesar 1,0 sampai 1,5sigma maka selisih antara BSA dengan  $\bar{\bar{X}}$  yang dihasilkan akan bernilai negatif kembali. Hal tersebut akan mengakibatkan nilai Cpk yang akan negatif pula. Nilai BSA dan

BSB yang diperoleh berdasarkan hasil pergeseran nilai sigma tidak dapat diterapkan, dikarenakan nilai BSA dan BSB yang sebelumnya merupakan ketetapan dari *customer* akhir *Weight Dynamic Damper*. Selain itu, proses yang diteliti merupakan proses *welding*, dimana pada proses *welding* ini menghasilkan *output* berupa produk yang tidak dapat dilakukan proses *rework* (pembongkaran). Apabila pengukuran *concentricity* yang dihasilkan melebihi dari BSA, maka produk tersebut dikatakan produk *scrap*.

Setelah dilakukan pergeseran sigma sebesar 2,0sigma, maka nilai BSA dan BSB yang dihasilkan berturut-turut sebesar 1,000 dan 0. Dengan nilai BSA dan BSB yang dihasilkan tersebut, maka diperoleh nilai Cp dan Cpk berturut-turut sebesar 0,675 dan 0,068. Nilai Cp yang dihasilkan tersebut menunjukkan bahwa proses *welding Weight Dynamic Damper* masih belum *capable*, maka dari itu perlu dilakukan tindakan *continuos improvement* agar proses *welding* dapat bernilai lebih dari satu.

#### 5.1.5 Analisis Gaya Cekam *Clamp Jig* OP-20 (*Need*)

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, didapat gaya cekam yang dihasilkan oleh ketiga *clamping jig* OP-20 sebesar 9,991N. Masing-masing *clamping jig* OP-20 memberikan gaya sebesar 3,330N. Adapun gaya cekam yang bekerja pada *clamping jig* OP-20 dapat dilihat pada Gambar 5.1.

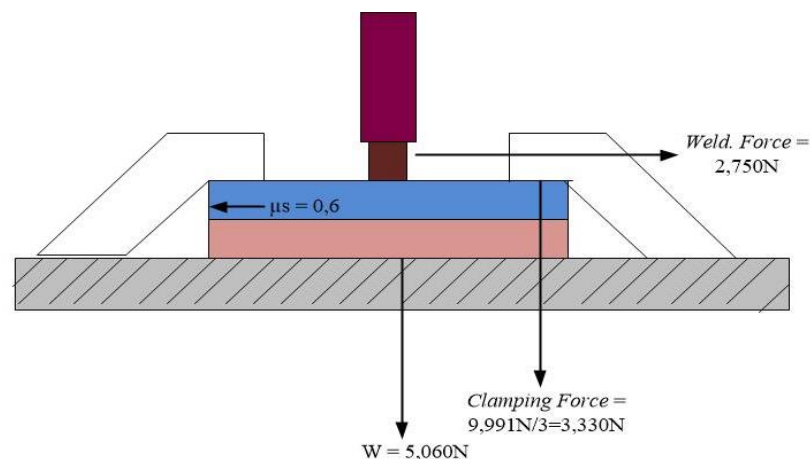


Gambar 5.1 Gaya Cekam yang Bekerja pada *Clamping Jig* OP-20  
(Sumber: Hasil *Brainstorming* dengan Tim Project *Weight Dynamic Damper*)

Berdasarkan Gambar 5.1, gaya cekam *jig* OP-20 tersebut diletakkan kepada benda kerja (*Weight Dynamic Damper*) melalui *clamping* yang terpasang pada *jig*. *Clamping* tersebut berfungsi menjepit atau menahan benda kerja supaya

tidak bergerak saat proses *welding* berlangsung. Gaya cekam yang dihasilkan oleh *clamping jig* OP-20 ini diperoleh melalui perbandingan antara perkalian *welding force* dan faktor keamanan mesin *welding robot* dengan koefisien gesek. Koefisien gesek ini diperoleh berdasarkan material dua benda yang saling bergesekan tersebut, dalam hal ini benda kerja (*Weight Dynamic Damper*) dengan *clamping jig* OP-20.

Diasumsikan gaya permesinan yang dihasilkan oleh mesin *welding robot* bekerja secara horizontal. Gaya permesinan *welding robot* ini dapat diketahui melalui kekuatan atau kemampuan mesin WR G melakukan proses *welding*. Kemampuan mesin WR G dalam melakukan proses *welding* didapatkan melalui spesifikasi mesin WR G (lihat Tabel 4.7). Perhitungan sederhana dapat dilakukan dengan menganggap gaya pemotongan oleh mesin bekerja seluruhnya pada arah horizontal dan benda kerja dapat ditahan secara stabil dengan memanfaatkan gaya gesek statis. Gaya gesek statis ini dipilih karena ketika dilakukan *clamping* (pencekaman) pada benda kerja, maka benda tidak bergerak (diam). Adapun berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, diperoleh massa benda kerja (*Weight Dynamic Damper*) sebesar 0,506kg atau setara dengan 5,060N. Gambar 5.2 memperlihatkan gaya yang bekerja pada proses *welding* di *jig* OP-20.



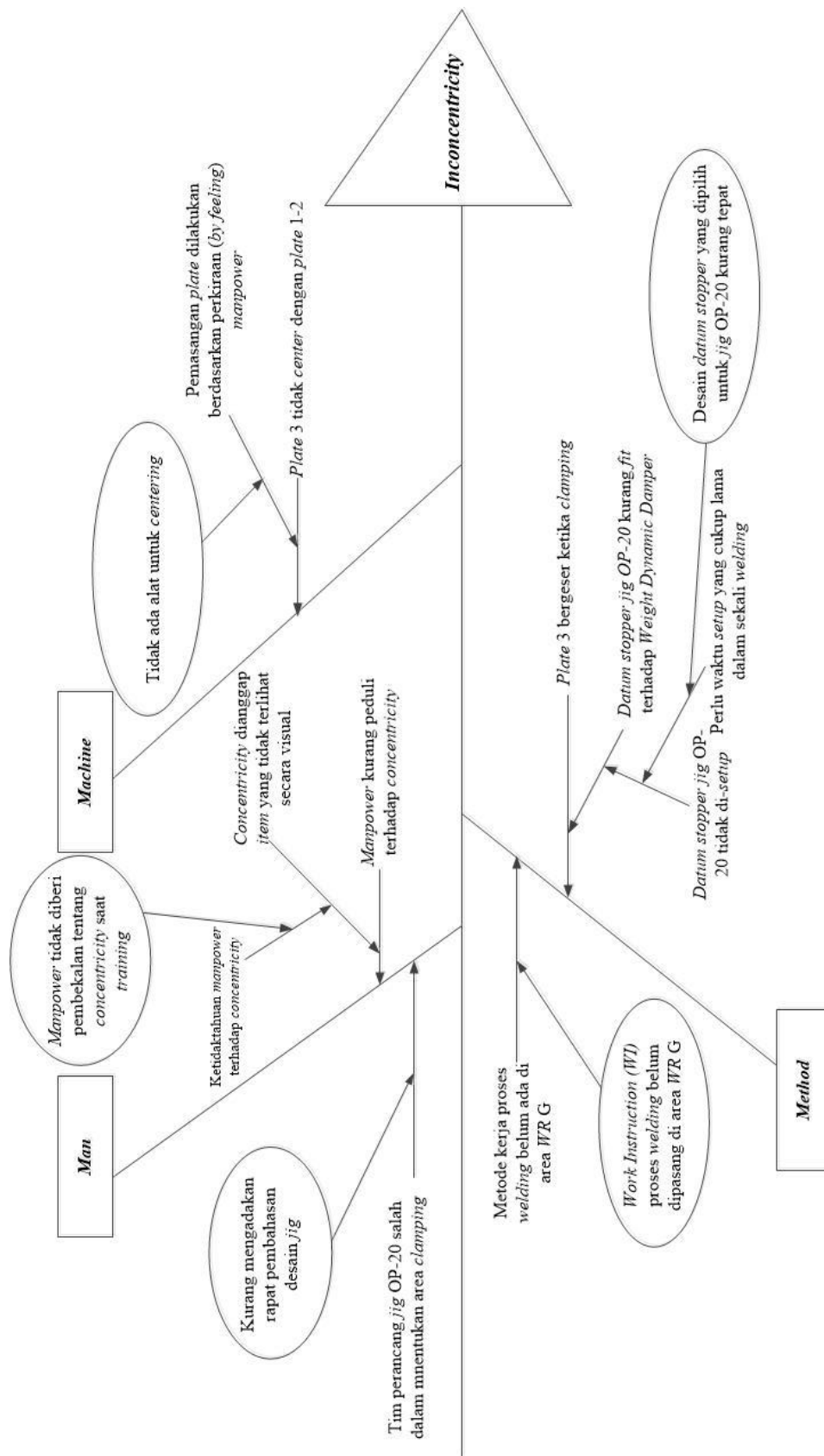
Gambar 5.2 Gaya yang Bekerja Pada Proses *Welding* di *Jig* OP-20  
(Sumber: Hasil *Brainstorming* dengan Tim Project *Weight Dynamic Damper*)

Berdasarkan Gambar 5.2 dan perhitungan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, gaya cekam yang dihasilkan oleh masing-masing *clamping jig* OP-20 lebih kecil daripada berat objek benda yang dicekam. Gaya cekam yang

dihasilkan sebesar 3,330N, sedangkan berat benda sebesar 5,060N. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan gaya cekam yang dihasilkan oleh *clamping jig* OP-20 tersebut, maka *plate* 3 akan bergeser ketika dipasang pada *plate* 1-2 sebelum dilakukan *welding*. Jika *plate* 3 yang dipasang ke *plate* 2 terpasang dengan baik (*center*), maka *concentricity* maksimal *Weight Dynamic Damper* antara *plate* 1 dan 3 akan tercapai. Pemasangan *plate* 3 ke *plate* 1-2 yang sesuai dengan keadaan di lapangan hanya dilakukan berdasarkan perkiraan (*by feeling*) dari *manpower* bahwa ketiga *plate* telah *center*. Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada alat khusus yang digunakan untuk melakukan *centering plate Weight Dynamic Damper* sebelum *welding*. *Work Instruction* proses *welding* dapat dilihat pada Lampiran B.

#### **5.1.6 Analisis Sebab Akibat dengan Diagram Ishikawa**

Analisis sebab akibat dilakukan dengan menggunakan *tools fishbone diagram* atau diagram sebab akibat. Diagram sebab akibat merupakan diagram yang biasa dilakukan untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang paling berpengaruh secara signifikan di dalam menentukan karakteristik kualitas. Selain itu, diagram sebab akibat digunakan untuk mencari penyebab-penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah. Berdasarkan diagram Pareto yang telah dibuat pada bab sebelumnya (lihat Gambar 4.22), diketahui jenis *defect* dominan ialah jenis *defect inconcentricity* sebesar 41,39%. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap jenis *defect inconcentricity* guna mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya jenis *defect* tersebut. Jika faktor-faktor yang menyebabkan *defect* tersebut telah diketahui, maka akar penyebab dari *defect* pun dapat diketahui, sehingga dapat dicari solusi untuk perbaikan *defect inconcentricity*. Adapun diagram sebab-akibat *inconcentricity* dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Diagram Sebab Akibat Inconcentricity Weight Dynamic Damper  
(Sumber: Hasil Brainstorming dengan Tim Project Weight Dynamic Damper)

Pada diagram sebab akibat (*fishbone diagram*) akibat atau permasalahan yang terjadi yaitu *defect inconcentricity* diletakkan pada kotak di ujung kanan atau pada kepala ikan. *Inconcentricity* merupakan jenis *defect* pada produk *Weight Dynamic Damper* akibat ukuran *concentricity* antara *plate 1-2* dan *plate 1-3* yang tidak mencapai spesifikasi yang telah ditetapkan yaitu 0,5mm. Dalam penelitian ini, *inconcentricity* yang difokuskan untuk mendapat perbaikan adalah *inconcentricity* adalah *plate 1* dengan *plate 3*. Faktor-faktor penyebab utama (*main cause*) yang merupakan sumber terjadinya *defect inconcentricity* yaitu *man*, *machine*, dan *methode* ditempatkan pada cabang utama membentuk tulang-tulang besar dari ikan.

Tahap selanjutnya adalah menetapkan penyebab dalam kategori utama. Pada faktor *man*, penyebab *inconcentricity* disebabkan karena *manpower* kurang peduli terhadap *concentricity Weight Dynamic Damper* dan tim perancang *jig OP-20* kurang mengadakan rapat pembahasan desain *jig*. Pada faktor *machine*, penyebab *defect inconcentricity* adalah *plate 3* tidak *center* dengan *plate 1-2* Sedangkan pada faktor *methode*, penyebab *inconcentricity* adalah metode kerja proses *welding* belum ada di area *WR G* dan desain *datum stopper* yang dipilih untuk *jig OP-20* kurang tepat. Penjelasan dari faktor-faktor yang menyebabkan *defect inconcentricity* pada *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat sebagai berikut:

#### 1. Faktor *Man*

Faktor *man* merupakan salah satu faktor yang tidak dapat dihindarkan. *Man* atau manusia memiliki pengaruh besar dalam produksi *Weight Dynamic Damper*. Penyebab yang diakibatkan oleh faktor manusia yaitu karena *manpower* kurang peduli terhadap *concentricity Weight Dynamic Damper*. Hal ini disebabkan karena *manpower* menganggap bahwa *concentricity* merupakan *defect* yang tidak terlihat secara visual, sehingga tidak perlu dikhawatirkan. Anggapan *manpower* tersebut dikarenakan *manpower* tidak diberi pembekalan terkait *requirement GD&T symbol* ketika *training*. Selain itu, faktor penyebab *inconcentricity* lainnya dari *man* adalah tim perancang *jig OP-20* kurang

mengadakan rapat untuk membahas desain lebih *detail*. Hal tersebut mengakibatkan kesalahan dalam menentukan area *positioning* pada *Weight Dynamic Damper* sebelum proses *welding* berlangsung. Akibatnya *datum stopper* pada *jig* OP-20 kurang *fit* terhadap *Weight Dynamic Damper* yang akan di-*welding*.

## 2. Faktor *Machine*

Kegagalan proses *welding* dapat juga disebabkan oleh *tools* atau *machine welding* itu sendiri. Faktor penyebab utama pada faktor *machine/tools* disebabkan karena *plate* 3 tidak *center* dengan *plate* 1-2 ketika *clamping* sebelum di-*welding*. Tidak *center*-nya *plate* 3 dengan *plate* 2 *Weight Dynamic Damper* terjadi karena pemasangan *plate* 3 ke *plate* 1-2 hanya dilakukan berdasarkan perkiraan (*by feeling*) *manpower* WR G. Seharusnya pemasangan *plate* 3 ke *plate* 1-2 dilakukan dengan menggunakan suatu alat bantu untuk *centering*. *Centering* yang baik pada pemasangan *plate* 3 ke *plate* 1-2 akan berpengaruh pada *concentricity* *Weight Dynamic Damper*.

## 3. Faktor *Method*

Kesalahan proses *welding* yang mengakibatkan *defect inconcentricity* dapat disebabkan karena metode yang digunakan saat *welding* tersebut. Faktor penyebab pertama *defect inconcentricity* pada *method* adalah metode kerja proses *welding* *jig* OP-20 belum ada di area WR G. Belum adanya metode kerja proses *welding* dikarenakan belum dipasangnya WI proses *welding* di area WR G. Faktor penyebab terakhir *defect inconcentricity* yaitu *plate* 3 bergeser ketika *clamping* sebelum di-*welding* dengan *plate* 1-2. Bergesernya *plate* 3 *Weight Dynamic Damper* ketika *clamping* diakibatkan *datum stopper* *jig* OP-20 kurang *fit* terhadap objek yang akan di-*welding*. Hal ini terjadi karena *desain datum stopper* 3 point pada *jig* OP-20 yang digunakan kurang tepat. *Datum stopper* yang digunakan di *jig* OP-20 harus dilakukan *set-up* terlebih dahulu agar *plate* 3 *center* dengan *plate* 1-2. Selain itu, tim perancang *datum stopper* pada saat itu beranggapan bahwa *positioning* dilakukan di diameter lingkaran luar *Weight Dynamic Damper*, padahal area ukur *concentricity* berada di diameter lingkaran dalam (*hole*

*diameter) Weight Dynamic Damper.*

Berdasarkan penjabaran di atas, diketahui akar penyebab *defect inconcentricity* yakni pada faktor *man* disebabkan karena *manpower* tidak diberi pembekalan terkait *requirement GD&T symbol* dari *customer* ketika *training* dan tim perancang *jig* OP-20 kurang mengadakan rapat untuk membahas desain lebih *detail*. Pada faktor *machine*, penyebab *defect inconcentricity* adalah tidak ada alat untuk *centering* ketika pemasangan *plate* 3 ke *plate* 1-2 sebelum *clamping*. Sedangkan pada faktor *methode*, penyebab *inconcentricity* adalah *WI* proses *welding* belum dipasang *WR G* dan desain *datum stopper* yang dipilih untuk *jig* OP-20 kurang tepat.

#### **5.1.7 Rencana Perbaikan**

Berdasarkan penjelasan diagram sebab akibat di atas, maka dapat dibuat rencana perbaikan untuk *defect inconcentricity*. *Defect inconcentricity* disebabkan oleh faktor *man*, *machine*, dan *method*. Rencana perbaikan dilakukan pada semua faktor penyebab *defect inconcentricity*. Hal tersebut dilakukan agar faktor penyebab *defect* tersebut tidak terjadi kembali. Oleh karena itu, akan dilakukan upaya perbaikan terhadap ketiga faktor penyebab *defect inconcentricity* yang terjadi guna meningkatkan perbaikan kualitas. Adapun tabel *5W+1H* untuk perbaikan *defect inconcentricity* pada proses *welding Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Analisis 5W+1H untuk Rencana Perbaikan Defect Inconcentricity

| Faktor | Penyebab                                                                           | What                                                                          | Why                                                                 | Where                                      | When                    | Who                                                                  | How                                                                                                       |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Man    | Manpower tidak diberi pembekalan tentang concentricity saat training               | Meningkatkan kepedulian manpower terhadap concentricity Weight Dynamic Damper | Concentricity dianggap kurang penting untuk diketahui oleh manpower | PT GKD                                     | Sebelum proses produksi | Group Leader di Welding Robot G dan Human Resource Development (HRD) | Memberikan pembekalan terkait concentricity pada Weight Dynamic Damper saat training kepada manpower WR G |
|        | Tim perancang jig OP-20 kurang mengadakan rapat untuk membahas desain lebih detail | Mengurangi kesalahan saat clamping pada proses welding Weight Dynamic Damper  | Banyaknya project yang harus dikerjakan oleh tim                    | PT GKD                                     | Sebelum proses produksi | Tim perancang jig OP-20 dan tim project Weight Dynamic Damper        | Tim perancang jig OP-20 melakukan perancangan ulang untuk clamping pada jig OP-20                         |
| Method | Work Instruction (WI) proses welding belum dipasang di area WR G                   | Mengurangi kesalahan ketika proses welding berlangsung                        | WI hanya didokumentasikan dalam komputer                            | Welding Robot Weight Dynamic Damper (WR G) | Sebelum proses produksi | Foreman dan tim project Weight Dynamic Damper                        | Memasang WI proses welding di area WR G                                                                   |

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis 5W+1H untuk Rencana Perbaikan Defect Inconcentricity

| <b>Faktor</b>  | <b>Penyebab</b>                                                             | <b>What</b>                                                        | <b>Why</b>                                                                        | <b>Where</b>                               | <b>When</b>             | <b>Who</b>                                                                                    | <b>How</b>                                                                |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <i>Method</i>  | Desain datum stopper yang dipilih untuk jig OP-20 kurang tepat              | Desain datum stopper fit terhadap jig OP-20 Welding Dynamic Damper | Tim perancang jig OP-20 kurang melakukan rapat untuk membahas desain lebih detail | Welding Robot Weight Dynamic Damper (WR G) | Sebelum proses produksi | Manpower Welding Robot Weight Dynamic Damper, Foreman serta tim project Weight Dynamic Damper | Membuat alat bantu untuk membantu datum stopper untuk positioning         |
| <i>Machine</i> | Tidak ada alat bantu untuk centering ketika pemasangan plate 3 ke plate 1-2 | Plate 3 center terhadap plate 1-2 ketika clamping                  | Proses centering plate hanya dilakukan berdasarkan feeling manpower               | Welding Robot Weight Dynamic Damper (WR G) | Sebelum proses produksi | Manpower Welding Robot Weight Dynamic Damper, Foreman serta tim project Weight Dynamic Damper | Membuat alat bantu untuk centering ketika pemasangan plate 3 ke plate 1-2 |

(Sumber: Hasil Brainstorming dengan Tim Project Weight Dynamic Damper)

Berdasarkan analisis rencana perbaikan yang telah dilakukan dengan menggunakan analisis 5W+1H, perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi terjadinya *defect inconcentricity* adalah dengan memberikan pembekalan terkait *concentricity* pada *Weight Dynamic Damper* saat *training* kepada *manpower* WR G, tim perancang *jig* OP-20 melakukan perancangan ulang untuk *clamping* pada proses *welding Weight Dynamic Damper*, membuat alat bantu untuk membantu *datum stopper* ketika *positioning*, membuat alat bantu untuk *centering* ketika pemasangan *plate* 3 ke *plate* 1-2 sebelum *clamping*, dan memasang *Work Instruction* (WI) proses *welding* di area WR G. Penjelasan mengenai rencana perbaikan untuk *defect inconcentricity* ialah sebagai berikut:

1. Memberikan pembekalan tentang *concentricity* pada *Weight Dynamic Damper* saat *training* kepada *manpower* WR G

Salah satu penyebab adanya *defect inconcentricity* pada *Weight Dynamic Damper* karena *manpower* kurang *aware* terhadap *concentricity Weight Dynamic Damper*. Hal ini disebabkan karena *manpower* menganggap bahwa *concentricity* merupakan *defect* yang tidak terlihat secara visual, sehingga tidak perlu dikhawatirkan. Anggapan *manpower* tersebut dikarenakan *manpower* tidak diberi pembekalan terkait *requirement GD&T symbol* ketika *training*. Maka dari itu, pemberian materi terkait pentingnya *concentricity* pada *Weight Dynamic Damper* kepada *manpower* dirasa perlu.

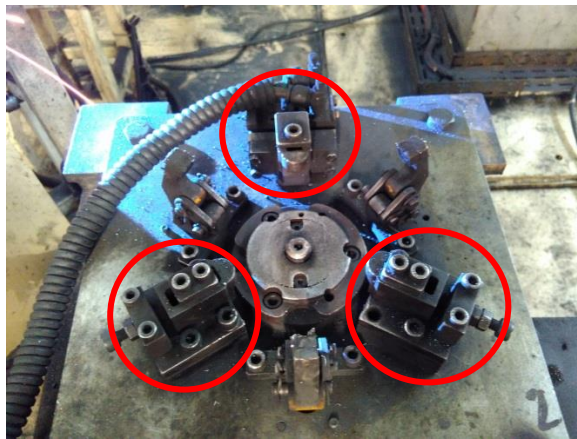
2. Tim perancang *jig* OP-20 melakukan perancangan ulang untuk *clamping* pada proses *welding Weight Dynamic Damper*

Faktor penyebab lain *defect inconcentricity* adalah tim perancang *jig* OP-20 salah dalam menentukan area *positioning* pada *Weight Dynamic Damper* sebelum proses *welding* berlangsung. Akibatnya *datum stopper* pada *jig* OP-20 kurang *fit* terhadap *Weight Dynamic Damper* yang akan di-*welding*. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan perancangan ulang *datum stopper jig* OP-20 untuk proses *welding*.

3. Membuat alat bantu untuk membantu *datum stopper* ketika *positioning*

Faktor penyebab timbulnya *defect inconcentricity* adalah karena penentuan letak *datum stopper* saat *clamping* berada di diameter luar *Weight Dynamic*

*Damper*. Hal tersebut menyebabkan *Weight Dynamic Damper* bergeser ketika proses *welding* berlangsung, sehingga proses penyatuan antara *plate* 1-2 dan *plate* 3 tidak maksimal. Maka dari itu, diperlukan perbaikan memindahkan *datum stopper* yang ada di luar lingkaran ke lingkaran dalam (*hole diameter*) *Weight Dynamic Damper*. *Datum stopper* yang menahan area diameter luar *Weight Dynamic Damper* saat *clamping* dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 *Datum stopper* di *jig* OP-20 WR G  
(Sumber: PT GKD)

*Datum stopper* tersebut dapat dilakukan *setup* dengan mengatur mur dan baut yang terdapat pada *datum stopper jig* OP-20. Proses *setup* pada *datum stopper jig* OP-20 akan memposisikan *plate* 3 supaya *center* terhadap *plate* 1-2 *Weight Dynamic Damper*. Namun, proses *setup* pada *datum stopper jig* OP-20 akan membutuhkan waktu yang lama jika dilakukan setiap akan melakukan *welding*. Maka dari itu, diperlukan alat bantu berupa *fixture* yang tidak memerlukan waktu *setup* yang lama untuk membantu *positioning plate* 3 sebelum dilakukan *clamping* pada proses *welding*. *Fixture* tersebut dapat berupa *datum pin* yang menahan di diameter dalam (*hole diameter*) *Weight Dynamic Damper*.

4. Membuat alat bantu untuk *centering* ketika pemasangan *plate* 3 ke *plate* 1-2  
*Concentricity* merupakan jarak maksimal yang diijinkan antara dua atau lebih sumbu putar. *Concentricity* juga dapat dikatakan sebagai kesatusumbuan pada objek benda yang berbentuk lingkaran. *Concentricity* yang diijinkan pada *Weight Dynamic Damper* maksimal sebesar 0,500mm. *Concentricity* pada *Weight Dynamic Damper* tercapai apabila semua *plate* berada dalam satu

sumbu atau dapat dikatakan *center*. Pemasangan *plate 3* ke *plate 1-2* sebelum *clamping* dan proses *welding* berlangsung dilakukan hanya mengandalkan perkiraan (*by feeling*) dari *manpower* saja. Hal tersebut akan mengakibatkan *plate 3* belum tentu terpasang dengan baik ke *plate 1-2* yang akan menyebabkan *inconcentricity* pada *plate 1-3*. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan sebuah alat bantu (*fixture*) yang dapat membantu *centering plate 3* ke *plate 1-2* pada proses pemasangan *plate 3* ke *plate 1-2*.

#### 5. Memasang *Work Instruction (WI)* proses *welding* di area *WR G*

*WI* yang akan digunakan pada proses *welding* diperlukan guna meminimasi terjadinya kesalahan pada proses *welding*. Apabila proses *welding Weight Dynamic Damper* dilakukan dengan baik, maka secara langsung juga akan meminimasi terjadinya *defect inconcentricity*. Perbaikan yang dilakukan yaitu melakukan penambahan adanya *fixture* berupa *datum pin*.

### 5.2 Perancangan *Fixture*

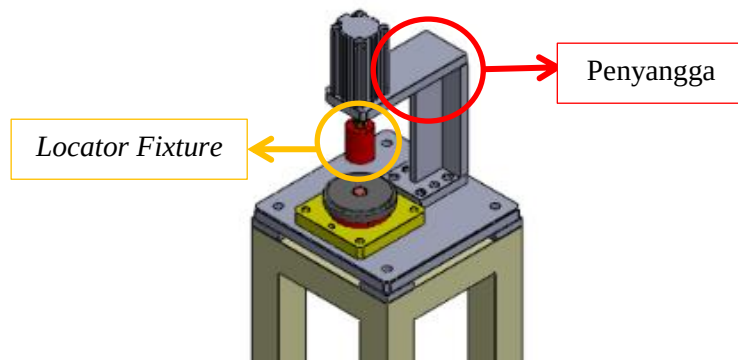
Perancangan alat bantu produksi proses *welding* pada *WR G* berupa *fixture* dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan tersebut dimulai dari penentuan desain konsep *fixture*. Penentuan desain konsep *fixture* ini termasuk dalam tahapan *Need* pada tahapan umum perancangan (*NIDA*). Setelah itu, dilakukan perancangan dimensi *fixture*, lalu dilakukan pemilihan *material* pada komponen *fixture*. Tahapan terakhir adalah memilih *material* yang sesuai untuk *fixture* dan melakukan analisis tingkat keamanan dari *fixture* yang telah dibuat. Tahapan perancangan *fixture* adalah sebagai berikut:

#### 5.2.1 Penentuan Desain Konsep *Fixture (Ideas)*

Konsep *fixture* yang akan digunakan adalah *fixture* yang mampu menahan atau menjepit serta membantu *centering* area lingkaran dalam (*hole diameter*) *Weight Dynamic Damper*. Adapun pembuatan konsep *fixture* ini dilakukan dengan menggunakan *software* SolidWorks versi 2013. Berdasarkan hal tersebut, maka terdapat dua pilihan konsep *fixture* yang akan digunakan. Dua pilihan konsep *fixture* tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

### 1. Konsep *fixture* pertama

Konsep *fixture* yang pertama adalah *fixture* yang tidak dapat dipindah-pindah. Konsep *fixture* ini memiliki penyangga yang menempel pada *jig* OP-20. Konsep *fixture* pertama dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Konsep *Fixture* Pertama  
(Sumber: Hasil *Brainstorming*)

*Locator* pada *fixture* ini dapat dinaikturunkan untuk *centering* dan menjepit benda kerja (*Weight Dynamic Damper*) dengan menggunakan tuas. Hal tersebut akan mengurangi waktu *set-up*. Selain itu, konsep *fixture* seperti ini meminimalisir hilangnya *locator* karena *locator fixture* sudah menempel pada penyangga. Dibutuhkan *maintenance* yang ketat untuk konsep *fixture* pertama. Hanya saja, untuk mengerjakan jenis *fixture* yang seperti ini, maka harus dilakukan pembongkaran terhadap *jig* OP-20 untuk pemasangan *fixture*. Pembongkaran *jig* untuk pemasangan konsep *fixture* pertama akan membutuhkan waktu yang lama. Akibatnya, proses *welding* pada *jig* OP-20 *Weight Dynamic Damper* harus berhenti untuk melakukan pembongkaran dan pemasangan *fixture*. Selain itu, penyangga yang menempel pada *jig* OP-20 seperti itu akan mengganggu proses *welding plate* 3 ke *plate* 1-2. Berdasarkan penjabaran tersebut, maka dapat dibuat tabel berisi keunggulan dan kelemahan konsep *fixture* pertama pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Keunggulan dan Kelemahan Konsep *Fixture* Pertama

| Keunggulan                                                 | Kelemahan                                              |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <i>Locator fixture</i> menempel pada <i>jig</i> OP-20      | Dibutuhkan <i>maintenance</i> yang ketat               |
| Mencegah terjadinya kehilangan pada <i>locator fixture</i> | Harus dilakukan pembongkaran terhadap <i>jig</i> OP-20 |

Lanjut...

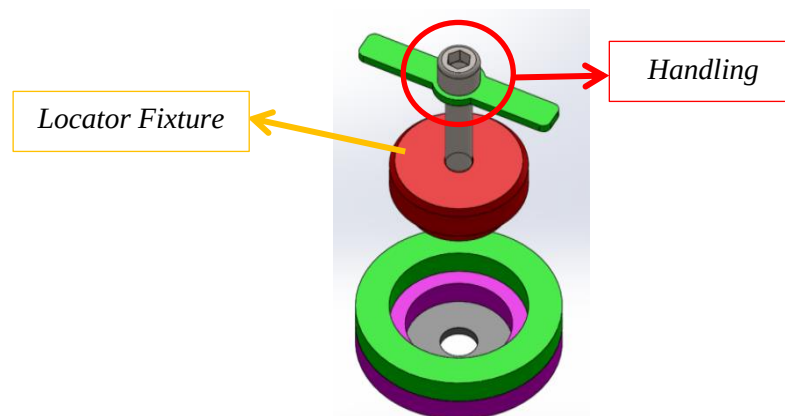
Tabel 5.2 Keunggulan dan Kelemahan Konsep *Fixture* Pertama (Lanjutan)

| Keunggulan                                                                                                  | Kelemahan                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Locator fixture</i> dapat dinaikturunkan menggunakan tuas, sehingga mampu mengurangi waktu <i>set-up</i> | Pembongkaran memerlukan waktu yang cukup lama                                                                                 |
|                                                                                                             | Proses <i>welding</i> pada <i>jig</i> OP-20 akan terhenti karena <i>jig</i> harus dibongkar untuk pemasangan <i>fixture</i> . |
|                                                                                                             | Penyangga yang menempel pada <i>fixture</i> akan mengganggu proses <i>welding jig</i> OP-20                                   |

(Sumber: Hasil *Brainstorming*)

## 2. Konsep *fixture* kedua

Konsep *fixture* yang kedua adalah *fixture* yang dapat dipindah-pindah. Konsep *fixture* ini tidak memiliki penyangga yang menempel pada *jig* OP-20. Konsep *fixture* kedua dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Konsep *Fixture* Kedua

(Sumber: Hasil *Brainstorming*)

*Locator* pada *fixture* ini dapat dinaikturunkan untuk *centering* dan menjepit benda kerja (*Weight Dynamic Damper*) dengan menggunakan *handling* atau pegangan *fixture*. Hal tersebut akan mengurangi waktu *set-up*. Konsep *fixture* yang kedua ini memiliki *centering pin* yang berfungsi untuk *centering plate Weight Dynamic Damper*. Pengerjaan konsep *fixture* yang kedua ini tidak mengharuskan pembongkaran *jig* OP-20. Sehingga, pengerjaan konsep *fixture* kedua ini tidak membutuhkan waktu yang lama. Pengerjaan konsep *fixture* kedua ini tidak mengganggu proses *welding* pada *jig* OP-20 *Weight Dynamic Damper* untuk melakukan pembongkaran dan pemasangan *fixture*. Selain itu,

konsep *fixture* kedua ini tidak memerlukan *maintenance* yang terlalu rumit. Namun, konsep *fixture* seperti ini dapat berpotensi *locator* hilang apabila tidak terdapat tempat khusus untuk menyimpan *fixture* tersebut. Hal tersebut karena *locator fixture* tidak menempel pada penyangga di *jig* OP-20. Berdasarkan penjabaran tersebut, maka dapat dibuat tabel berisi keunggulan dan kelemahan konsep *fixture* kedua pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Keunggulan dan Kelemahan Konsep *Fixture* Kedua

| Keunggulan                                                                                                                                           | Kelemahan                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <i>Locator fixture</i> dapat dinaikturunkan menggunakan <i>holding</i> , sehingga mampu mengurangi waktu <i>set-up</i>                               | <i>Locator fixture</i> tidak menempel pada <i>jig</i> OP-20 |
| Memiliki <i>centering pin</i> untuk <i>centering plate Weight Dynamic Damper</i>                                                                     | <i>Fixture</i> berpotensi hilang                            |
| Pengerjaan konsep <i>fixture</i> yang kedua ini tidak mengharuskan pembongkaran <i>jig</i> OP-20                                                     |                                                             |
| Pengerjaan konsep <i>fixture</i> kedua tidak membutuhkan waktu yang lama                                                                             |                                                             |
| Tidak mengganggu proses <i>welding</i> pada <i>jig</i> OP-20 <i>Weight Dynamic Damper</i> untuk melakukan pembongkaran dan pemasangan <i>fixture</i> |                                                             |
| Tidak memerlukan <i>maintenance</i> yang terlalu rumit.                                                                                              |                                                             |

(Sumber: Hasil *Brainstorming*)

Berdasarkan penjabaran keunggulan dan kekurangan yang dimiliki oleh konsep *fixture* pertama (Tabel 5.2) dan kedua (Tabel 5.3), dapat dilihat bahwa konsep *fixture* kedua memiliki jumlah keunggulan lebih banyak dibanding konsep *fixture* pertama. Setelah dibuat keunggulan dan kelemahan masing-masing konsep *fixture*, maka dapat dibuat tabel perbandingan antara konsep *fixture* pertama dengan konsep *fixture* kedua. Tabel perbandingan antara konsep *fixture* pertama dengan konsep *fixture* kedua dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Perbandingan antara Konsep *Fixture* Pertama dan Kedua

| Faktor Pembanding                                           | Konsep <i>Fixture</i> Pertama                                                                                     | Konsep <i>Fixture</i> Kedua                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tempat <i>Locator fixture</i>                               | <i>Locator fixture</i> menempel pada <i>jig</i> OP-20, mencegah terjadinya kehilangan pada <i>locator fixture</i> | <i>Locator fixture</i> tidak menempel pada <i>jig</i> OP-20, <i>fixture</i> berpotensi hilang bila tidak disimpan dengan baik                        |
| Cara Kerja <i>Locator Fixture</i>                           | <i>Locator fixture</i> dapat dinaikturunkan menggunakan tuas, sehingga mampu mengurangi waktu <i>set-up</i>       | <i>Locator fixture</i> dapat dinaikturunkan menggunakan <i>holding</i> , sehingga mampu mengurangi waktu <i>set-up</i>                               |
| Ketersediaan Alat untuk <i>Centering</i>                    | Tidak memiliki alat untuk <i>centering</i>                                                                        | Memiliki <i>centering pin</i> untuk <i>centering plate Weight Dynamic Damper</i>                                                                     |
| Keharusan Pembongkaran <i>Jig</i> OP-20                     | Mengharuskan pembongkaran <i>jig</i> OP-20                                                                        | Tidak mengharuskan pembongkaran <i>jig</i> OP-20                                                                                                     |
| <i>Maintenance</i> yang Diperlukan                          | Dibutuhkan <i>maintenance</i> yang ketat                                                                          | Tidak memerlukan <i>maintenance</i> yang terlalu rumit.                                                                                              |
| Pengaruh terhadap Proses <i>Welding</i> di <i>jig</i> OP-20 | Penyangga yang menempel pada <i>fixture</i> akan mengganggu proses <i>welding jig</i> OP-20                       | Tidak mengganggu proses <i>welding</i> pada <i>jig</i> OP-20 <i>Weight Dynamic Damper</i> untuk melakukan pembongkaran dan pemasangan <i>fixture</i> |

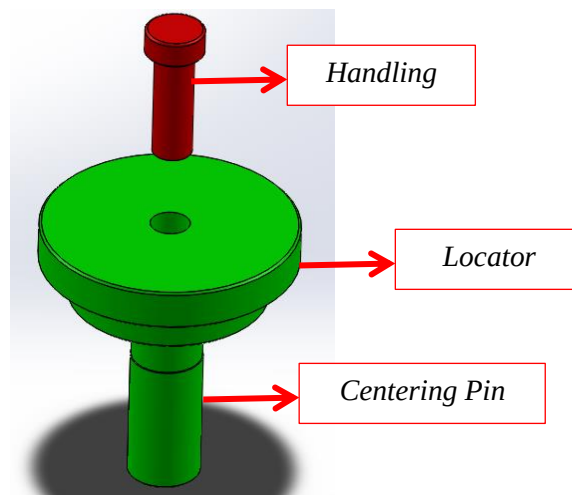
(Sumber: Hasil *Brainstorming*)

Berdasarkan Tabel 5.4, jika dilihat dari faktor tempat *locator fixture*, konsep *fixture* yang pertama tidak dapat dipindah-pindah karena sudah menempel pada *jig* OP-20. Konsep *fixture* kedua mampu dipindah-pindah dengan menggunakan *holding* (pegangan) *fixture*. Selain itu, jika dilihat dari cara kerja *locator fixture*, konsep *fixture* pertama mampu dinaikturunkan dengan menggunakan tuas. Konsep *fixture* kedua mampu dinaikturunkan dengan menggunakan *handling*. Jika dilihat dari faktor ketersediaan alat untuk *centering*, konsep *fixture* pertama tidak memiliki alat untuk *centering*. Konsep kedua *fixture* memiliki *centering pin* yang dapat digunakan untuk *centering plate Weight Dynamic Damper*. *Maintenance* yang dibutuhkan oleh konsep

*fixture* pertama agak rumit, dikarenakan *fixture* tersebut menempel pada *jig* yang setiap harinya terkena proses *welding*. *Maintenance* yang dibutuhkan oleh konsep *fixture* kedua tidak terlalu rumit, dikarenakan *fixture* tersebut tidak menempel pada *jig*. Pengerjaan konsep *fixture* pertama mengharuskan pembongkaran *jig* OP-20 dan memerlukan waktu yang lama. Sehingga, proses *welding* pada *jig* OP-20 *Weight Dynamic Damper* akan terganggu. Pengerjaan konsep *fixture* yang kedua tidak mengharuskan pembongkaran *jig* OP-20 dan tidak memerlukan waktu yang lama. Sehingga, proses *welding* pada *jig* OP-20 *Weight Dynamic Damper* tidak terganggu. Berdasarkan hal tersebut, maka konsep *fixture* yang digunakan untuk meminimasi *defect inconcentricity* pada *Weight Dynamic Damper* adalah konsep *fixture* kedua.

### 5.2.2 Perancangan Dimensi *Fixture*

Setelah dilakukan penentuan desain konsep *fixture* yang akan digunakan, maka dilakukan perancangan dimensi *fixture*. *Fixture* yang digunakan untuk meminimasi *defect inconcentricity* pada *plate 1-3 Weight Dynamic Damper* terdapat tiga komponen. Tiga komponen tersebut memiliki fungsi-fungsinya masing. Tiga komponen tersebut adalah *fixture locator*, *fixture handling*, dan *fixture centering pin*. Gambar 5.7 merupakan tiga komponen yang terdapat pada *fixture*.

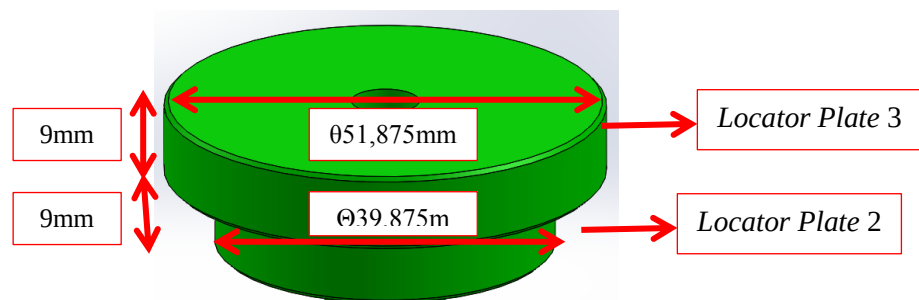


Gambar 5.7 Tiga Komponen yang Terdapat Pada *Fixture*  
(Sumber: Hasil *Brainstorming* dengan Tim Project *Weight Dynamic Damper*)

Adapun perancangan dimensi tiga komponen tersebut adalah sebagai berikut:

#### 1. *Fixture Locator*

*Fixture locator* akan dipasang pada diameter dalam (*hole diameter*) *plate 3* dan *plate 2*. Ukuran diameter dalam (*hole diameter*) *plate 3* dan *plate 2* berturut-turut ialah 52mm dan 40mm (lihat Tabel 4.6). Ukuran *fixture* tersebut menyesuaikan dengan diameter dalam *plate 2* dan *3* yang toleransi agar *fixture* tidak sulit dimasukan ke dalam diameter *Weight Dynamic Damper*. *Concentricity* yang diijinkan pada *Weight Dynamic Damper* maksimum ialah 0,500mm. Toleransi *fixture* telah dihitung pada bab sebelumnya, didapat toleransi untuk *fixture locator* sebesar 0,125mm dari diameter dalam (*hole diameter*) *plate 2* dan *3*. Maka diameter untuk *locator plate 2* berdasarkan perhitungan bab sebelumnya (lihat perhitungan sub bab 4.2.5) adalah 39,875mm. Pada permukaan atas *locator* diameter *locator plate 2*, diberikan lubang (*hole*) sebagai tempat untuk *fixture holding*. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, *hole* tersebut memiliki diameter sebesar 14mm dengan kedalaman sebesar 10mm. Diameter untuk *locator plate 3* berdasarkan perhitungan bab sebelumnya (lihat perhitungan sub bab 4.2.5) adalah 51,875mm. Tebal dari *fixture locator* yang digunakan menyesuaikan dengan tebal dari *plate 2* dan *3* *Weight Dynamic Damper* yaitu 9mm. Gambar 5.8 merupakan ukuran diameter *locator plate 3* dan *plate 2*.

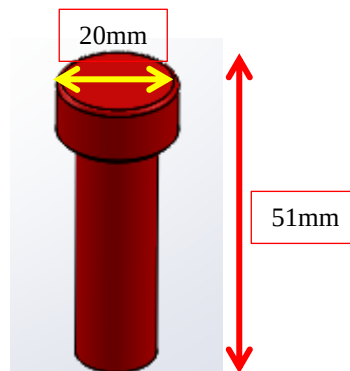


Gambar 5.8 Ukuran Diameter *Locator Plate 3* dan *Plate 2*  
(Sumber: Hasil *Brainstorming* dengan Tim Project *Weight Dynamic Damper*)

#### 2. *Fixture Handling*

Selain *fixture locator*, *fixture* tersebut juga memiliki *holding* (pegangan). Pegangan ini menyesuaikan dengan ukuran tangan *manpower*. Tinggi

pegangan *fixture* menyesuaikan dengan panjang jari kelingking. Panjang jari kelingking orang Indonesia menurut tabel persentil dengan nilai persentil 50 ialah 51mm (lihat Tabel 2.2). Penggunaan tabel persentil dengan nilai persentil 50 dilakukan karena *manpower* yang bekerja di WR G bukan satu orang saja (ada perputaran *shift* tiap minggunya). Selain itu, *fixture* ini diharapkan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama, dimana dalam perancangan dimensi tidak hanya menggunakan dimensi satu orang *manpower* saja. Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, diperoleh tinggi *fixture holding* dengan berdasarkan tabel persentil dengan nilai persentil 50 sebesar 51mm. Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, diameter *fixture holding* yang digunakan sebesar 20mm. Gambar 5.9 merupakan dimensi *fixture handling*.

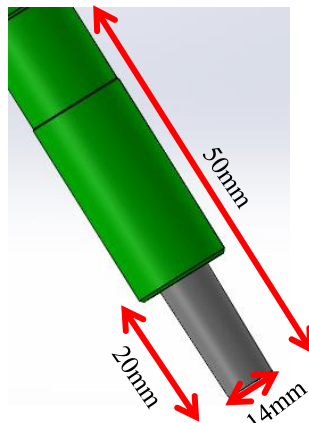


Gambar 5.9 Dimensi *Fixture Handling*

(Sumber: Hasil *Brainstorming* dengan Tim Project Weight Dynamic Damper)

### 3. *Fixture Centering pin*

*Fixture* yang digunakan terdapat *centering pin* yang berfungsi sebagai *centering plate Weight Dynamic Damper*. Tinggi *centering pin* pada *fixture* menyesuaikan dengan dimensi *centering* di *jig* OP-20 sebesar 20mm (lihat Gambar 4.16). Berdasarkan perhitungan pada bab sebelumnya, diperoleh diameter *centering pin* pada *fixture* sebesar 14,075mm. Dimensi tersebut menyesuaikan dengan diameter *pin* yang terdapat pada *jig* OP-20 yaitu 14,200mm yang diberi toleransi sebesar 0,125mm. Gambar 5.10 merupakan dimensi *fixture centering pin*.



Gambar 5.10 Dimensi *Fixture Centering Pin*  
(Sumber: Hasil Brainstorming Tim Project Weight Dynamic Damper)

Berdasarkan uraian di atas, maka komponen yang digunakan pada *fixture* ini adalah *fixture locator*, *fixture handling*, dan *fixture centering pin*. *Fixture locator* memiliki diameter sebesar 51,875mm untuk *plate 3* dan 39,875mm untuk *plate 2*. *Fixture handling* memiliki tinggi sebesar 51mm dan diameter sebesar 20mm. *Centering pin fixture* memiliki diameter sebesar 14mm dan panjang *pin* sebesar 20mm.

### 5.2.3 Pemilihan *Material* Pada Komponen *Fixture*

Pemilihan *material* pada komponen *fixture* dapat dilakukan setelah mengetahui dimensi dari masing-masing komponen *fixture*. Adapun pemilihan *material* pada komponen-komponen *fixture jig* OP-20 dapat dilihat di bawah ini:

#### 1. *Fixture Locator*

*Fixture locator* akan ditempatkan pada diameter dalam (*hole diameter*) *plate 3* dan *plate 2*. *Plate 2* dan *plate 3 Weight Dynamic Damper* terbuat dari *material* SS400 yang memiliki kekuatan tarik sebesar 400-470MPa. Maka, *material fixture locator* yang dapat digunakan adalah *material* yang memiliki kekuatan tarik di atas SS400. Pemilihan *material* ini dipilih berdasarkan *material* yang memiliki kekuatan tarik yang *consumable* dan tidak terlalu keras. Apabila *material fixture* yang dipilih terlalu keras, dikhawatirkan akan getas terhadap benda kerjanya. Selain itu, *fixture* ini juga digunakan pada *Weight Dynamic Damper* di proses *welding*, maka harus dipertimbangkan pemilihan *material* yang sesuai. Berdasarkan hal tersebut, dipilih *material* S45C yang memiliki kekuatan tarik sebesar 569-659MPa untuk *locator plate 2* dan *plate 3*.

## 2. *Fixture Handling*

*Fixture Handling* digunakan sebagai pegangan pada *fixture* untuk mengangkat dan menempatkan *fixture* ke benda kerja. Maka diperlukan *material* yang teksturnya tidak licin dan tidak terlalu besar, karena menyesuaikan dengan lebar ibu jari dan telunjuk *manpower*. Berdasarkan hal tersebut, dipilih sekrup berkepala (*cap screw*) sebagai *fixture handling*. Adapun *cap screw* yang digunakan adalah *cap screw* M20.

## 3. *Fixture Centering pin*

*Fixture Centering pin* digunakan untuk membantu dalam *centering plate Weight Dynamic Damper* sebelum dilakukan proses *welding*. Pada bagian atas *pin centering* digunakan *material* yang sama dengan *fixture locator* yaitu S45C. *Pin centering* bagian bawah digunakan *material screw* yang sama dengan *fixture handling*.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka *material* yang digunakan pada *fixture locator* adalah *material* S45C. *Material* yang digunakan pada *fixture handling* adalah *cap screw* M20. *Material* yang digunakan pada *centering pin* bagian atas adalah *material* S45C dan pada bagian bawah digunakan *screw* yang sama dengan *fixture handling*.

### 5.2.4 Prinsip Kerja *Fixture*

Setelah didapat *material* rancangan *fixture*, maka dilakukan penentuan prinsip kerja dari *fixture*. Prinsip kerja *fixture* menjabarkan mengenai cara kerja *fixture* dalam mengurangi *defect inconcentricity*. Prinsip kerja *fixture* dapat dilihat sebagai berikut:

1. *Plate 1-2 Weight Dynamic Damper* ditempatkan pada *jig* OP-20. Setelah itu, *plate 3 Weight Dynamic Damper* juga dipasang di atas *plate 1-2*. Adapun pemasangan *plate 3* ke *plate 1-2* dilakukan berdasarkan perkiraan (*by feeling*) dari *manpower*.
2. Guna meminimasi adanya pergeseran *concentricity* yang melebihi standar pada *plate 3* dengan *plate 1-2*, maka dipasang *fixture locator* pada *hole diameter* (diameter dalam) pada *plate 2* dan *plate 3 Weight Dynamic Damper*. Adapun *fixture locator* tersebut berfungsi untuk menahan agar *plate 3* dan

*plate* 1-2 tidak bergeser sebelum dilakukan *clamping*. Hal tersebut dilakukan karena *plate* 3 berpotensi bergeser ketika dilakukan pemasangan secara manual dan berdasarkan perkiraan oleh *manpower*.

3. Selain itu, *fixture locator* juga berfungsi sebagai *centering* ketiga *plate Weight Dynamic Damper*. *Plate* 3 akan mengikuti bentuk dari *locator fixture* agar *center* terhadap *plate* 1-2 sebelum dilakukan *clamping* pada proses *welding*. Disamping *fixture locator* yang menyesuaikan dengan *hole diameter plate* 2 dan *plate* 3, *fixture centering pin* juga didesain mengikuti bentuk dan menyesuaikan dengan ukuran *jig* OP-20. Setelah ketiga *plate Weight Dynamic Damper* dirasa telah *center*, maka dilakukan proses *clamping* yang berfungsi untuk menahan dan menjepit *Weight Dynamic Damper* agar tidak bergeser ketika proses *welding* berlangsung. Setelah *clamping*, maka *fixture* dilepas dari *Weight Dynamic Damper* dan proses *welding* dimulai.

#### 5.2.5 Rancangan Akhir Fixture

Setelah diketahui *material* yang digunakan pada *fixture*, maka dapat dibuat rancangan akhir *fixture*. Rancangan akhir *fixture* dibuat *prototype*-nya terlebih dahulu. Setelah itu, baru dibuat rancangan akhir *fixture*. Rancangan akhir *fixture* dapat dilihat pada Gambar 5.11.

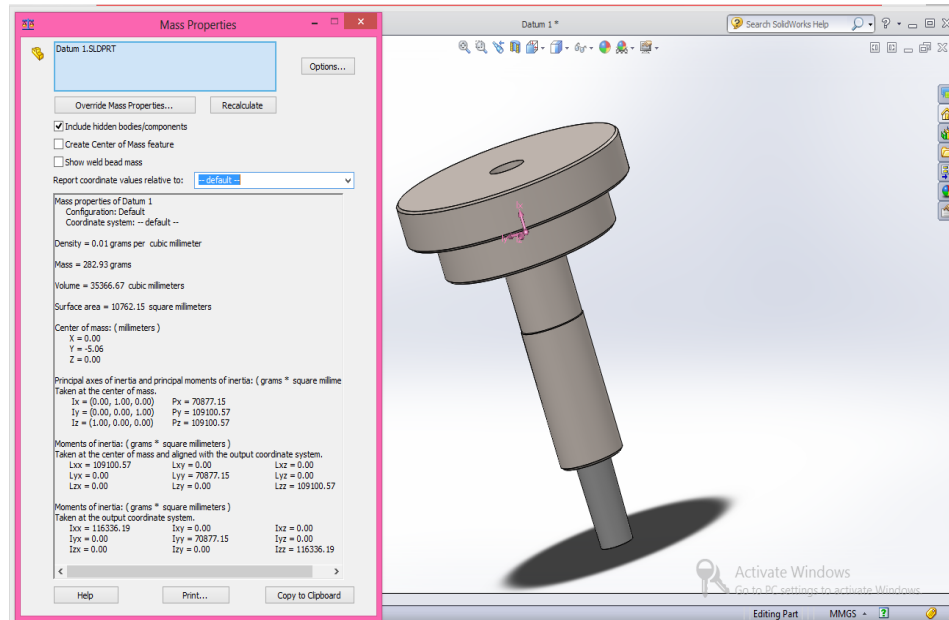


Gambar 5.11 Rancangan Akhir Fixture  
(Sumber: PT GKD)

#### 5.2.6 Analisis Tingkat Keamanan Fixture (Decision)

Analisis tingkat keamanan pada *fixture* dilakukan dengan menggunakan *software* SolidWorks versi 2013. Analisis tersebut dilakukan terhadap massa dari *fixture* dengan mengganti *material* pada desain *fixture* di SolidWorks dengan *material* yang digunakan pada aslinya. Setelah *material* yang digunakan pada

*fixture* dimasukkan diketahui, maka dapat diketahui *mass properties* dari *fixture* tersebut.



Gambar 5.12 *Mass Properties Fixture Weight Dynamic Damper*  
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan *mass properties* yang dihasilkan, diperoleh massa *fixture* sebesar 282,930gr. Jika dikonversikan ke dalam kg, maka massa *fixture* menjadi 0,282kg. Angka tersebut termasuk dalam angka yang aman dikarenakan apabila *fixture* tersebut jatuh dan mengenai kaki *manpower*, kaki *manpower* tetap aman. Hal tersebut dikarenakan *manpower* diwajibkan mengenakan *safety shoes* ketika memasuki *plant* yang mampu menahan beban dengan kisaran 3-5kg. Selain itu, jenis *material* S45C yang digunakan pada *fixture* merupakan *material* yang mengandung sedikit unsur *phosphor* (P) dan *sulfur* (S). Kandungan *phosphor* yang terdapat pada S45C ini kurang dari 0,030 dan kandungan *sulfur* yang terdapat pada S45C kurang dari 0,035. Kandungan *phosphor* yang terlalu banyak pada *material* baja (*steel*) akan menjadikan baja rapuh dalam keadaan dingin. Kandungan *sulfur* yang terlalu banyak pada *material* baja (*steel*) akan membuat baja rapuh dalam keadaan panas. *Fixture* ini akan digunakan pada *part* yang melalui proses *welding*, sehingga pemilihan *material* harus tepat. Berdasarkan penjabaran tersebut, maka *fixture* dianggap aman dan dapat diimplementasikan.

### 5.3 Implementasi (*Action*)

Rencana perbaikan yang telah disusun sebelumnya diimplementasikan selama satu bulan, yakni pada tanggal 1–30 Maret 2018. Dari rencana perbaikan yang telah diperoleh dari sub bab sebelumnya, rencana perbaikan yang telah diimplementasikan adalah membuat *fixture* berupa *datum pin* untuk membantu *datum stopper 3 point jig* OP-20 *Weight Dynamic Damper* saat *clamping* dan membuat *Work Instruction (WI)* proses *welding* yang baru di area WR G. Rencana perbaikan berupa memberikan pembekalan terkait *concentricity* pada *Weight Dynamic Damper* saat *training* kepada *manpower* WR G masih berupa usulan perbaikan bagi perusahaan. Adapun implementasi rencana perbaikan *defect inconcentricity* dapat dilihat sebagai berikut:

1. Membuat *fixture* berupa *datum pin* untuk membantu *datum stopper jig* OP-20 sebelum *clamping*.

*Defect inconcentricity* pada *Weight Dynamic Damper* terjadi akibat *plate 3* bergeser ketika *clamping* sebelum proses *welding* ke *plate 1-2*. Untuk itu, dilakukan pembuatan *fixture* untuk membantu proses *clamping* pada *jig* OP-20. Adapun *fixture* tersebut berupa *datum pin* yang dipasang di diameter dalam lingkaran (*hole diameter*) *Weight Dynamic Damper*. Gambar 5.13 memperlihatkan gambaran penggunaan sebelum dan sesudah perbaikan.



Gambar 5.13 Penggunaan *Datum Pin Jig* OP-20 Sebelum dan Sesudah Perbaikan  
(Sumber: PT GKD)

Gambar 5.13 di sebelah kiri menunjukkan *clamping* yang belum menggunakan *datum pin* pada diameter lingkaran dalam (*hole diameter*) *Weight Dynamic Damper*. Sedangkan Gambar 5.13 di sebelah kanan

menunjukkan *clamping* yang sudah menggunakan *datum pin* pada diameter lingkaran dalam (*hole diameter*) *Weight Dynamic Damper*.

2. Membuat *Work Instruction* (WI) proses *welding* yang baru di area WR G

Dikarenakan terjadi penambahan *fixture* untuk *clamping* pada diameter lingkaran dalam (*hole diameter*) *Weight Dynamic Damper*, maka terjadi penambahan pula pada WI proses *welding* *Weight Dynamic Damper*. Gambar 5.14 memperlihatkan gambaran penggunaan sebelum dan sesudah perbaikan.



Gambar 5.14 Perbedaan WI sebelum dan sesudah perbaikan  
(Sumber: Pengolahan Data)

Gambar 5.14 di sebelah kiri menunjukkan WI yang belum terdapat penggunaan *datum pin* pada diameter lingkaran dalam (*hole diameter*) *Weight Dynamic Damper*. Dengan kata lain, pada gambar sebelah kiri baru terdapat instruksi untuk penggunaan *datum stopper* diameter luar lingkaran *Weight Dynamic Damper*. Sedangkan Gambar 5.14 di sebelah kanan menunjukkan WI yang sudah menggunakan *datum pin* pada diameter lingkaran dalam *Weight Dynamic Damper*. Adapun WI sebelum melakukan perbaikan dapat dilihat pada lampiran B. WI sesudah melakukan perbaikan dapat dilihat pada Lampiran C.

## 5.4 Hasil Implementasi

Setelah rancangan *fixture* tersebut diimplementasikan, maka dapat dilakukan perbandingan sebelum dan setelah menggunakan *fixture*. Adapun perbandingan dilakukan dengan melihat apakah persentase *defect inconcentricity* masih menjadi yang tertinggi pada *Weight Dynamic Damper* atau sebaliknya. Kemudian,

dilakukan pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan R dan perhitungan indeks kapabilitas proses Cp dan Cpk setelah menggunakan *fixture*. Adapun hasil implementasi perbaikan pada proses *welding Weight Dynamic Damper* pada *jig* OP-20 adalah sebagai berikut:

#### 5.4.1 Membuat Diagram Pareto Setelah Menggunakan *Fixture*

Suatu produk dapat dikatakan mempunyai ukuran yang standar dan bisa masuk dalam kategori *finished good* apabila semua dimensi berada dalam batas spesifikasi. Oleh karena itu, setelah dilakukan perbaikan maka dilakukan pengambilan data untuk *defect* berdasarkan dimensi produk *Weight Dynamic Damper*. Data *defect* berdasarkan dimensi yang diperoleh dari hasil penelitian setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Jenis *Defect* Dimensi Produk bulan April–Mei 2018

| Jenis <i>Defect</i> berdasarkan dimensi produk | Bulan      |          | Total |
|------------------------------------------------|------------|----------|-------|
|                                                | April 2018 | Mei 2018 |       |
| <i>Inconcentricity</i> (>0,5mm)                | 105        | 211      | 316   |
| <i>Flatness</i> (>0,3mm)                       | 219        | 257      | 476   |
| Diameter <i>Plate 1 Overlap</i>                | 13         | 95       | 108   |
| Diameter <i>Plate 2 Overlap</i>                | 24         | 72       | 96    |
| Diameter <i>Plate 3 Overlap</i>                | 24         | 14       | 38    |
| Total                                          | 385        | 649      | 1.034 |

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.5, dapat dilihat bahwa *defect inconcentricity* memberikan jumlah *defect* terbesar pada bulan April–Mei 2018 sebesar 316 unit. Bulan April 2018 terdapat *defect inconcentricity* sebesar 106 unit dan bulan Mei 2018 terdapat *defect inconcentricity* sebesar 211 unit. Namun, jumlah tersebut mengalami penurunan dari dua bulan sebelumnya yakni pada bulan Januari–Februari 2018 yang berjumlah 469 unit (lihat Tabel 4.8).

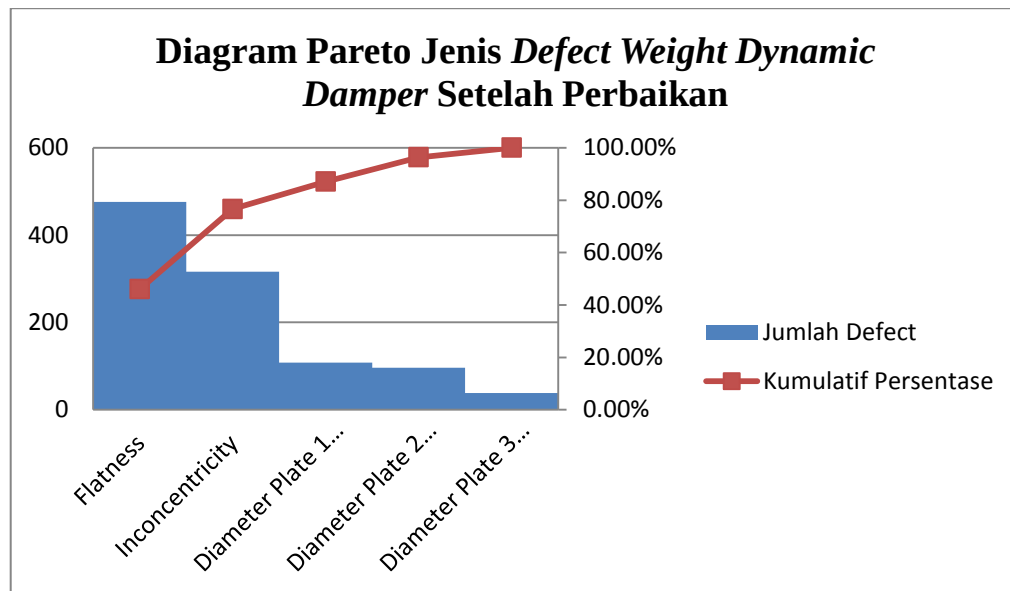
Perhitungan terhadap data pada bulan April–Mei 2018 dilakukan untuk mengetahui bagaimana diagram Pareto setelah perbaikan. Dibuatnya diagram pareto setelah perbaikan adalah untuk mengetahui apakah *defect inconcentricity* masih mendominasi kegagalan proses. Perhitungan persentase untuk pembuatan diagram Pareto dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Perhitungan Persentase untuk Pembuatan Diagram Pareto Produksi *Weight Dynamic Damper* selama Bulan April–Mei 2018

| Jenis <i>Defect</i> berdasarkan dimensi produk | Total (unit) | Persentase (%) | Kumulatif Persentase (%) |
|------------------------------------------------|--------------|----------------|--------------------------|
| <i>Flatness</i> (>0,3mm)                       | 476          | 46,03          | 46,03                    |
| <i>Inconcentricity</i> (>0,5mm)                | 316          | 30,56          | 76,60                    |
| Diameter <i>Plate 1 Overlap</i>                | 108          | 10,44          | 87,04                    |
| Diameter <i>Plate 2 Overlap</i>                | 96           | 9,28           | 96,32                    |
| Diameter <i>Plate 3 Overlap</i>                | 38           | 3,68           | 100,00                   |
| Total                                          | 1.034        | 100,00         |                          |

(Sumber: Pengolahan Data)

Pembuatan diagram Pareto dapat dilakukan setelah menghitung persentase dan kumulatif persentase dari jenis *defect* pada *Weight Dynamic Damper*. Pembuatan diagram Pareto dapat dibuat kembali untuk melihat apakah *defect inconcentricity* masih merupakan *defect* tertinggi pada *Weight Dynamic Damper* atau tidak. Diagram Pareto *defect* pada proses produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Diagram Pareto Jenis *Defect Weight Dynamic Damper* Setelah Perbaikan

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan diagram Pareto di atas, dapat dilihat bahwa jenis *defect flatness* mendominasi dengan jumlah *defect* 476 unit dengan persentase sebesar 46,03%. Pada diagram Pareto sebelum dilakukan perbaikan *defect inconcentricity*

merupakan *defect* tertinggi sebesar 1.482 unit dengan persentase 69,06% (lihat Tabel 4.15), namun setelah dilakukan perbaikan *defect inconcentricity* tersebut turun menjadi 316 unit dengan persentase 30,56%. Berdasarkan hal tersebut, terjadi penurunan *defect inconcentricity* sebesar 10,83%. Jika digambarkan dalam tabel, maka perbandingan persentase *defect inconcentricity* sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Perbandingan Persentase *Defect Inconcentricity* Sebelum dan Setelah Perbaikan

| Bulan                 | Persentase<br><i>Defect Inconcentricity</i> | Penjelasan                                                                  |
|-----------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Januari–Februari 2018 | 41,39%                                      | <i>Defect inconcentricity</i> memiliki persentase tertinggi                 |
| April–Mei 2018        | 30,56%                                      | <i>Defect inconcentricity</i> memiliki persentase peringkat kedua tertinggi |
| Selisih               | 10,83%                                      | Mengalami penurunan                                                         |

(Sumber: Pengolahan Data)

#### 5.4.2 Membuat Peta Kendali $\bar{X}$ dan R Setelah Menggunakan *Fixture*

Pengukuran *concentricity* diambil dari delapan buah sampel lot produk *Weight Dynamic Damper*, dimana masing-masing *subgroup* terdiri atas 5 unit *Weight Dynamic Damper* yang diperiksa setelah tahap produksi selesai dilaksanakan. Pengukuran *concentricity plate* 1-3 bulan April–Mei 2018 dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Pengukuran *Concentricity Plate* 1–3 pada bulan April–Mei 2018

| <i>Subgroup</i> | <i>Concentricity Plate</i> 1-3<br>(mm) |       |       |       |       |
|-----------------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                 | X1                                     | X2    | X3    | X4    | X5    |
| 1               | 0,460                                  | 0,430 | 0,190 | 0,370 | 0,380 |
| 2               | 0,470                                  | 0,220 | 0,250 | 0,120 | 0,230 |
| 3               | 0,410                                  | 0,390 | 0,210 | 0,320 | 0,200 |
| 4               | 0,470                                  | 0,220 | 0,250 | 0,120 | 0,230 |
| 5               | 0,300                                  | 0,420 | 0,250 | 0,260 | 0,270 |
| 6               | 0,690                                  | 0,480 | 0,160 | 0,340 | 0,150 |
| 7               | 0,480                                  | 0,110 | 0,410 | 0,440 | 0,220 |

(Sumber: PT GKD)

*Concentricity* yang diminta pada *Weight Dynamic Damper* ialah kurang dari atau sama dengan 0,5mm. Berdasarkan data pada Tabel 5.8, dapat dilihat

bahwa data *concentricity* sampel *Weight Dynamic Damper* setelah perbaikan hampir secara keseluruhan memenuhi kriteria yang diinginkan oleh *customer* internal. Hanya terdapat satu data yang tidak sesuai dengan kriteria *customer* internal yakni pada *subgroup* ke-6 sampel ke-1 sebesar 0,690.

Setelah dilakukan perbaikan pada proses *welding Weight Dynamic Damper*, maka dilakukan pembuatan peta kendali kembali untuk mengetahui apakah variasi dan proses sudah terkendali atau belum. Peta kendali yang digunakan pada sub bab ini sama dengan pembuatan peta kendali pada bab sebelumnya, yakni peta kendali  $\bar{X}$  dan R.

#### 1. Peta Kendali $\bar{X}$ Setelah Perbaikan

Pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya menghitung  $\bar{X}$  dan R, menghitung  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$ , menghitung BKA dan BKB, kemudian dilanjutkan dengan menggambar peta kendali  $\bar{X}$ . Tahapan-tahapan dan rumus perhitungan pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  setelah dilakukan perbaikan ini sama dengan pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  pada bab sebelumnya. Data pengukuran *concentricity* yang digunakan untuk pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan R terdapat pada Tabel 5.8. Nilai  $\bar{X}$  dan R dari tiap *subgroup* sampel produksi *Weight Dynamic Damper* yang diambil dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Nilai  $\bar{X}$  dan R Pengukuran *Concentricity Plate 1-3 Weight Dynamic Damper* pada Bulan April–Mei 2018

| Subgroup  | Concentricity Plate 1-3<br>(mm) |       |       |       |       | $\Sigma X$ | $\bar{X}$              | R                |
|-----------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------|------------------------|------------------|
|           | x1                              | x2    | x3    | x4    | x5    |            |                        |                  |
| 1         | 0,460                           | 0,430 | 0,190 | 0,370 | 0,380 | 1,830      | 0,366                  | 0,270            |
| 2         | 0,470                           | 0,220 | 0,250 | 0,120 | 0,230 | 1,290      | 0,258                  | 0,350            |
| 3         | 0,410                           | 0,390 | 0,210 | 0,320 | 0,200 | 1,530      | 0,306                  | 0,210            |
| 4         | 0,470                           | 0,220 | 0,250 | 0,120 | 0,230 | 1,290      | 0,258                  | 0,350            |
| 5         | 0,300                           | 0,420 | 0,250 | 0,260 | 0,270 | 1,500      | 0,300                  | 0,170            |
| 6         | 0,690                           | 0,480 | 0,160 | 0,340 | 0,150 | 1,820      | 0,364                  | 0,540            |
| 7         | 0,480                           | 0,110 | 0,410 | 0,440 | 0,220 | 1,660      | 0,332                  | 0,370            |
| TOTAL     |                                 |       |       |       |       | 10,920     | 2,184                  | 2,260            |
| RATA-RATA |                                 |       |       |       |       | 2,184      | $\Sigma \bar{X}=0,312$ | $\Sigma R=0,323$ |

(Sumber: Pengolahan Data)

a. Menghitung BKA dan BKB

Perhitungan BKA dan BKB dapat dilakukan setelah menghitung  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$ . Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  berturut-turut 0,312 dan 0,323. Nilai  $A_2$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel (m)=5 ialah 0,577 (lihat Lampiran A). Adapun  $\bar{\bar{X}}$ ,  $\bar{R}$  dan  $A_2$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Atas (BKA) peta kendali  $\bar{X}$  yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKA = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$\begin{aligned} BKA &= 0,312 + 0,577(0,323) \\ &= 0,312 + 0,186 \end{aligned}$$

$$BKA = 0,498$$

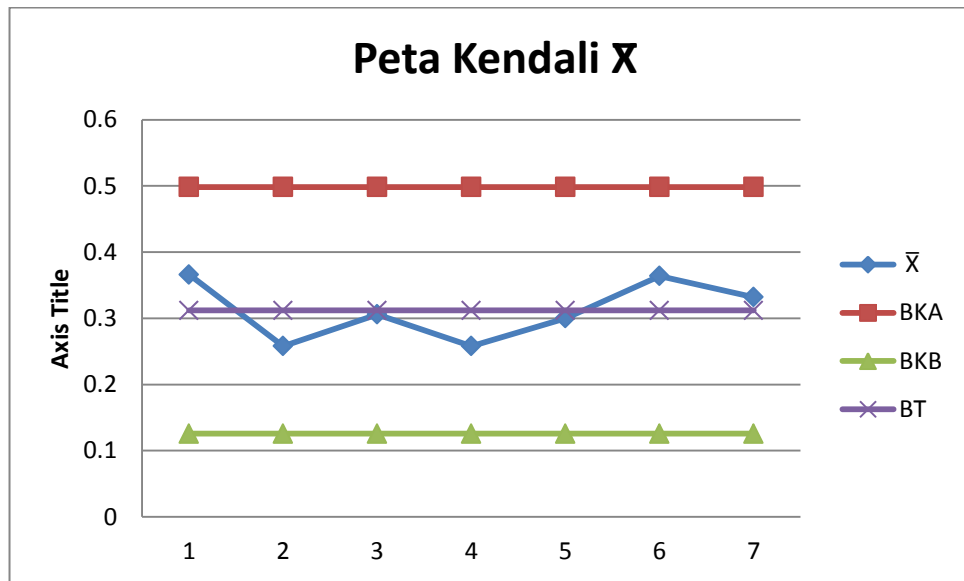
Berdasarkan perhitungan  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  sebelumnya, diperoleh  $\bar{\bar{X}}$  dan  $\bar{R}$  berturut-turut 0,312 dan 0,323. Nilai  $A_2$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel (m)=5 ialah 0,577 (lihat Lampiran A). Adapun  $\bar{\bar{X}}$ ,  $\bar{R}$  dan  $A_2$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Bawah (BKB) peta kendali  $\bar{X}$  yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKB = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$\begin{aligned} BKB &= 0,312 - 0,577(0,323) \\ &= 0,312 - 0,186 \end{aligned}$$

$$BKB = 0,126$$

Perhitungan BKA dan BKB peta kendali  $\bar{X}$  telah dilakukan, maka pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dapat dilakukan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh BKA sebesar 0,498; BKB sebesar 0,126; dan  $\bar{\bar{X}}$  sebesar 0,312. Peta kendali  $\bar{X}$  dilihat pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Peta Kendali  $\bar{X}$  proses *welding Weight Dynamic Damper* pada Bulan April–Mei 2018  
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengamatan peta kendali  $\bar{X}$  tampak jelas bahwa tidak ada data yang keluar dari batas-batas kendali. Kesimpulan yang dapat diambil dari hal tersebut ialah proses produksi *Weight Dynamic Damper* setelah perbaikan terkendali dengan baik.

## 2. Peta Kendali R Setelah Perbaikan

Pembuatan peta kendali R pada penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut diantaranya menghitung R, menghitung  $\bar{R}$ , menghitung BKA dan BKB, kemudian dilanjutkan dengan menggambar peta kendali R. Data pengukuran *concentricity* yang digunakan untuk pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan R terdapat pada Tabel 5.8. Nilai  $\bar{X}$  dan R dari tiap *subgroup* sampel produksi *Weight Dynamic Damper* yang diambil dapat dilihat pada Tabel 5.9.

### a. Menghitung BKA dan BKB

Perhitungan BKA dan BKB dapat dilakukan setelah menghitung  $\bar{R}$ . Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh  $\bar{R}$  sebesar 0,323. Nilai  $D_4$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel ( $m$ )=5 ialah 2,114 (lihat Lampiran A). Adapun R dan  $D_4$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Atas (BKA) peta kendali R yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKA = D_4 \bar{R}$$

$$BKA = 2,114(0,323)$$

$$BKA = 0,683$$

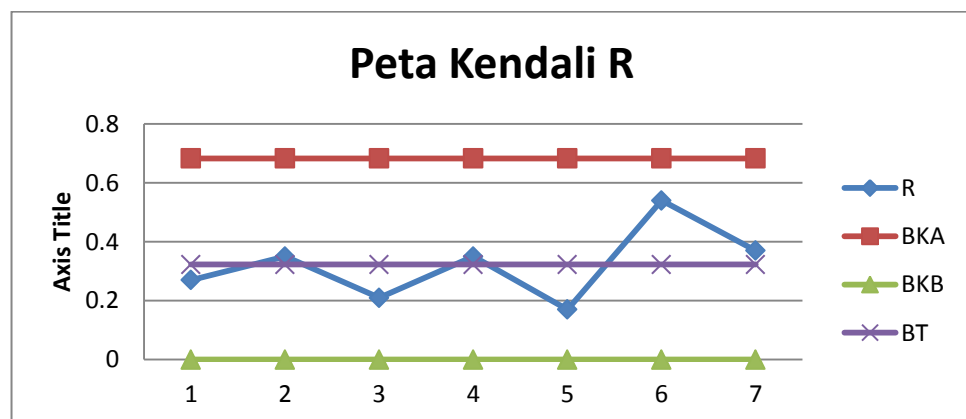
Berdasarkan perhitungan  $\bar{R}$  sebelumnya, diperoleh  $\bar{R}$  sebesar 0,323. Nilai  $D_3$  yang digunakan berdasarkan ukuran sampel ( $m$ )=5 ialah 0 (lihat Lampiran A). Adapun  $\bar{R}$  dan  $D_3$  dimasukkan ke dalam perhitungan Batas Kendali Bawah (BKB) peta kendali R yang dapat dilihat di bawah ini:

$$BKB = D_3 \bar{R}$$

$$BKB = 0(0,323)$$

$$BKB = 0$$

Perhitungan BKA dan BKB peta kendali R telah dilakukan, maka pembuatan peta kendali R dapat dilakukan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh BKA sebesar 0,683; BKB sebesar 0, dan  $\bar{R}$  sebesar 0,323. Pembuatan peta kendali R dilihat pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Peta Kendali R *Concentricity Weight Dynamic Damper* pada Bulan April–Mei 2018  
(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan peta kendali R (Gambar 5.17) di atas, dapat dilihat bahwa tidak terdapat data yang keluar dari batas kendali atas. Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hal tersebut bahwa tingkat variansi data *concentricity Weight Dynamic Damper* sudah terkendali dengan baik.

Pada peta kendali  $\bar{X}$  dan R sebelum dilakukan perbaikan, terdapat data yang keluar (*out of control*) dari batas kendali yang telah ditentukan (BKA dan BKB). Data yang keluar terdapat pada *subgroup* ke-4. Hal tersebut

menunjukkan bahwa terdapat penyebab khusus yang mempengaruhi sistem. Setelah dilakukan perbaikan tidak terdapat data yang keluar (*out of control*) dari batas kendali.

#### 5.4.3 Menghitung Indeks Kapabilitas Proses Cp dan Cpk Setelah Menggunakan *Fixture*

Perhitungan indeks kapabilitas proses Cp dan Cpk produksi *Weight Dynamic Damper* setelah perbaikan dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut:

1. Menghitung standar deviasi CTQ proses yang sedang dikendalikan

Perhitungan standar deviasi (s) perlu dilakukan sebelum menghitung indeks kapabilitas proses Cp. Perhitungan standar deviasi (s) memerlukan data  $\bar{R}$  dan  $d_2$ .  $\bar{R}$  yang digunakan sama dengan  $\bar{R}$  pada pembuatan peta kendali  $\bar{X}$  dan R sebelumnya, yaitu sebesar 0,323. Nilai  $d_2$  untuk ukuran sampel (m) = 5 ialah 2,326 (lihat Lampiran A). Perhitungan standar deviasi data variabel dapat dilakukan melalui perhitungan berikut:

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$s = \frac{0,323}{2,326}$$

$$s = 0,138$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai s yang diperoleh ialah 0,138.

2. Menghitung Indeks Kapabilitas Proses Cp

Perhitungan indeks kapabilitas proses Cp memerlukan Batas Spesifikasi Atas (BSA) dan Batas Spesifikasi Bawah (BSB). Toleransi yang diijinkan pada *concentricity Weight Dynamic Damper* ialah  $\pm 0,25\text{mm}$ . Perhitungan BSA dan BSB dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{BSA} = 0,500\text{mm} + 0,250 = 0,750\text{mm}$$

$$\text{BSB} = 0,500\text{mm} - 0,250 = 0,250\text{mm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai BSA dan BSB yang digunakan dalam menghitung indeks kapabilitas proses Cp berturut-turut ialah 0,750 dan 0,250. Nilai s yang digunakan berdasarkan perhitungan sebelumnya ialah 0,138. Perhitungan indeks kapabilitas proses Cp produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilakukan melalui perhitungan di bawah ini:

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6 \cdot S}$$

$$C_p = \frac{0,750 - 0,250}{6 \cdot 0,138}$$

$$C_p = \frac{0,500}{0,828}$$

$$C_p = 0,603$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai indeks kapabilitas proses  $C_p$  yang diperoleh setelah dilakukan perbaikan (April–Mei 2018) ialah 0,603. Nilai tersebut menunjukkan bahwa proses kapabilitas masih rendah, sehingga masih memerlukan *controlling* secara ketat agar nilai  $C_p$  mampu melebihi angka 1,3. Jika digambarkan dalam tabel, maka perbandingan nilai indeks kapabilitas sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Perbandingan Nilai Indeks Kapabilitas Proses  $C_p$  Sebelum dan Setelah Perbaikan

| Bulan                 | Nilai $C_p$ | Penjelasan                                                                                   |
|-----------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Januari–Februari 2018 | 0,337       | Proses kapabilitas rendah, sehingga memerlukan perbaikan proses                              |
| April–Mei 2018        | 0,603       | Proses kapabilitas masih tergolong rendah, sehingga memerlukan <i>controlling</i> yang ketat |
| Selisih               | 0,266       | Mengalami kenaikan                                                                           |

(Sumber: Pengolahan Data)

Nilai indeks kapabilitas proses  $C_p$  sebelum dilakukan perbaikan (Januari–Februari 2018) yang dihitung pada bab sebelumnya ialah sebesar 0,337. Berdasarkan hal tersebut, maka nilai indeks kapabilitas proses sebelum dan setelah perbaikan mengalami kenaikan sebesar 0,266.

### 3. Menghitung $C_p(A)$ dan $C_p(B)$

Perhitungan indeks kapabilitas proses atas atau  $C_p(A)$  memerlukan BSA dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung pada pembuatan peta kendali  $\bar{\bar{X}}$  sebelumnya. Adapun BSA dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung ialah sebesar 0,750 dan 0,312. Nilai  $s$  yang digunakan telah dihitung pada perhitungan di atas sebesar 0,138. Adapun perhitungan indeks  $C_p(A)$  produksi *Weight Dynamic Damper* setelah perbaikan dapat dilihat melalui perhitungan di bawah ini:

$$Cp(A) = \frac{BSA - \bar{\bar{X}}}{3 * S}$$

$$Cp(A) = \frac{0,750 - 0,312}{3 * 0,138}$$

$$Cp(A) = \frac{0,438}{0,441}$$

$$Cp(A) = 1,058$$

Perhitungan indeks kapabilitas proses bawah atau Cp(B) memerlukan BSB dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung pada pembuatan peta kendali  $\bar{\bar{X}}$  sebelumnya. Adapun BSB dan  $\bar{\bar{X}}$  yang telah dihitung ialah sebesar 0,250 dan 0,312. Nilai s yang digunakan telah dihitung pada perhitungan di atas sebesar 0,138. Adapun perhitungan indeks Cp(B) produksi *Weight Dynamic Damper* dapat dilihat melalui perhitungan di bawah ini:

$$Cp(B) = \frac{\bar{\bar{X}} - BSB}{3 * S}$$

$$Cp(B) = \frac{0,312 - 0,250}{3 * 0,138}$$

$$Cp(B) = \frac{0,062}{0,441}$$

$$Cp(B) = 0,149$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai Cp(A) sebesar 1,058 dan nilai Cp(B) sebesar 0,149.

#### 4. Menghitung Cpk

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diperoleh nilai Cp(A) sebesar 1,058 dan Cp(B) sebesar 0,149. Cp(A) dan Cp(B) digunakan untuk menghitung nilai Cpk. Perhitungan indeks kapabilitas proses Cpk produksi *Weight Dynamic Damper* adalah sebagai berikut:

$$Cpk = \text{Min}\{Cp(A), Cp(B)\}$$

$$Cpk = \text{Min}\{(1,058), (0,149)\}$$

$$Cpk = 0,149$$

Berdasarkan perhitungan di atas, indeks kapabilitas proses Cpk setelah perbaikan (April–Mei 2018) yang dihasilkan sebesar 0,149. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata proses terletak dalam batas spesifikasi, tetapi

beberapa bagian dari variasi proses terletak di luar batas spesifikasi. Nilai indeks kapabilitas proses Cpk sebelum perbaikan (Januari–Februari 2018) ialah sebesar -0,269. Nilai tersebut menunjukkan bahwa rata-rata proses terletak di luar batas spesifikasi. Berdasarkan hal tersebut, maka nilai indeks kapabilitas proses Cpk sebelum dan setelah perbaikan mengalami kenaikan sebesar 0,836. Jika digambarkan dalam tabel, maka perbandingan nilai indeks kapabilitas sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Perbandingan Nilai Indeks Kapabilitas Proses Cpk Sebelum dan Setelah Perbaikan

| Bulan                 | Nilai Cpk | Penjelasan                                                                                                                       |
|-----------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Januari–Februari 2018 | -0,269    | Rata-rata proses terletak di luar batas spesifikasi                                                                              |
| April–Mei 2018        | 0,149     | Rata-rata proses terletak dalam batas spesifikasi, tetapi beberapa bagian dari variasi proses terletak di luar batas spesifikasi |
| Selisih               | 0,418     | Mengalami kenaikan                                                                                                               |

(Sumber: Pengolahan Data)

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian sebelumnya, maka kesimpulannya adalah:

1. Komponen-komponen penyusun dari *fixture* yang digunakan untuk *clamping* sebelum *Weight Dynamic Damper* di-*welding* adalah *fixture locator*, *fixture handling*, dan *fixture centering pin*.
2. Dimensi komponen-komponen penyusun dari *fixture* adalah pada *fixture locator* memiliki diameter sebesar 51,875mm untuk *plate* 3 dan 39,875mm untuk *plate* 2. *Fixture handling* memiliki tinggi sebesar 51mm dan diameter sebesar 20mm. *Fixture centering pin* memiliki diameter sebesar 14mm dan panjang *pin* sebesar 20mm.
3. *Material* yang digunakan pada *fixture locator* adalah *material* S45C. *Material* yang digunakan pada *fixture handling* adalah *cap screw* M20. *Material* yang digunakan pada *centering pin* bagian atas adalah *material* S45C dan pada bagian bawah digunakan *screw* yang sama dengan *fixture handling*.
4. Sebelum dilakukan perbaikan, *defect inconcentricity* merupakan *defect* tertinggi sebesar 469 unit dengan persentase 41,39%. Setelah dilakukan perbaikan, *defect inconcentricity* tersebut turun menjadi 316 unit dengan persentase 30,56%. Berdasarkan hal tersebut, terjadi penurunan *defect inconcentricity* sebesar 10,83%.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat memberikan masukan untuk perusahaan. Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari dilakukannya perbaikan adalah jumlah *defect inconcentricity Weight Dynamic Damper* pada proses *welding* menurun. Oleh karena itu, perusahaan sebaiknya menerapkan perbaikan berkelanjutan (*continous*

*improvement*) pada semua bagian perusahaan, sehingga perusahaan dapat terus-menerus meningkatkan kualitas secara keseluruhan hingga menuju hasil yang terbaik.

2. Perusahaan sebaiknya memerhatikan setiap desain *jig* yang akan digunakan, apakah sudah sesuai apa belum dengan fungsi dan tujuan dari proses permesinan, guna meminimasi adanya kesalahan dalam desain *jig*.
3. Perusahaan sebaiknya melakukan perawatan secara berkala terhadap *jig* yang digunakan pada proses permesinan, terutama pada proses permesinan yang menggunakan suhu panas yang tinggi seperti proses *welding*. Hal tersebut dilakukan agar *jig* pada proses permesinan tersebut memiliki umur pakai yang panjang.
4. Perusahaan sebaiknya menyediakan tempat penyimpanan khusus terhadap *fixture* pada WR G guna memperpanjang masa pakai dari *fixture* tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Z. 1999. *Elemen Mesin Jilid I*. Bandung: Refika Aditama.
- Andriani, M., Dewiyana, dan Elis Erfani. 2017. *Perancangan Ulang Egrek yang Ergonomis untuk Meningkatkan Produktivitas Pekerja pada Saat Memanen Sawit*. Jurnal Integrasi Sistem Industri. Vol. 4.
- Asimov, M. 2000. *Analisa Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi.
- Gaspersz, V. 2001. *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., dan Avanti Fontana. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- GD&T Basics, 2018. *GD&T Symbols: Concentricity*. [online]. (<http://gdandtbasics.com/concentricity>, diakses tanggal 13 Juli 2018).
- Hendrawan, D. 2013. *Analisa Faktor-Faktor yang Menyebabkan Kesalahan Pengiriman Barang dari Gudang (Studi Kasus: PT Niro Ceramic Sales Indonesia)*. Jurnal MIX. Vol. 3.
- Hoffman, Edward G. 2004. *Jig and Fixture Design*, 5<sup>th</sup> Edition. Delmar, Cengage Learning: USA.
- Nurmianto, E. 2004. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasi, Edisi Ke-2*. Surabaya: Guna Widya
- Prasetyo, H., Rispiana, dan Haris Adanda. 2016. *Rancangan Jig dan Fixture Pembuatan Produk Cover On-Off*. Jurnal Teknik Industri. Vol 22: 350-360.
- Shigley, Joseph E., Larry D. Mitchel, dan Gandhi Harahap. 1983. *Perencanaan Teknik Mesin*. Jakarta: Erlangga.
- Syadda, A., dan Fusito. 2016. *Perancangan dan Pembuatan Alat Bantu Pegang (Fixture) untuk Proses Pengelasan Sambungan-T*. Jurnal Teknik Mesin.
- Syukron, A., dan Muhammad Kholil. 2013. *Six Sigma Quality for Businnes Improvent*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tipler, Paul A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga
- Wignjosoebroto, S. 2003. *Pengantar Teknik Manajemen Industri*. Surabaya: ITS.

## Table of Control Chart Constants

X-bar Chart      for sigma      R Chart Constants      S Chart Constants  
Constants      estimate

| Sample Size = m | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> | d <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> | D <sub>4</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2               | 1.880          | 2.659          | 1.128          | 0              | 3.267          | 0              | 3.267          |
| 3               | 1.023          | 1.954          | 1.693          | 0              | 2.574          | 0              | 2.568          |
| 4               | 0.729          | 1.628          | 2.059          | 0              | 2.282          | 0              | 2.266          |
| 5               | 0.577          | 1.427          | 2.326          | 0              | 2.114          | 0              | 2.089          |
| 6               | 0.483          | 1.287          | 2.534          | 0              | 2.004          | 0.030          | 1.970          |
| 7               | 0.419          | 1.182          | 2.704          | 0.076          | 1.924          | 0.118          | 1.882          |
| 8               | 0.373          | 1.099          | 2.847          | 0.136          | 1.864          | 0.185          | 1.815          |
| 9               | 0.337          | 1.032          | 2.970          | 0.184          | 1.816          | 0.239          | 1.761          |
| 10              | 0.308          | 0.975          | 3.078          | 0.223          | 1.777          | 0.284          | 1.716          |
| 11              | 0.285          | 0.927          | 3.173          | 0.256          | 1.744          | 0.321          | 1.679          |
| 12              | 0.266          | 0.886          | 3.258          | 0.283          | 1.717          | 0.354          | 1.646          |
| 13              | 0.249          | 0.850          | 3.336          | 0.307          | 1.693          | 0.382          | 1.618          |
| 14              | 0.235          | 0.817          | 3.407          | 0.328          | 1.672          | 0.406          | 1.594          |
| 15              | 0.223          | 0.789          | 3.472          | 0.347          | 1.653          | 0.428          | 1.572          |
| 16              | 0.212          | 0.763          | 3.532          | 0.363          | 1.637          | 0.448          | 1.552          |
| 17              | 0.203          | 0.739          | 3.588          | 0.378          | 1.622          | 0.466          | 1.534          |
| 18              | 0.194          | 0.718          | 3.640          | 0.391          | 1.608          | 0.482          | 1.518          |
| 19              | 0.187          | 0.698          | 3.689          | 0.403          | 1.597          | 0.497          | 1.503          |
| 20              | 0.180          | 0.680          | 3.735          | 0.415          | 1.585          | 0.510          | 1.490          |
| 21              | 0.173          | 0.663          | 3.778          | 0.425          | 1.575          | 0.523          | 1.477          |
| 22              | 0.167          | 0.647          | 3.819          | 0.434          | 1.566          | 0.534          | 1.466          |
| 23              | 0.162          | 0.633          | 3.858          | 0.443          | 1.557          | 0.545          | 1.455          |
| 24              | 0.157          | 0.619          | 3.895          | 0.451          | 1.548          | 0.555          | 1.445          |
| 25              | 0.153          | 0.606          | 3.931          | 0.459          | 1.541          | 0.565          | 1.435          |

Control chart constants for X-bar, R, S, Individuals (called "X" or "I" charts), and MR (Moving Range) Charts.

NOTES: To construct the "X" and "MR" charts (these are companions) we compute the Moving Ranges as:

R<sub>2</sub> = range of 1st and 2nd observations, R<sub>3</sub> = range of 2nd and 3rd observations, R<sub>4</sub> = range of 3rd and 4th observations, etc. with the "average" moving range or "MR-bar" being the average of these ranges with the "sample size" for each of these ranges being n = 2 since each is based on consecutive observations ... this should provide an estimated standard deviation (needed for the "I" chart) of

$\sigma = (\text{MR-bar})/d_2$  where the value of d<sub>2</sub> is based on, as just stated, m = 2.

Similarly, the UCL and LCL for the MR chart will be: UCL = D<sub>4</sub>(MR-bar) and LCL = D<sub>3</sub>(MR-bar)

but, since D<sub>3</sub> = 0 when n = 0 (or, more accurately, is "not applicable") there will be no LCL for the MR chart, just a UCL.