



*Jurnal*  
**INDUSTRIKRISNA**



**Program Studi Teknik Industri**  
**Fakultas Teknik**  
**Universitas Krisnadwipayana**

## DAFTAR ISI

- 1 Merancang Alat Bantu Pembuatan O-Ring Seal Dengan Tujuan Efisiensi Waktu Dan Biaya Produksi  
\* Ahmad Syaiful; Vera Nova L. Raja; Ismail Kurnia 1 - 13
- 2 Analisa Rula Dan Reba Untuk Merancang Sistem Kerja Yang Ergonomis Di Cv Benang Merah Production  
\* Akbar Ismail; Florida Butarbutar; Yudi 14 - 27
- 3 Pengelolaan Sistem Logistik Proyek Pekerjaan Penyempurnaan Area Kedatangan Dan Area Parkir Terminal 3 Bandara Soekarno-Hatta Dengan Penerapan Sistem Rantai Pasok  
\*Bergas Setya Adi Negara; Florida Butarbutar; Ismail Kurnia 28 - 37
- 4 Menentukan *Setting Level* Optimal Pada Mesin CNC *Milling* Dengan Perancangan Percobaan Taguchi Untuk Mengurangi Kerusakan *Tool* Di PT. TJForge Indonesia. Studi Kasus PT. TJForge Indonesia  
\*Daryanto; Florida Butarbutar; Hendro Susiyanto 38 - 48
- 5 Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Jumlah Mobil *Defect* Dengan Menggunakan Alat Pengendalian Mutu dan Peta Aliran Proses Pada Proses Pengiriman Di PT. X  
\*Dimas Kurniawan; Florida Butarbutar; Hendro Susiyanto 49 - 56
- 6 Pengendalian Kualitas Produksi Sak semen Dengan Metode Taguchi di PT XYZ  
\*Muhamad Pauzi; Ismail Kurnia; Vera Nova L Raja 57 - 69
- 7 Perencanaan Ulang Layout Warehouse Packaging Material Dengan Menggunakan Metode Dedicated Storage Di Pt.Xyz  
\*Syahdan Fatahilah; Florida Butarbutar; Hendro Susiyanto 70 - 79

## **Pengantar Redaksi**

IndustriKrisna – Jurnal Ilmiah Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana menyajikan karangan ilmiah dalam membentuk hasil penelitiain, tinjauan teori ataupun konsep serta penilaian terhadap hasil penelitian atau juga tinjauan buku. Diterbitkan selain sebagai upaya dalam menampung berbagai pemikiran teoritik dan hasil penelitian, juga dimaksudkan untuk mendorong dan memperluas munculnya forum diskusi.

Redaksi mengundang para ilmuwan, sarjana, peneliti, praktisi, pemuda, cendikiawan, dan tokoh masyarakat untuk menulis jurnal ini. Redaksi berhak untuk melakukan perbaikan terhadap isi tulisan serta naskah yang tidak dimuat akan dikembalikan. Jurnal ini diterbitkan secara berkala, dua kali dala setahun, dalam bahasa indonesia atau bahasa inggris

Semoga dengan terbitnya Indutrikrisna ini dapat memberikn wacana dan wawasan kepada dosen dan mahasiswa pada khususnya.

Tim Redaksi

## MERANCANG ALAT BANTU PEMBUATAN O-RING SEAL DENGAN TUJUAN EFISIENSI WAKTU DAN BIAYA PRODUKSI

Ahmad Syaiful (1), Vera Nova L. Raja (2), Ismail Kurnia (3)

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana

Email : [ahmadsyaiful.iw@gmail.com](mailto:ahmadsyaiful.iw@gmail.com), [veranova62@gmail.com](mailto:veranova62@gmail.com), [ismailkurnia@yahoo.com](mailto:ismailkurnia@yahoo.com)

### ABSTRAK

Kemudahan dan kecepatan dalam pengadaan spare part mesin merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam menjaga kelancaran proses produksi. Pada PT. Ferron Par Pharmaceuticals terdapat mesin-mesin yang menggunakan seal jenis O-ring, yang memiliki ukuran dan bahan yang berbeda-beda, Untuk pengadaan ukuran O-ring seal yang tidak standar harus order keluar atau kesupplier dan harga yang di tawarkan cukup besar serta harus indent sekitar 14 hari. Untuk pembuatan O-ring seal sendiri memiliki kesulitan karena proses pembuatan masih manual, pengadaan O-ring seal dengan ukuran tidak standar butuh waktu lama, hal tersebut juga membuat biaya pembuatan O-ring seal menjadi tinggi, tentunya lama waktu pengadaan O-ring dapat mempengaruhi down time mesin. Untuk penyelesaian kendala yang terjadi, perlu dilakukan desain alat bantu untuk kemudahan dalam pembuatan O-ring seal. Dan dari data analisis penghematan biaya yang diperoleh setelah penggunaan alat bantu adalah sebesar 98%, penghematan biaya pembelian menghemat 98% serta penghematan dari segi down time menghemat biaya sebesar yang di peroleh adalah 95%. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa pembuatan alat bantu pembuatan O-ring seal dapat membantu perusahaan dalam memudahkan pembuatan, pengadaan O-ring seal yang berdampak pada efektivitas serta efisiensi waktu dan biaya produksi

**Kata kunci:** : Desain Produk, Ergonomi, Kaizen

### ABSTRAK

*The ease and speed in supplying machine spare parts is one of the most important things in maintaining the smooth production process. At PT. Ferron Par Pharmaceuticals have machines that use O-ring type seals, which have different sizes and materials, for the procurement of non-standard O-ring seal sizes, the order must be out of stock and the price offered is large and must be indent around 14 days. For the manufacture of O-ring seals itself has difficulties because the manufacturing process is still manual, the procurement of non-standard O-ring seals takes a long time, it also makes the cost of making O-ring seals become high, of course the length of O-ring procurement can affect machine down time. For the resolution of the obstacles that occur, it is necessary to design a tool for ease in making the O-ring seal. And from the data analysis of cost savings obtained after the use of aids is equal to 98%, saving on purchasing costs saves 98% and savings in terms of down time saves costs as much as 95%. From the results of the study, it can be seen that the manufacture of O-ring seal making tools can help companies to facilitate the manufacture, procurement of O-ring seals that have an impact on the effectiveness and efficiency of time and production costs.*

**Keywords:** Product Design, Ergonomics, Kaizen

### 1. PENDAHULUAN

Kemudahan dan kecepatan pengadaan spare part mesin merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk dapat menjaga kelancaran proses produksi. Terhambatnya proses produksi karena tidak tersedianya spare part dan pengadaan spare part yang lama akan berdampak buruk bagi proses produksi yang mengakibatkan mesin harus berhenti beroperasi sehingga mengakibatkan target produksi tidak tercapai.

Pada PT. Ferron Par Pharmaceuticals terdapat mesin-mesin yang menggunakan seal jenis O-ring, yang memiliki ukuran dan bahan yang berbeda-beda. Untuk pengadaan ukuran O-ring seal yang tidak standar

harus order keluar atau kesupplier dan harga yang di tawarkan cukup besar dan harus indent sekitar 14 hari. Tentunya hal tersebut akan sangat mengganggu kelancaran proses produksi, lamanya proses down time mesin dan bertambahnya biaya pengeluaran pembuatan dan pengadaan O-ring seal.

Dalam dunia industri selain perusahaan, karyawanpun di harapkan dapat memberikan kontribusi berupa ide, inovasi & improvement yang dapat membantu memudahkan proses kerja, kenyamanan kerja, yang tujuannya tidak lain adalah untuk kelancaran produksi, keselamatan karyawan, dan mengurangi biaya yang seharusnya tidak perlu.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Metodologi Desain

Ilmu yang mempelajari metode atau langkah-langkah untuk membuat suatu kerangka atau rancangan

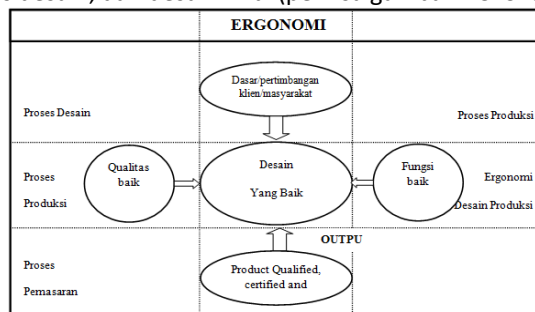
### 2.2. Desain Produk Industri

Desain produk adalah profesi yang mengkaji dan mempelajari desain melalui pendekatan dan pertimbangan fungsi, hubungan produk dan manusia, inovasi teknologi, ekonomi, ergonomi, teknik, material, sosial budaya, nilai estetis, pasar, hingga pertimbangan lingkungan.

### 2.2 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani ergos (kerja) dan nomos (hukum alam). Ergonomi di artikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang keterkaitan antara orang dengan lingkungan kerja.

Ergonomi merupakan salah satu dari persyaratan untuk mencapai desain yang qualified, certified, dan customer need. Ilmu ini akan menjadi suatu keterkaitan yang simultan dan menciptakan sinergi dalam pemunculan gagasan, proses desain, dan desain final (periksa gambar 2.3. Skema Design Management)



Gambar 2.1 Skema Design Management (Bagas, 2000)

### 2.3 Antropometri

Antropometri berasal dari kata latin yaitu antrhropos yang berarti manusia dan metron yang berarti pengukuran, dengan demikian antropometri mempunyai arti sebagai pengukuran tubuh manusia (Bridger, 1995), Dengan mengetahui ukuran dimensi tubuh pekerja, dapat dibuatkan rancangan peralatan kerja, stasiun kerja dan produk yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja sehingga dapat menciptakan kenyamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja.

Penerapan data antropometri akan dapat dilakukan jika tersedia nilai mean (rata-rata) dan SD (standard deviasi) dari suatu distribusi normal. Adapun distribusi normal ditandai dengan adanya nilai mean (rata-rata) dan SD (standar deviasi). Sedangkan perentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misal: 95% populasi adalah sama dengan atau lebih rendah dari 95% persentil; 5% dari populasi berada sama dengan atau lebih dari 5 percentil. Besarnya nilai percentil dapat di tentukan dari tabel probabilitas distribusi normal.

Berikut contoh bagian genggam tangan maksimal yang akan di ukur sebagai pertimbangan dalam pembuatan tool pemotong dan penyamung rod seal.



Gambar 2.2 Antropometri genggam tangan maksimal



Gambar 2.3 Antropometri genggaman tangan fungsional

2.4 Kaizen



Gambar 2.4 Kaizen

Pengertian Kaizen adalah perbaikan yang berkesinambungan, (Continuous Improvement), Istilah Kaizen sendiri berasal dari bahasa Jepang yaitu Kai yang artinya Berubah dan Zen yang berarti baik.

Sasaran utama Kaizen adalah:

1. Menghilangkan pemborosan-pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah.
2. Memberikan nilai tambah pada operasional produksi sehingga dapat meningkatkan kualitas produk dengan biaya terendah dan memperpendek waktu pengiriman.
3. Dapat melakukan perubahan dalam waktu yang relatif singkat dan biaya yang rendah.

2.4.1 Peta Proses Operasi

Peta proses operasi berfungsi untuk menggambarkan langkah-langkah operasi dan pemeriksaan yang dialami bahan-bahan dalam urutan sejak awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai bagian setengah jadi.

Lambang-lambang yang digunakan dalam pembuatan peta proses operasi adalah sebagai berikut:

1. ○ (Operasi)
2. □ (Pemeriksaan)
3. ⇨ (Transportasi)
4. ◐ (Menunggu)
5. ▽ (Penyimpanan)
6. ◻ (Aktivitas gabungan)

2.5 Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Dalam penelitian dan pengumpulan data perlu dilakukan uji keseragaman data, yang bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan sudah seragam dan valid. Sehingga pada saat dilakukan pengolahan data penelitian didapatkan hasil yang baik dan benar. Berikut adalah rumus uji keseragaman dan kecukupan data.

2.5.1 Uji Keseragaman data

Uji keseragaman dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu mencari mean dan standar deviasi. Untuk mendapatkan nilai mean dan standar deviasi dapat juga menggunakan rumus sebagai berikut:

- a. Mean, adalah rata-rata sebuah kelompok data. Cara hitung: Jumlah semua anggota kelompok data dibagi dengan jumlah anggota.

No	Pengukuran
1	12
2	10
3	25
4	26
5	30
Total	103
Standar Deviasi	8.99
Mean	20.60

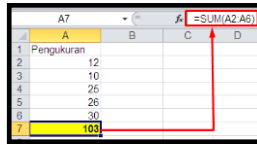
Gambar 2.5 Penghitungan Mean (rata-rata) rumus Exel

- b. Standar Deviasi atau simpangan baku, adalah nilai akar kuadrat dari varians. Rumus yang digunakan untuk menghitung standar deviasi pada data excel adalah seperti contoh berikut, =STDEV(B2:B6)

No	Pengukuran
1	12
2	10
3	25
4	26
5	30
Total	103
Standar Deviasi	8.99

Gambar 2.6 Penghitungan Standar Deviasi menggunakan rumus Exel

- c. Sum, Jumlah nilai semua anggota dalam sebuah kelompok data. untuk menjumlahkan angka dalam rentang (grup sel), dapat menggunakan rumus seperti contoh berikut =SUM(A2:A6) ini artinya adalah = A2 + A3 + A4 + A5 + A6.



Gambar 2.7 Penjumlahan dengan rumus sum

Berikut ini adalah tingkatan kepercayaan yang digunakan:

**2.5.2 Rumus Persentil**

Untuk perhitungan persentil mengacu pada tabel distribusi normal (ZX) sbagai berikut.

Tabel 2.1 Distribusi Normal Perhitungan Persentil

Percentile	Calculation
1	X-2,325
2,5	X-1,960
5	X-1,645
10	X-1,280
50	X
90	X+1,280
95	X+1,645
97,5	X+1,960
99	X+2,325

(Sumber data: Stevenson 1989; Nurmianto, 1991)

Jadi untuk rumus perhitungan persentil yang digunakan pada tabel excel adalah sebagai berikut.

Persentil 95% (P95) =X+1,645\*σx.....(2.3)

Persentil 50% (P50) =X.....(2.4)

Persentil 5% (P5) =X-1,645\*σx.....(2.5)

**2.5.3 Uji Kecukupan Data**

Uji kecukupan data dilakukan dengan menghitung banyaknya pengamatan yang dilakukan (N) untuk mengelola data. Dalam uji kecukupan data ini dilakukan untuk mengetahui kecukupan data-data yang telah diperoleh berdasarkan pengamatan. Uji kecukupan data dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2 \dots\dots\dots(2.6)$$

N' = Jumlah pengamatan atau pengukuran yang diperlukan.

N = Jumlah pengamatan yang dilakukan (sample)

Setelah hasil ditemukan, kemudian bandingkan dengan hasil N' dengan N. Lalu jika:

1. N' < N = Menunjukkan bahwa ddata pendahuluan telah dianggap cukup.
2. N' > N = Menunjukkan bahwa data pendahuluan yang dilakukan belum cukup sehingga perlu dilakukan pengambilan data kembali atau penambahan data.

**2.6 SolidWorks 2013**

Solidwork merupakan perangkat lunak untuk proses perancangan dan proses desain 2D dan 3D yang menggunakan prinsip feature based, parametri dan mechanical design automation software.

Secara garis besar fitur-fitur SolidWorks terbagi menjadi tiga bagian yaitu:

a. **Part mode**

Pada part mode, suatu pemodelan akan selalu diawali dengan membuat sketsa 2D terlebih dahulu untuk kemudian diteruskan menjadi pemodelan dalam 3D.

b. **Assembly mode**

Dalam mode ini, part/komponen yang telah dibuat pada part mode dapat dirakit dengan part/komponen lain.

c. **Drawing mode**

Drawing mode digunakan untuk membuat dokumentasi dari komponen dan rakitan yang sudah dibuat pada part mode atau assembly mode sebelumnya.

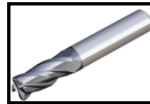
### 2.7 Mesin Milling/Frais

Mesin milling adalah suatu mesin perkakas yang menghasilkan sebuah bidang datar dimana pisau berputar dan benda bergerak melakukan langkah pemakanan.



**Gambar 2.8** Mesin/Frais Vertical merk First type LC11/2TM

Untuk penyayatan/pemakanan benda kerja dengan menggunakan mata milling end mill dengan bahan HSS, seperti pada gambar berikut.



**Gambar 2.9** End Mill 4 flute

Alat ukur yang digunakan dalam proses pembuatan tool pemotong dan penyambung pembuatan O-ring seal yaitu menggunakan Busur drajat dan Jangka sorong/caliper digital. Berikut detail alat ukur yang digunakan.



**Gambar 2.10** Alat ukur busur derajat



**Gambar 2.11** Caliper/jangka sorong digital

### 2.10 Macam-macam material rod seal

Rod seal adalah salah satu jenis bahan yang digunakan untuk pembuatan seal seperti O-ring seal. Bahan rod seal di antaranya adalah:

1. NBR (Butadiene Nitrile Rubber). Karet NBR tahan terhadap Minyak dan Oli.
2. EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer). EPDM Unggul pada ketahanan terhadap Ozone, Steam, dan Cuaca.
3. Silicone. Merupakan karet yang paling mempunyai ketahanan Temperatur Tinggi dan Rendah. Selain itu karet ini juga mempunyai varian Food Grade.
4. Viton/ Fluorocarbons (FKM), merupakan karet yang mempunyai ketahanan terhadap banyak macam kimia. selain itu viton juga tahan terhadap Oli dan Temperatur Tinggi.



Gambar 2.12 Material rod seal dan O-ring Seal

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah Penelitian yang dilakukan pada adalah sebagai berikut

- a. Mulai  
Tahap ini adalah tahapan awal dalam suatu penelitian untuk menentukan tema penelitian yang diajukan.
- b. Identifikasi Masalah  
Identifikasi masalah yang terjadi di lapangan yang bersumber dari ketersediaan stock spare part O-ring seal untuk kelancaran proses produksi pada PT. Ferron Par Pharmaceuticals.
- c. Rumusan Masalah  
Rumusan masalah diambil dari hasil identifikasi masalah ketersediaan stock spare part O-ring seal pada PT. Ferron Par Pharmaceuticals.
- d. Tujuan Dan Manfaat Penelitian  
Menentukan tujuan dan anfaat penelitian dengan penyelesaian masalah pada hasil penelitian.
- e. Batasan Masalah  
Dalam penelitian ini hanya membahas mengenai perancangan alat untuk pemotong dan penyambung rod seal menjadi O-ring seal untuk efisiensi waktu dan biaya produksi, dan biaya yang akan di bahas adalah biaya pengadaan O-ring seal buatan supplier dengan buatan sendiri dengan menggunakan alat pemotong dan penyambung rod seal menjadi O-ring seal dan potensi biaya kerugian yang muncul akibat down time mesin karena menunggu kedatangan spare part O-ring seal. Waktu penelitian dilakukan pada 10 Februari sampai dengan 10 April 2018.
- f. Studi Pustaka  
Studi pustaka yang dilakukan pada penelitian yaitu mengumpulkan buku-buku, jurnal-jurnal yang memiliki keterkaitan dalam penelitian yang dijadikan sebagai referensi.
- g. Pengumpulan Dan Pengolahan Data  
Pengumpulan data yang diambil untuk penelitian adalah data ukuran kebutuhan O-ring seal, harga pembuatan O-ring seal ke supplier, harga bahan dasar rod seal, data target produksi, pengukuran data antropometri genggam tangan maksimal dan genggam tangan fungsional. Untuk Pengolahan Data data yang dilakukan adalah dengan menggunakan analisis biaya desain ergonomi (mengitung persentil desain ergonomi, uji keseragaman data dan kecukupan data)
- h. Analisa Dan Pembahasan
- i. Membuat data perbandingan pembuatan O-ring seal ke supplier dengan pembuatan O-ring seal dengan tool alat bantu pembuatan O-ring seal, dengan harapan untuk mengetahui seberapa besar efektivitas, Produktivitas serta efisiensi yang di dapat.
- j. Kesimpulan  
Menyimpulkan hasil dari penelitian yang dilakukan dan memberikan saran agar kedepannya menjadi lebih baik lagi.

### 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Time Line Pembuatan Desain Produk

Untuk mencapai target pembuatan desain produk alat bantu pembuatan seal, penulis membuat time line kegiatan pekerjaan agar proses desain dapat termonitoring, terplaning dan diselesaikan tepat waktu serta sesuai target.

Tabel 4.1 Time line Kegiatan

No.	Kegiatan	Feb-18				Mar-18				Apr-18			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengumpulan data mesin yang menggunakan O-ring seal beserta ukuran O-ring seal			V									
2	Permintaan penawaran harga pembuatan O-ring seal dan raw material rod seal				V								
3	Pengumpulan informasi target produksi				V								
4	Buat sket/desain alat bantu pembuatan O-ring seal					V							
5	Pemilihan material						V						
6	Buat prototype alat bantu pembuatan O-ring seal						V						
7	Trial/uji coba							V					
8	Evaluasi hasil								V	V			
9	Training										V		
10	Implementasi											V	

Detail uraian Kegiatan Time Line adalah sebagai berikut:

**1. Pengumpulan data mesin-mesin yang menggunakan O-ring seal.**

Berikut ukuran diameter O-ring yang digunakan pada beberapa mesin yang ada di perusahaan:

Tabel 4.2 Daftar diameter tebal O-ring Seal

No.	Nama Mesin	Diameter Tebal Oring			
		Ø8 mm	Ø10 mm	Ø12 mm	Ø13 mm
1	Mixing		V	V	V
2	Granulasi	V			
3	Drying		V	V	

**2. Permintaan penawaran harga ke supplier**

Penawaran harga ke supplier bertujuan untuk dijadikan pembandingan harga pembuatan O-ring seal ke luar dengan harga pembuatan O-ring seal sendiri.

Tabel 4.3 Harga pembuatan seal ke supplier dan harga dasar material rod seal

No./Item	Note	Qty Order	Uom	Delivery Time	Price/pcs (Rp)	Total Price (Rp)
1	O-ring seal Mesin Mixing	Min. Order 2 Pcs	2 Pcs	14 hari	7.276.500	14.553.000
2	Material rod seal dia. 10mm	-	1 Meter	1 hari	200.000	200.000

**3. Pengumpulan Informasi Target Produksi**

Data target produksi proses pembuatan obat pada mesin Mixing, yaitu proses pembuatan obat Metronidazole.

Tabel 4.4 Harga obat dan target produksi

No.	Deskripsi	Harga (Rp)	Jam	Jumlah item (per-batch)
1	Harga Obat	39.825		
2	Waktu Operasional Produksi		15	
3	Target Produksi (hari)			15.000
Total biaya produksi 1 batch		597.375.000		
Total biaya produksi per-jam			39.825.000	

**4. Pembuatan Skets atau Desain Alat Bantu Pembuatan O-ring Seal**

**4.1 Pengukuran Antropometri Tangan**

Untuk mendapatkan desain yang ergonomi maka yang terlebih dahulu dilakukan adalah pengukuran antropometri tangan.

Untuk alat bantu landasan potong seal, data antropometri yang diukur adalah diameter genggam maksimal, berikut adalah data pengukuran antropometri tangan yang di ambil dari beberapa ukuran tangan karyawan PT. Ferron Par Pharmaceutical dibagian teknik.

Tabel 4.4 Pengukuran antropometri tangan diameter genggam tangan maksimal.

No.	Usia	Diameter Genggam Maksimum (Xi)	X <sup>2</sup>
1	36	35,18	1.237,63
2	40	37,5	1.406,25
3	28	38,5	1.482,25
4	25	39,5	1.560,25
5	34	40	1.600,00
6	22	40	1.600,00
7	33	41,5	1.722,25
8	28	42	1.764,00
9	41	43,5	1.892,25
10	39	44	1.936,00
11	24	45	2.025,00
12	35	47,5	2.256,25
13	29	47,5	2.256,25
14	30	48	2.304,00
15	35	48,5	2.352,25
16	40	48,5	2.352,25
17	26	48,5	2.352,25
18	26	48,5	2.352,25
19	50	49	2.401,00
20	56	49	2.401,00
21	30	49	2.401,00
22	27	49,5	2.450,25
23	28	50	2.500,00
24	41	50,5	2.550,25
25	34	52	2.704,00
26	30	52	2.704,00
27	30	53	2.809,00
28	30	53	2.809,00
29	26	53,5	2.862,25
30	48	53,5	2.862,25
31	32	54	2.916,00
32	43	54	2.916,00
33	38	54	2.916,00
34	36	57	3.249,00
<b>Total</b>		<b>1616,68</b>	<b>77.902,38</b>
<b>Mean (X)</b>		<b>47,55</b>	
<b>Standard Deviasi</b>		<b>5,59</b>	
<b>Percentil</b>	<b>P95=X+1,645 sc</b>	<b>56,74</b>	
	<b>P50</b>	<b>47,55</b>	
	<b>P5= X-1,645 sc</b>	<b>38,36</b>	

Dari hasil perhitungan persentil di atas diharapkan 95% populasi dapat menggunakan alat landasan potong seal, maka lebar genggam yang digunakan menggunakan persentil ke 5 (dimensi jangkauan) dengan lebar ukuran sebesar 38,36 mm.

a. Uji Kecukupan Data Pengukuran

N = 34 orang

K = Tingkat kepercayaan 95%= 2

s =5% = 0,05

xi = 161,68 mm

xi<sup>2</sup> = 77.902,38 mm

Ditanyakan N' = ?

$$N' = \left[ \frac{k/s \cdot \sqrt{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{2/0,05 \cdot \sqrt{34 \cdot 77.902,38 - 2.613.654,22}}{161,68} \right]^2$$

N' = 29,29

N' < N, maka data dianggap sudah cukup.

Ukuran tangan karyawan PT. Ferron Par Pharmaceutical dibagian teknik.

Tabel 4.5 Pengukuran data antropometri genggam fungsional Maksimum.

No.	Usia	Lebar Fungsional Maksimum (mm) Xi	X <sup>2</sup>
1	36	84,01	7.058
2	28	90,00	8.100
3	33	90,00	8.100
4	35	90,00	8.100
5	25	90,00	8.100
6	24	90,00	8.100
7	40	90,00	8.100
8	41	91,00	8.281
9	29	91,00	8.281
10	34	91,00	8.281
11	22	92,00	8.464
12	48	96,00	9.216
13	40	97,00	9.409
14	35	97,00	9.409
15	26	97,00	9.409
16	28	97,00	9.409
17	39	97,00	9.409
18	30	97,00	9.409
19	30	98,00	9.604
20	26	98,00	9.604
21	34	98,46	9.694
22	28	100,00	10.000
23	26	100,00	10.000
24	27	101,00	10.201
25	50	101,00	10.201
26	30	102,00	10.404
27	56	102,00	10.404
28	30	104,45	10.910
29	41	104,55	10.931
30	38	110,00	12.100
31	43	111,00	12.321
32	32	112,00	12.544
33	36	113,54	12.891
34	30	114,00	12.996
<b>Total</b>		<b>3.337,01</b>	<b>11.135.636</b>
<b>Mean (X)</b>		<b>98,15</b>	
<b>Standard Deviasi</b>		<b>7,63</b>	
<b>Percentil</b>	<b>P95=X+1,645 sc</b>	<b>110,70</b>	
	<b>P50</b>	<b>98,15</b>	
	<b>P5=X-1,645 sc</b>	<b>85,60</b>	

Dari hasil perhitungan persentil di atas diharapkan 95% populasi dapat menggunakan alat landasan potong seal, maka lebar genggam yang digunakan menggunakan persentil ke 5 (dimensi jangkauan) dengan lebar ukuran sebesar 85,60 mm.

b. Uji Kecukupan Data Pengukuran

Uji kecukupan data pengukuran di hitung:

N = 34 orang

k = Tingkat kepercayaan 95% = 2

s = 5% = 0,05

xi = 39.337,01 mm

xi<sup>2</sup> = 11.135.636 mm

Ditanyakan N' =?

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2$$

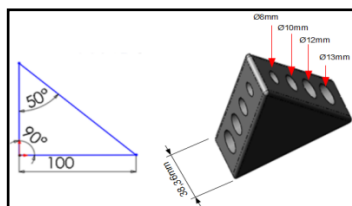
$$N' = \left[ \frac{2/0,05 \sqrt{34 \times 11.135.636 - 119.023.791}}{39.337,01} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{259.587.883}}{39.337,01} \right]^2$$

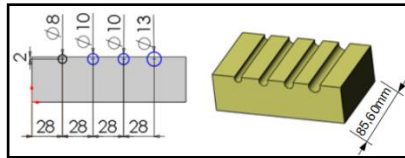
N' = 16,38

N' < N, maka data dianggap sudah cukup.

4.2 Sket Desain Produk Dengan SolidWorks



Gambar 4.1 Landasan Potong Seal



Gambar 4.2 Landasan Penyambungan Seal

5. Pemilihan Material

Untuk landasan potong menggunakan material Alumunium dengan pertimbangan agar tahan gesekan saat pemotongan dan material tidak berkarat, sedangkan untuk Landasan Sambung menggunakan material teflon agar tidak lengket saat pengeleman.

Untuk material alumunium dan tefflon tersebut harga tidak ditampilkan karena menggunakan material bekas/sisa. Namun ada beberapa biaya tambahan perlengkapan desain alat bantu pembuatan O-ring seal sebagai berikut.

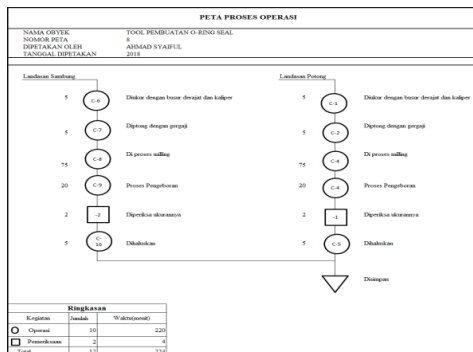
Tabel 4.6 Biaya peralatan dan Pembuatan alat bantu pembuatan O-ring seal

No.	Deskripsi	Harga (Rp)	Menit
<b>Perlengkapan Alat</b>			
1	Rod seal @ 1 meter	200.000	
2	Cutter	15.000	
3	Lem Silicone	350.000	
<b>Waktu Pembuatan O-ring Seal dengan alat bantu pembuatan seal</b>			
4	Pemotogan		5
5	Penyambungan		235
<b>Total biaya perlengkapan alat</b>		<b>565.000</b>	
<b>Total Waktu Pembuatan ( Menit )</b>			<b>240</b>
<b>Total Waktu Pembuatan ( Jam )</b>			<b>4</b>

Dari data tersebut dapat digunakan untuk membandingkan hasil pembuatan O-ring seal ke suplier dengan membuat O-ring seal sendiri dengan menggunakan alat bantu pembuatan O-ring seal, dari segi waktu dan biaya.

6. Pembuatan Prototype Alat Bantu pembuatan O-ring seal

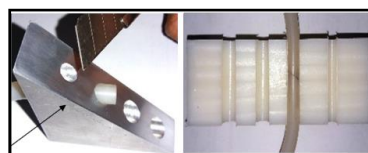
Berikut adalah gambar peta aliran operasi kegiatan.



Gambar 4.3 Peta Proses Operasi Pembuatan Alat Bantu Pembuatan O-ring seal

Dari data peta aliran proses dapat diketahui lama proses pembuatan alat bantu Pembuatan O-ring seal yaitu selama 224 menit.

Hasil Pembuatan Alat Bantu Pembuatan O-ring Seal



Gambar 4.4 Hasil pembuatan alat bantu pembuatan O-ring Seal

7. Trial/uji coba pembuatan dengan menggunakan alat bantu pembuatan O-ring seal.

Dari hasil uji coba didapati waktu yang dibutuhkan dalam membuat O-ring seal dengan menggunakan alat bantu mulai dari pemotongan dan penyambungan adalah selama 4 jam.

Pada uji coba saat ini saya berkesempatan untuk mengaplikasikannya pada mesin Mixing, yang memiliki tebal sebesar diameter 10mm.



Gambar 4.5 Hasil pembuatan O-ring seal

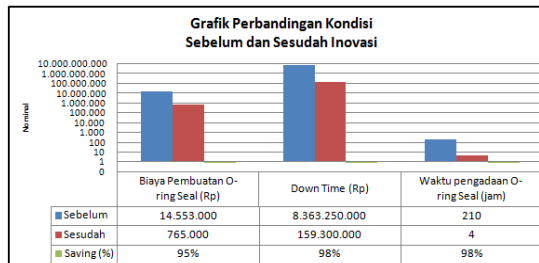
8. Analisis hasil perbandingan pembuatan O-ring seal ke suplier dengan pembuatan menggunakan alat bantu pembuatan O-ring seal

Secara garis besar hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Evaluasi hasil pembuatan Oring seal menggunakan alat bantu pembuatan O-ring seal.

Proses	Biaya Pembuatan O-ring Seal (Rp)	Down Time (Rp)	Waktu pengadaan O-ring Seal (jam)	Cara Pembuatan
Sebelum	14.553.000	8.363.250.000	210	Tidak standard
Sesudah	765.000	159.300.000	4	Standard
Saving (%)	95%	98%	98%	

Dari data tersebut dapat dilihat dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan kondisi sebelum dan sesudah pembuatan Oring seal menggunakan alat bantu pembuatan O-ring seal.

9. Training

Training penggunaan alat bantu pembuatan O-ring seal dilakukan dengan tujuan agar setiap o-rang dapat menggunakan alat tersebut dengan mudah dan tepat. Sehingga tidak saling mengandalkan satu sama lainnya.

10. Implementasi

Berikut hasil implementasi penggutaan alat bantu pembuatan O-ring seal pada mesin Mixing yang ada di PT. Ferron Par Pharmaceutical.



Gambar 4.6 Foto mesin mesin Mixing yang sudah menggunakan O-ring seal yang dibuat dengan alat bantu Pembuatan O-ring seal.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari pengumpulan dan pengolahan data yang di peroleh dari penelitian tugas akhir, dapat disimpulkan bahwa.

1. Dengan adanya alat bantu pembuatan O-ring seal, perusahaan dapat membuat O-ring seal sendiri dengan mudah (memiliki standarisasi)
2. Dari hasil perhitungan pengolahan data, bahwa setelah menggunakan alat bantu pembuatan O-ring seal yang diaplikasikan pada mesin Mixing, hasilnya pengadaan O-ring seal menjadi lebih cepat dibanding harus beli ke suplier, yaitu dapat mengurangi waktu pengadaan dari 210 jam menjadi 4 jam. Secara persentasi penghematan waktu yang diperoleh sebesar 98%.
3. Dari hasil penelitian, penggunaan alat bantu pembuatan O-ring seal pada mesin Mixing dapat menghemat biaya sebesar 98% (dari Rp 14.553.000,- menjadi Rp 765.000,-) dibanding pembuatan melalui suplier.
4. Dilihat dari hasil analisis data, pembuatan O-ring seal sendiri dengan menggunakan alat bantu pembuatan O-ring seal dapat mengurangi potensi kerugian downtime pada mesin dibandingkan dengan pembuatan/pembelian O-ring seal ke suplier. Pengurangan potensi kerugian akibat downtime yang diperoleh adalah sebesar 98% (dari Rp 8.363.250.000,- menjadi Rp 159.000.000,-)

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang diperoleh, masukan untuk PT. Ferron Par Pharmaceuticals dalam menjaga kelancaran proses produksi perlu dilakukan pendataan dan pembuatan list lebih detail lagi, kemudian pengelompokan kebutuhan O-ring seal yang bersifat kritikal, agar stock yang tersedia sesuai dengan kebutuhan.

Dibuatkan Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk penggunaan alat bantu pembuatan O-ring seal.

Untuk meningkatkan produktivitas, kreatifitas dan efektivitas proses kerja, perlu ditingkatkan lagi kegiatan-kegiatan yang bersifat membangun seperti lomba Inovasi dan Improvement yang sudah ada sekarang ini, dan diberikan reward yang lebih besar lagi sehingga membangkitkan daya tarik serta semangat seluruh karyawan untuk memberikan ide dan karya terbaik untuk cara kerja yang lebih baik dan untuk kemajuan perusahaan.

Diadakan training berkala untuk karyawan dengan isi materi yang dapat menumbuhkan dan mengembangkan pengetahuan serta kemampuan karyawan dalam berinovasi kearah yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Hendi Saryanto. Darwing Sebayang. *Proses Desain Elemen Mesin Menggunakan SolidWorks*. Andi Yogyakarta
2. Nurmiyanto Eko. 1996. *Ergonomi Konsep dasar dan Aplikasinya*. Candimas Metropole Jakarta.
3. Purnomo Agus. 2010. *Sistem Produksi Tepat Waktu*. Graha Ilmu Jakarta.
4. Purnomo Hari. 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Graha Ilmu Jakarta.
5. Purnomo Hari. 2013. *Antropometri dan Aplikasinya*. Graha Ilmu Jakarta.
6. Syafei M. Yani. Hevy Herli Sumerli. Susilowati Ety. 2018. *Konsep Ergonomi Dalam Desain Produk*. Alfabeta
7. Dzuha Hening Y. *Metodologi Desain Menurut Heskett*. <http://eprints.dinus.ac.id>, diakses 20 Januari 2019. Diakses 10 Desember 2018
8. Idppblog. 22 Maret 2016. *Mengenal mesin frais dan-bagian bagiannya*. <https://idppblog.wordpress.com>. Diakses 10 Desember 2018
9. Sari. GM, Purnomo H. 2017. *Desain Komponen Tambahan Pada Sepeda Untuk Frame Tenda Menggunakan Model Kano*. [www.journals.ums.ac.id](http://www.journals.ums.ac.id). Diakses 10 Desember 2018
10. Sunarya, Yan. *Desain dalam Konstelasi Inovasi Identitas dan Industri Kreatif*. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net). Diakses 11 Desember 2018.

11. Susanti, Hara. *Metodologi Desain menurut Walter Gopiues, 1919, Acher, 1965, Aleksander, 1963, Aleksander, 1963.* <http://charasusannti.webly.com>. Diakses 11 Desember 2018.
12. Suryanto Soleman May, Chaeron Mochammad, Wibawa Tri, *Perancangan Alat bantu Proses Pembuatan Batik Sarita*, Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 9 no.2 Desember 2016 Hal 119-126, ISSN 1693-2102.
13. Susilo. 2018. *Perancangan Desain Kemasan Produk Peyek Echo di Desa Karanggenang, Kabupaten Boyolali.* [www.wprint.uns.a.id](http://www.wprint.uns.a.id). Diakses 11 Desember 2018.
14. Sokhibi Akhmad, *Perancangan Kursi Ergonomi Untuk Memperbaiki Posisi Kerja Pada Proses Packaging Jenang Kudus*, Rekayasa Sistem Idustri, Vol 3 No. 1, 2017, Hal 61-72, ISSN 2477-2089

## ANALISA RULA DAN REBA UNTUK MERANCANG SISTEM KERJA YANG ERGONOMIS DI CV BENANG MERAH PRODUCTION

Akbar Ismail (1), Florida Butarbutar (2), Yudi (3)  
Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta Timur  
Email :[ismailakbar15@gmail.com](mailto:ismailakbar15@gmail.com)

### ABSTRAK

Manusia merupakan titik sentral dari ilmu ergonomi. Keterbatasan manusia menjadi pedoman dalam merancang suatu sistem kerja yang ergonomis. Fokus ergonomi melibatkan tiga komponen utama yaitu: manusia, mesin/ peralatan dan lingkungan yang saling berinteraksi antara yang satu dengan yang lainnya dan interaksi tersebut menghasilkan suatu sistem kerja yang tidak bisa di pisahkan. Penelitian ini dilakukan di CV Benang Merah Production yang memproduksi produk berupa pakaian (Garment). Dalam proses penjahitan produk kain menjadi pakaian terdapat beberapa masalah yaitu operator mudah lelah pada bagian tubuh tertentu dan sistem kerja yang kurang efektif dan operator harus melakukan pekerja selalu mengulang pergerakan yang sama. Penelitian berujuan untuk mendapatkan stasiun kerja yang ergonomis melalui perancangan peralatan meja dan kursi. Perancangan dilakukan untuk mendapatkan waktu kerja yang optimal dalam bekerja sehingga dapat meningkatkan output produksi. Beberapa hal yang akan dijadikan dasar dalam melakukan perancangan fasilitas kerja adalah antropometri dan persentil sebagai dasar perancangan, analisa *RULA* dan *REBA* sebagai dasar menganalisa postur kerja operator, untuk membandingkan postur kerja sebelum dan sesudah perancangan sistem kerja yang ergonomis. Hasil penelitian terdapat level cedera yang rendah yakni skor 2. Menggunakan metode *RULA* dan jika menggunakan analisa *REBA* terdapat level rendah yakni skor 3. Dengan posisi kerja dan fasilitas kerja sesudah perancangan cara kerja dan posisi saat bekerja menjadi lebih baik dan keluhan pekerja di divisi sewing dapan di minimalisir.

**Kata kunci:** Ergonomi, Perancangan system kerja, Antropometri, Persentil, *RULA*, *REBA*.

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu perkembangan industri informal adalah bidang konveksi (GARMENT). Proses pembuatan garmen dimulai dari pengecekan kain di ruang penyimpanan kain kemudian proses disain dan pembuatan pola, grading dan marker, kemudian dilanjutkan ke proses pembuatan sample dan pemotongan kemudian dilakukan proses pengepresan. Setelah bagian-bagian yang terpotong tadi dipres maka dilanjutkan ke proses produksi (penjahitan). Proses penjahitan ini dilakukan per piece (bagian) sehingga untuk menjahit satu kemeja terkadang bisa mencapai 100 variasi proses penjahitan. Oleh karena itu produksi garmen dikenal dengan proses *piece to piece*. Setelah dijahit maka dilanjutkan proses penyempurnaan/penyelesaian akhir, seperti pemasangan kancing, label, pembersihan dan penyetricaan dan kemudian dilakukan pengepakan dan pengiriman ke konsumen pesatnya industri garmen yang mengakibatkan semakin tingginya dampak resiko pada kesehatan kerja yang dihadapi oleh tenaga kerja di konveksi tersebut (Rohman, 2014).

Salah satu dampak resiko pada kesehatan dan keselamatan kerja yang dihadapi oleh tenaga kerja di konveksi adalah keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs). Masalah tersebut lazim dialami para pekerja yang melakukan gerakan yang sama berulang secara terus-menerus. Resiko ini dapat terjadi pada pekerja dikarenakan postur tubuh yang salah selama melakukan proses penjahitan. Hal ini dapat memunculkan keluhan rasa nyeri di beberapa segmen tubuh operator. Resiko ini juga dapat mempengaruhi kinerja operator sehingga memungkinkan terjadinya kelainan bentuk tulang dan dapat berpengaruh pada produktivitas industri itu sendiri. Postur kerja yang tidak alami misalnya postur kerja yang selalu berdiri, duduk, dan membungkuk dalam waktu yang lama dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan nyeri pada salah satu anggota tubuh.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Ergonomi

Istilah Ergonomi berasal dari bahasa Yunani *ergon* yang berarti 'kerja atau usaha' dan *nomos* yang berarti 'aturan'. Demikian secara sederhana, ergonomi dapat diartikan sebagai pengaturan kerja. Istilah ergonomi diusulkan oleh K.F.H Murrel pada akhir tahun 1949 dan diterima secara resmi pada tahun 1950. Murrel memberikan pengertian sederhana mengenai ergonomi sebagai "study ilmiah tentang hubungan antara orang dan lingkungan kerjanya. Sesuai pengertian diatas, ergonomi adalah pengaturan kerja (ergon-kerja nomos-aturan), maka tentunya tujuan dari ergonomi adalah mengatur pekerjaan sehingga hasil yang diinginkan dapat tercapai. Dalam pengaturan pekerjaan manusia sebagai pelaksana dari pekerjaan tersebut harus dipertimbangkan, baik kemampuan maupun keterbatasannya. Dalam bahasa yang sederhana, tujuan utama dari ergonomi adalah "memanusiakan pekerjaan" (Kroemer et al., 2001: hal 2). Tujuan ini kemudian disimbolkan dengan "E&E" yaitu *Easy* dan *Efficiency*. Ergonomi selalu menjadikan "human needs" sebagai perhatian dalam setiap perancangan. Kepedulian terhadap kebutuhan manusia inilah yang akan menghasilkan rancangan yang efektif, efisien, dan aman bagi pemakainya.

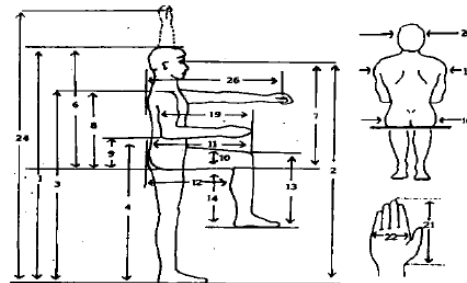
### 2.2 Antropometri

Menurut Sritomo Wignjosoebroto dalam bukunya istilah antropometri berasal dari "anthro" yang berarti manusia dan "metri" yang berarti ukuran. Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar dsb.) berat dll. Yang berbeda satu dengan yang lainnya. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (desain) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal:

- Perancangan areal kerja (work station, interior mobil, dll )
- Perancangan peralatan kerja seperti mesin, equipment, perkakas (tools) dan sebagainya.
- Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi/meja komputer dll.
- Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan / menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancangan produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangannya tersebut. Secara umum sekurang-kurangnya 90 % - 95 % dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakannya dengan selayaknya.

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam percentile tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun fasilitas kerja akan dibuat. Maka pada gambar tersebut dibawah ini akan memberikan informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur pada gambar dibawah ini:



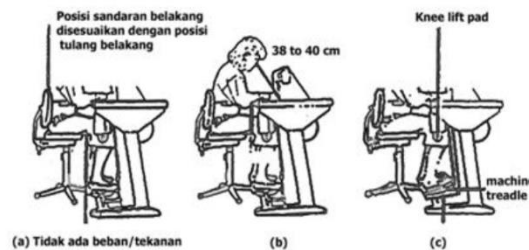
1. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala).
2. Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus).

5. Tinggi kepala tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan).
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala).
7. Tinggi mata dalam posisi duduk.
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk.
9. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
10. Tebal atau lebar paha.
11. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut.
12. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis.
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha.
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)
16. Lebar pinggul/pantat.
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dlm gambar).
18. Lebar perut.
19. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
20. Lebar kepala.
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya no 24 tetapi dalam posisi duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar).
26. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

### 2.3 Pendekatan Ergonomis dalam Perancangan Stasiun Kerja.

Secara ideal perancangan stasiun kerja haruslah disesuaikan peranan dan fungsi pokok dari komponen-komponen sistem kerja yang terlibat yaitu manusia, mesin/peralatan dan lingkungan fisik kerja. Peranan manusia dalam hal ini akan didasarkan pada kemampuan dan keterbatasannya terutama yang berkaitan dengan aspek pengamatan, kognitif, fisik ataupun psikologisnya.

#### A. Sikap dan Posisi Kerja.



#### B. Antropometri dan dimensi ruang kerja

##### Uji Normal Data

Adanya pengujian kenormalan data dikarenakan penelitian berbentuk variable (adanya suatu dimensi yang diukur dan diolah). Beberapa pengolahan data yang harus dilakukan pada data antropometri, adalah:

1. Uji Keseragaman Data

Adalah pengujian yang dilakukan terhadap data pengukuran untuk mengetahui apakah data yang diukur telah seragam dan berasal dari satu sistem yang sama. Uji keseragaman data dilakukan dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

A. Mencari Nilai Mean

$$\tilde{x} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$\tilde{x}$  = Rata-rata.

$\sum Xi$  = Data ke i.

n = Jumlah data.

B. Mencari Nilai Standart Deviasi

$$\sigma = \frac{\sum(xi - \tilde{x})^2}{n - 1}$$

$\sigma$  = Standart Deviasi sampel.

n = Jumlah Data.

$X_i$  = Data ke 1.

$\tilde{x}$  = Rata-rata.

**C. Mencari Nilai BKA dan BKB**

Tingkat kepercayaan Nilai K dalam rumus BKA dan BKB

Tingkat Kepercayaan 68% = 1

Tingkat Kepercayaan 95% = 2

Tingkat kepercayaan 99% = 3

BKA =  $\tilde{x} + k\sigma$

BKB =  $\tilde{x} - k\sigma$

$\tilde{x}$  = Nilai Mean.

K = Tingkat Kepercayaan.

$\sigma$  = Standart Deviasi.

**Uji Kecukupan Data**

Adalah data yang diperlukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan dan disajikan dalam laporan pengukuran tersebut telah cukup secara obyektif. Baerikut adalah rumus dari uji kecukupan data.

$$N' = \left( \frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

N' = Jumlah data Teoristis.

K = Tingkat Kepercayaan.

Bila tingkat kepercayaan 99%, maka K = 3, bila 95% = 2

S = Drajat Ketelitian.

X = Data pengamatan.

N = Jumlah Data Pengamatan.

Apabila N' < N, maka data dinyatakan cukup.

**D. Percentile**

Adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada satu dibawah nilai tersebut. Nilai persentil didapat dari pengukuran rata rata dari data antropometri. Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum digunakan dalam perhitungan antropometri adalah sebagai berikut:

PERSENTIL	PERHITUNGAN
1-st	$X - 2.325 \sigma x$
2.5-th	$X - 1.96 \sigma x$
5-th	$X - 1.645 \sigma x$

10-th	$X - 1.28 \sigma x$
50-th	$X$
90-th	$X + 1.28 \sigma x$
95-th	$X + 1.645 \sigma x$
97.5-th	$X + 1.96 \sigma x$
99-th	$X + 2.325 \sigma x$

Disaat kita ingin membuat suatu benda yang memerlukan ukuran rata-rata dari data antropometri maka kita menggunakan percentile 50<sup>th</sup>, jika kita ingin membuat suatu benda (pintu) maka kita memerlukan persentil besar seperti persentil 95<sup>th</sup>, 97.5<sup>th</sup>, 99<sup>th</sup> dan persentil 10<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup>, 2.5<sup>th</sup>, 1<sup>st</sup> adalah percentile kecildigunakan jika kita ingin membuat sesuatu yang ukurannya ada dibawah rata-rata data antropometri.

#### 2.4 Keluhan Muskuloskeletal

Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan ini biasanya diistilahkan dengan keluhan *muskuloskeletal disorders* atau cedera pada sistem muskuloskeletal. Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua (Tarwaka, 2004), yaitu:

##### I. Keluhan sementara (*reversible*)

Keluhan sementara yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan.

##### II. Keluhan menetap (*persistent*)

Keluhan menetap yaitu keluhan otot yang bersifat menetap. Walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

#### 2.5 RULA (*Rapid Upper Limb Assissment*)

RULA atau *Rapid Upper Limb Assissment* dikembangkan oleh Dr. Lynn Mc Attanmey dan Dr. Nigel Corlett yang mempakan ergonomom dari universitas di Nottingham (University's Nottingham Institute of Occupational ergonomics). Pertama kali dijelaskan dalam bentuk jumul aplikasi *ergonomic* pada tahun 1993 (Lueder, 1996).

*Rapid Upper Limb Assissment* adalah metode yang dikembangkan alam bidang ergonomi yang menginvestigasikan dan menilai posisi kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas. Oleh sebab itu metode RULA dikembangkan untuk mendeteksi postur kerja yang bensiko dan dilakukan perbaikan sesegera mungkin (Lueder, 1996). Pengembangan *Rapid Upper Limb Assesment* (RULA) terdin atas 3 (tiga) tahapan, yaitu:

- a. Pengembangan metode untuk pencatatan postur kerja,
- b. Perkembangan sistem pengelompokan skor postur bagian tubuh,
- c. Peugembangan Grand Score dan Daftar Tindakan.

Hasil akhir dari RULA adalah untuk mengetahui skor yang terdapat pada aktivittas kerja yang berlangsung. Terdapat beberapa level untuk nilai pada metode RULA, semakin rendah skor yang didapat semakin kecil level yang ditunjukan diartikan bahwa semakin nyaman pekerja atau bisa dikatakan kondisi kerja sudah ergonomis, akan tetapi semakin besar level maka akan semakin besar pula tingkat resiko cedera dan perlu adanya perbaikan.

#### 2.6 REBA (*Rapid Entire Body Assissment*) *Rapid Entire Body Assissment* (REBA) adalah suatu metode dalam

bidang ergonomi yang digunakan secara cepat untuk menilai postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan dan kaki seorang pekerja. REBA adalah alar penganalisa postur tubuh yang bisa memeriksa aktivitas kerja. (Modul Praktikum "Sistem Kerja dan Ergonomi"). Metode Ini juga dilengkapi dengan faktor *coupling*, beban eksternal, dan aktivitas kerja. Dalam metode ini, segmen-segmen tubuh dibagi menjadi dua grup, yaitu grup A dan Grup B. Grup A terdiri dari punggung (batang tubuh), leher dan kaki. Sedangkan grup B terdiri dari lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Penentuan skor REBA, yang mengindikasikan level resiko dari postur kerja, dimuJai dengan menentukan skor A untuk postu-postur gmp A ditambah dengan skor beban (*load*) dan skor B untuk postur-postur gmp B ditambah dengan skor *coupling*. Kedua skor tersebut (skor A dan B) digunakan untuk menentukan skor C. Skor REBA diperoleh dengan menambahkan skor aktivitas pada skor C. Dari

nilai REBA dapat diketahui level resiko cedera. Pengembangan *Rapid Entire Body Assisment* (REBA) terdiri atas 3 (tiga) tahapan, yaitu:

- a. Mengidentifikasi kerja,
- b. Sistem pemberian skor,
- c. Skala level tindakan yang menyediakan sebuah pedoman pada tingkat yang ada, dibutuhkan untuk mendorong penilaian yang lebih detail berkaitan dengan analisis yang didapat.

### 3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Data Keluhan, data yang diambil dari keluhan-keluhan yang dikeluhkan oleh semua pekerja di divisi sewing yang berjumlah sebanyak 6 orang. Berikut adalah data nama dan keluhan yang dirasakan:

Keluhan	Frekuensi	Resume
Pegal-pegal	6	Dari semua pekerja mengeluhkan pegal-pegal disebabkan karna posisi tubuh yang kurang sesuai.
Sakit pinggang	4	Pekerja yang melakukan pekerjaannya terlalu membungkuk
Keram	3	Karena salah satu anggota tubuh pekerja yang terlalu dipaksakan untuk bergerak

Data-data subyektif yang berkaitan dengan perasaan atau kondisi tubuh operator pada saat bekerja distasiun kerja yang bersangkutan akan diolah untuk mengetahui bagaimana kondisi nyata yang dirasakan operator selama bekerja. Subyektifitas ini berupa keluhan-keluhan sakit atau kaku diotot pada bagian tubuh tertentu dengan kondisi yang ada dan langkah-langkah analisis subyektifitasnya.

#### 3.1 Data Antropometri

Dimensi tubuh yang diukur dalam penelitian ini merupakan dimensi tubuh yang diperlukan untuk melakukan perancangan ulang (redesign) ukuran geometris dari fasilitas kerja. Dimensi -dimensi tubuh tersebut adalah:

No.	Data Yang Diukur	Hasil pengukuran					
		Sri	Akbar	Dina	Reni	Anggi	Vina
1	Tinggi duduk tegak	90	94	89	87	90	91
2	Tinggi duduk normal	90	93	91	86	89	89
3	Tinggi mata duduk	79	83	78	76	79	77
4	Tinggi bahu duduk	63	63	62	60	62	62
5	Lebar Pinggul	30	28	30	26	29	30
6	Tinggi sandaran punggung	50	47	48	45	50	46
7	Lebar Bahu	22	24	23	27	28	28
8	Tebal Paha	17	16	18	19	16	18
9	Tinggi Popliteal	36	40	36	40	41	37
10	Pantat Popliteal	38	42	39	40	43	41
11	Pantat ke lutut	50	54	50	52	54	52

Data diatas adalah data dari pekerja yang ada di divisi sewing yang diukur dari bagian perut hingga kaki guna untuk menentukan perancangan kursi kerja yang dipergunakan pada rancangan yang baru agar sesuai dengan meja jahit.

**3.2 Pengolahan Data**

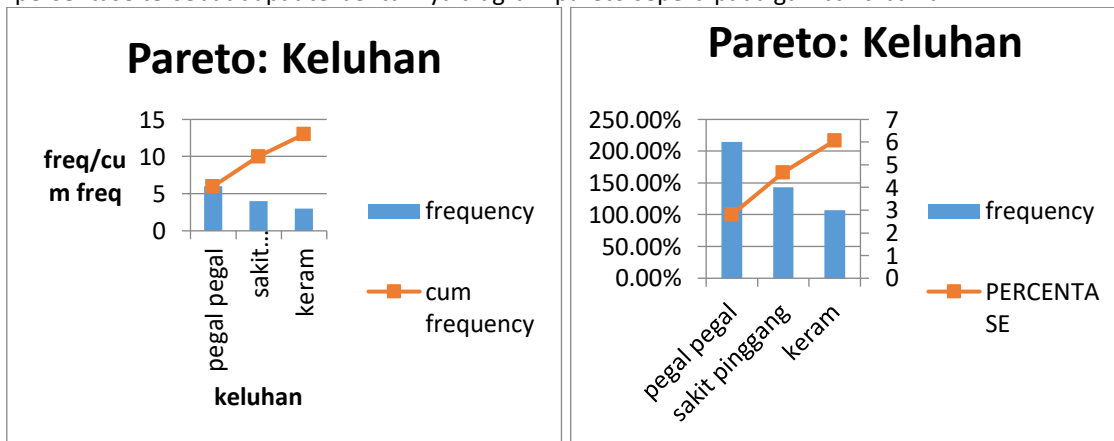
Data yang telah dikumpulkan yang kemudian diolah untuk mendapatkan hasil yang sesuai dan pasti, sehingga kesalahan pada posisi bekerja dapat di netralisir sehingga keluhan keluhan yang dirasakan pekerja sedikit berkurang bahkan menghilang

**3.3.1 Pareto Diagram**

Pareto diagram digunakan untuk menemukan masalah utama atau penyebab utama dengan cara mengklasifikasikan masalah. Berikut adalah pareto diagram dari data keluhan pada tabel 3.1:

KELUHAN	FREQUEN CY	CUM.FREQUENCY	PERCENTA SE
Pegal-pegal	6	6	100.00%
Sakit pinggang	4	10	166.67%
Keram	3	13	216.67%
Total frequency	13		

Dari persentase tersebut dapat terbentuknya diagram pareto seperti pada gambar dibawah ini:

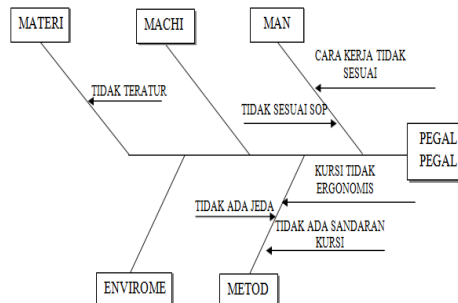


**Gambar 3.1:** Diagram pereto data keluhan

Setelah dibuatnya diagram pareto maka dilanjutkan dengan membuat diagram fishbone, mengapa keluhan itu bisa/dapat terjadi pada pekerja dimulai dari frkuensi tertinggi dari data tersebut.

**3.3.2 Diagram fishbone**

Diagram fishbone adalah salah satu alat dalam menganalisa keluhan dengan tujuan mengetahui secara menyeluruh hubungan antara sebab dan akibat. Berikut ini diagram fishbone sebab-akibat dari kkeluhan yang dirasakan pekerja di divisi sewing:



Kemudian setelah itu kita mencari uji data keseragaman dan percentile dari data antropometri guna untuk mengetahui ukuran kursi yang hendak dirancang di perusahaan tersebut.

Berikut adalah rekap data uji keseragaman setelah melalui proses perhitungan.

Rekap data Uji Keseragaman pengukuran antropometri

Data antropometri	N	BKB	BKA	Mean	Std. Deviation
TDT	6	85,536	94,804	90,17	2,317
TDN	6	84,324	93,676	89,67	2,338
TMD	6	73,826	83,541	78,67	2,422
TBD	6	59,81	64,19	62,00	1,095
LP	6	25,626	32,034	28,83	1,602
TSP	6	43,538	51,802	47,67	2,066
LB	6	20,014	30,646	25,33	2,658
TPA	6	14,908	19,752	17,33	1,211
TPO	6	33,828	42,382	38,33	2,251
PP	6	36,758	44 242	40,50	1,871
PKL	6	48,422	55,578	52,00	1,789
Valid N (listwise)	6				

Setelah Uji Keseragaman dan Uji Kecukupan data dihitung dari data antropometri yang telah diukur selanjutnya kita diminta untuk menghitung data persentil dari pengukuran antropometri tersebut. Perhitungan percentile bertujuan pada hasil rancangan dengan percentile 5<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup>(x) dan 95<sup>th</sup>.Sebelum dilakukan perhitungan percentile terlebih dahulu menentukan derajat ketelitiannya (s) = 0,05 yang menunjukkan penyimpangan maksimumhasil penelitian. Selain itu ditentukan pula tingkat kepercayaan 95% dengan k = 2 yang menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data antropometri Berikut adalah perhitungan persentil dari data antropometri.

Hasil perhitungan persentil data antropometri

Data Antropometri	N	BK B	BK A	M ean	Std. Deviation	P5	P 50	P9 5
TDT	6	85,536	94,804	90,17	2,317	86,538	90,17	93,981
TDN	6	84,324	93,676	89,67	2,338	85,823	89,67	93,516
TMD	6	73,826	83,541	78,67	2,422	74,685	78,67	82,645
TBD	6	59,81	64,19	62,00	1,095	60,198	62,00	63,801
LP	6	25,626	32,034	28,83	1,602	26,194	28,83	31,465
TSP	6	43,538	51,802	47,67	2,066	44,221	47,67	51,068
LB	6	20,014	30,646	25,33	2,658	20,597	25,33	29,702
TPA	6	14,908	19,752	17,33	1,211	15,337	17,33	19,322
TPO	6	33,828	42,382	38,33	2,251	34,267	38,33	42,032

PP	6	36, 758	44 242	4 0,50	1,871	37, 422	4 0,50	43, 577
PKL	6	48, 422	55, 578	5 2,00	1,789	49, 057	5 2,00	54, 942

**3.4 Pengumpulan dan pengolahan data RULA dan REBA**

**3.4.1 Menghitung posisi lengan atas dan lengan bawah.**

Untuk menghitung skor setiap gerakan posisi lengan atas dapat dilihat pada tabel dibawah ini, jika bahu terangkat dan lengan bawahmendapat tekanan maka skor ditambah 1, dan bila posisi operator bersandar dan lengan bertopang maka skor dikurang 1.

Tabel RULA dan REBA posisi lengan atas

Skor	Gerakan
1	Lengan atas membentuk sudut 20°
2	Lengan atas membentuk sudut 20°-45°
3	Lengan atas membentuk sudut 45°-90°
4	Lengan atas membentuk sudut >90°

Untuk menghitung skor Posisi lengan bawah setiap gerakan posisi lengan bawah yang dapat dilihat pada tabel jika lengan bawah bekerja menyilang didepan tubuh atau berada disamping tubuh maka skor ditambah 1.

Tabel RULA dan REBA posisi lengan bawah

Skor	Gerakan
1	Lengan bawah membebtuk sudut 60°-100°
2	Lengan bawah membentuk sudut kurang dari 60° atau lebih dari 100°

**3.4.2 Posisi Tekukan Telapak Tangan dan Posisi Telapak Tangan**

Penentuan posisi wrist atau tekukan telapak tangan berdasarkan isu kesehatan dan keselamatan dapat dilihat pada tabel. Jika telapak tangan mengalami tekukan pada posisi ulnar dan radial maka skor ditambah 1 posisi untuk telapak tangan yang mengalami tekukan dan perputaran.

Tabel RULA dan REBA posisi tekukan telapak tangan

skor	Gerakan
1	Jika telalapak tangan berada posisi netral
2	Jika telapak tangan membentuk sudut 0°-15°
3	Jika telapak tangan tertekuk membentuk sudut lebih dari 15°.

Tabel RULA dan REBA posisi telapak tangan

Skor	Gerakan
1	Bila telapak tangan yang tertekuk berputar diposisi tengah
2	Bila telapak tangan tertekuk didepan atau diakhir dari putaran

**3.4.3 Posisi Leher**

Untuk setiap gerakan posisi leher dapat dilihat pada tabel. Jika leher operator banyak menoleh kesamping kiri atau kanan dan tertekuk kesamping kiri dan kanan, maka skor ditambah 1.

Tabel RULA dan REBA posisi leher

Skor	Gerakan
1	Jika leher membentuk sudut 0°-10°
2	Jika leher membentuk sudut 10°-20°
3	Jika leher membentuk sudut >20°
4	Jika leher melakukan posisi mendangak atau merunduk

**3.4.4 Posisi Punggung**

Untuk skor setiap gerakan posisi punggung dapat dilihat pada tabel.

Tabel RULA dan REBA posisi posisi punggung

Skor	Gerakan
1	Jika operator duduk atau disangga dengan baik oleh pinggul punggung yang membentuk sudut 90° atau lebih
2	Jika punggung membentuk sudut 0°-20°
3	Jika punggung membentuk sudut 20°-60°
4	Jika punggung membentuk sudut 60°

**3.4.5 Beban yang diangkat**

Pengembangan system skor untuk penggolongan bagian tubuh. Sebuah nilai tunggal dibutuhkan dari grup A dan grup B yang mana mewakili tingkatan atau pembobotan postur dari system muskulokeletalyang terdapat dalamkombinasi postur bagian tubuh. Kemudian selanjutnya adalah menetapkan skor penggunaan otot

Tabel RULA dan REBA beban yang diangkat

Skor	Gerakan
0	Bila beban kurang dari 2kg ( <i>intermittent</i> )
1	Bila beban antara 2kg -10kg ( <i>intermit/enl</i> )
2	Bila beban antara 2kg -10 kg (statis atau perulangan)
3	Bila beban lebih dari 10kg atau perulangan atau beban kejut

1. Pengolahan Data RULA

1. Pencatatan postur tubuh

- a. Posisi lengan atas Skor: 2 (Keterangan: Lengan atas membentuk sudut 20 ° -45°. Hal ini disebabkan Pengangkatan beban yang tidak terlalu besar ukurannya).
- b. Posisi lengan bawah Skor: 1 (Keterangan: Lengan bawah membentuk sudut kurang dari 100° Hal ini dikarenakan Penjahitan kain dalam keadaan duduk).
- c. Posisi tekukan telapak tangan Skor: 1 (Keterangan: Telapak tangan berada dalam posisi netral karena tangan hanya menyentuh meja sewing dan kain saja).
- d. Posisi untuk telapak tangan yang mengalami tekukan dan perputaran Skor: 1 (Keterangan Saat mengangkat beban, pekerja langsung mengangkat beban dan dengan telapak tangan yang tertekuk berputar pada posisi tengah).
- e. Posisi dati leher Skor: 1 (Keterangan: Jika leher membentuk sudut 0° sampai 10°. Saat menjahit kain, posisi leher lurus).
- f. Posisi punggung Skor 1 (Keterangan Pekerja dalam keadaan duduk).
- g. Posisi kaki Skor: 1 (Keterangan: Paha dan kaki ditopang telapak kaki dengan baik pada saat duduk dan tubuh selalu dalam keadaan seimbang).

2. Pengembangan system skor untuk penggolongan bagian tubuh

Skor: 0 (Keterangan: Barang berupa kain yang beratnya kurang dari 20kg (*intermittent*). Pekerja dengan mudahnya membawa bahan kain untuk dijahit karna kain sudah melalui proses pemotongan sehingga dianggap ergonomis).

Hasil akhir Level 1, skor akhir menunjukkan nilai 2 yang mengondisikan bahwa postur tersebut dapat diterima dan tidak memerlukan perbaikan untuk jangka waktu yang lama.

3. Perhitungan REBA

- a. Posisi dari leher, Skor: 1 (Keterangan: Jika leher membentuk sudut 0° sampai 20°. Saat menjahit posisi leher lurus).
- b. Posisi kaki; Skor: 1 (Keterangan: Paha dan kaki bertumpu dengan baik pada telapak kaki saat duduk dan tunduh selalu dalam keadaan seimbang).
- c. Posisi badan; Skor: 1 (Keterangan: posisi badan bersandar pada sandaran bangku secara tegak lurus).
- d. Penilaian beban; Skor: 1 (Keterangan: barang berupa kain dengan berat kurang dari 10 Kg (*intermillent*)).
- e. Pergelangan tangan; Skor: 1 (Keterangan: Lengan atas membentuk sudut 5°. Hal ini disebabkan proses penjahitan yang mendorong kain untuk pemorosesan perajutan).
- f. Posisi lengan bawah; Skor: 1 (Keterangan: Lengan bawah membentuk sudut 70°).
- g. Posisi lengan atas; Skor: 2 (Keterangan: Lengan atas membentuk sudut 35°). Skor: -1 (Keterangan: Lengan atas bergeser ke depan sehingga memudahkan pengambilan proses rajutan selanjutnya). Skor total: 1

Skor 3 Hasil akhir: Level 2 (resiko sedang), skor akhir menunjukkan nilai 4 yang mengindikasikan bahwa postur tersebut memerlukan tindakan perbaikan untuk jangka waktu yang lama.

**4. ANALISIS DATA**

**4.1. Analisa Data Tingkat Kelelahan dan Cidera Akibat Kerja**

Kategori postur kerja merupakan hasil dari pengolahan data, dimana imputnya berupa postur postur kerja para pekerja sewing dan finishing produk pakaian. Postur kerja dikategorikan menurut tingkat resiko terhadap kenyamanan dalam bekerja menggunakan metode RULA dan REBA.

Tabel Analisa RULA dan REBA

ANALISA RULA	
Keterangan	Penilaian
Skor aktivitas pekerja sewing	2
Posisi kerja	Duduk normal
Posisi badan	Bersandar pada sangahan
Posisi leher	Tegak
Resiko cidera	Rendah
ANALISA REBA	
Skor aktivitas pekerja sewing	3
Posisi kerja	Duduk normal
Posisi badan	Bersandar pada sanggahan
Posisi leher	Tegak
Resiko cidera	Rendah

**4.2. Analisa rancangan system kerja**

Pada penelitian yang di lakukan di stasiun kerja sewing (penjahitan), terdapat banyak aktivitas yang mengharuskan pekerja berpindah dari tempat duduknya (transportation), seperti ketika aktivitas mengambil kain yang sudah dipotong yang kemudian akan diproses penjahitan. Aktivitas mengambil label juga di lakukan dengan berjalan beberapa langkah ke arah rak tempat label. Dengan kondisi kerja lama yang kurang efisien dan ergonomis, maka dilakukan perancangan sistem kerja baru dengan menambahkan fasilitas kerja berupa kursi.

**1. Tinggi Kursi**

Untuk menghindari ketidaknyamanan dalam bekerja digunakan data antropometri (TPo) tinggi popliteal dengan hasil persentil ke-50 dari perhitungan didapatkan 38,33 cm. Di tambahkan dengan toleransi (sepatu) 3 cm. Maka untuk tinggi kursi menjadi 41,33 cm dalam perancangan.

**2. Kedalaman Kursi**

Untuk kedalaman kursi ditentukan dengan menggunakan ukuran data antropometri pantat popliteal (pp) dengan mengambil nilai persentil 50 yaitu sebesar 40,50 cm, adapun pertimbangan untuk menggunakan nilai persentil 50(X) adalah bagi pekerja yang memiliki ukuran pantat popliteal lebih rendah dari persentil 50 tidak merasakan kedalaman kursi yang berlebihan dan bagi pekerja yang memiliki ukuran pantat poplitealnya lebih besar dari persentil 50 juga tidak begitu merasakan kenyamanan dengan catatan posisi duduk kaki membentuk sudut 90 derajat.

**3. Lebar Kursi**

Untuk menentukan ukuran lebar kursi ditentukan dengan menggunakan ukuran data antropometri lebar pinggul (lp) dengan mengambil nilai persentil 95, adapun nilai perhitungannya sebesar 31,465 cm. Pertimbangan menggunakan nilai persentil (p95) adalah hanya sedikit pinggul yang keluar atau tidak terletak pada alas duduk, sedangkan pekerja yang nilai persentil lebar pinggulnya kurang dari 95 akan mengalami kelebihan lebar kursi dan itu tidak akan mengurangi tingkat kenyamanan duduk pekerja.

#### 4. Tinggi Sandaran Kursi

Untuk tinggi sandaran menggunakan ukuran data antropometri tinggi sandaran punggung (TSP) dengan mengambil nilai persentil ke3 95 yaitu sebesar 51,608 cm. Pertimbangan menggunakan (p95) adalah ketika pekerja yang tinggi punggungnya kurang dari 95 maka masih menopang punggung atas, itu tidak mengurangi kenyamanan saat bersandar.

#### 5. Lebar Sandaran Kursi

Untuk lebar sandaran kursi pada perancangan ini sebesar 29,702 cm. Penentuan angka 29,702 didasarkan atas pengukuran data lebar bahu (lb) dengan persentil ke 95 sebesar 29,702 cm. Pertimbangan menggunakan nilai persentil itu adalah orang yang nilai persentil lebar sandaran dan itu tidak akan mengurangi tingkat kenyamanan duduk seseorang.

Bentuk sketsa rancangan terbaru, rancangan ini terdiri dari beberapa komponen:

1. Alas duduk; dibuat dengan bentuk lingkaran, terbuat dari kayu, hal ini dikarenakan diperlukan gerakan tubuh yang nyaman serta tenaga pekerja tidak terlalu terkuras.
2. Sandaran punggung; dibuat untuk mengatasi kelelahan apalagi untuk proses pada pekerjaan.
3. Rangka bangku; rangka utama yang terbuat dari satu buah besi yang relative besar yang mampu menahan dengan kuat, yang dianjurkan memiliki 4 kaki  
Sandaran kaki; sandaran kaki dibuat 5 cm diatas lantai.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Sistem kerja yang ergonomis dilakukan dengan penambahan fasilitas kerja berupa kursi dan meja kerja berdasarkan ukuran antropometri pekerja dengan ukuran rancangan Kursi sebagai berikut : Tinggi Kursi = 41,33 cm hasil persentil ke-50 dari (TPo) tinggi popliteal, Lebar Kursi = 31,465 cm nilai persentil 50 dari pantat popliteal (pp), Panjang Kursi = 40,50 nilai persentil 95 dari lebar pinggul (lp) cm, Tinggi Sandaran Kursi = 51,608 cm nilai persentil ke-95 dari tinggi sandaran punggung (TSP) , Lebar Sandaran Kursi = 29,702 cm nilai persentil ke-95 dari data lebar bahu (lb)
2. Cara untuk mengatasi keluhan para pekerja di divisi sewing akibat cara kerja yang salah yaitu, dengan melakukan jeda sesaat pada saat proses penjahitan (dalam arti menghindari pergerakan pengerjaan secara terus menerus tanpa jeda). Dan melakukan istirahat sejenak ketika sudah merasa lelah, hal ini dapat meminimalisir keluhan pekerja, yaitu; pegal-pegal, sakit pinggang dan keram.
3. Berdasarkan dari penelitian analisa RULA dan REBA tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa setelah dilakukan pengolahan data yang di dapat skor 2 untuk analisa RULA dan skor 3 pada analisa REBA dengan keadaan posisi kerja duduk normal yang ternyata cara para pekerja duduk dan posisi kerja yang seperti itu tidak ada masalah tetapi mereka merasakan keluhan seperti pegal-pegal yang disebabkan pergerakan yang sama secara terus-menerus, dan juga yang biasa mengeluh nyeri karna mereka terlalu memaksakan melakukan proses pekerjaan tanpa ada jeda berhenti untuk beristirahat sejenak dan juga mungkin bisa disebabkan karena faktor usia. Dan dari semua pekerja ada beberapa yang tidak bermasalah dengan posisi kerja

### 5.2 Saran-saran

1. Dari hasil analisa ini, maka disarankan perusahaan dapat menetapkan dan menerapkan SOP yang benar agar operator megikutinya sehingga terhindar dari keluhan *musculoskeletal disorders*.
2. Faktor lingkungan kerja seperti suhu (temperatur), kelembaban, kebisingan (noise) serta dimensi tempat kerja sebaiknya turut diperhatikan, sehingga mendukung tercapainya tujuan yaitu peningkatan produktivitas kerja operator.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Erlinda Muslim\*), Boy Nurtjahyo, dan Romadhani Ardi. (2011). "ANALISIS ERGONOMI INDUSTRI GARMEN DENGAN *POSTURE EVALUATION INDEX* PADA *VIRTUAL ENVIRONMENT*".
2. Nur Fitrihana. (2015). "MEMPERBAIKI KONDISI KERJA DI INDUSTRI GARMEN MELALUI PENDEKATAN ERGONOMI".

3. Pradita Yusi Akshintia, DR. Aries Susanty, S.T, M.T. (2017). "ANALISIS RULA (RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT) DALAM MENENTUKAN PERBAIKAN POSTUR PEKERJA LAS LISTRIK PADA BENGKEL LAS LISTRIK NUR UNTUK MENGURANGI RESIKO MUSCULOSKELETAL DISORDERS".
4. Purnomo, Hari. (2003). "Pengantar Tekni Industri". Yogyakarta: GRAHA ILMU.
5. Tarwaka, PGDip.Sc,M.Erg. 2015. "Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Ergonomi". Solo: Harapan Press Surakarta.
6. Tarwaka, PGDip.Sc,M.Erg. 2014. "Ergonomi Industri: Dasar-Dasar Ergonomi dan Implementasi di Tempat Kerja". Solo: Harapan Press Surakarta.
7. Yanto, Billy Ngaliman. (2017), "ERGONOMI: Dasar-Dasar Studi Waktu dan Gerakan untuk Analisis dan Perbaikan Sistem Kerja. Yogyakarta, C.V ANDI.

## PENGELOLAAN SISTEM LOGISTIK PROYEK PEKERJAAN PENYEMPURNAAN AREA KEDATANGAN DAN AREA PARKIR TERMINAL 3 BANDARA SOEKARNO-HATTA DENGAN PENERAPAN SISTEM RANTAI PASOK

*Bergas Setya Adi Negara (1), Florida Butarbutar (2), Ismail Kurnia (3)*  
*Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta Timur*  
*Email : [bergasbex@gmail.com](mailto:bergasbex@gmail.com)*

### ABSTRAK

Mengelola fasilitas dan kelayakan serta kenyamanan pengguna bangunan haruslah menjadi kepentingan bagi penyedia layanan jasa, dengan cara meningkatkan kapasitas area dengan bertujuan dapat mengurangi kepadatan kendaraan, maka perusahaan akan melakukan pekerjaan proyek konstruksi penyempurnaan area kedatangan dan area parkir pada terminal. Pada tahap - tahap kegiatan pekerjaan, pengelolaan sistem logistik proyek konstruksi merupakan suatu upaya dalam memenuhi kebutuhan pekerjaan proyek dilapangan proyek, yang selanjutnya didapatkan waktu yang dihasilkan pada *Critical Path Methode* yaitu 213 hari-kerja, *network diagram* dengan umur rencana pada tingkat kemungkinan tertentu pada keberhasilan 80% didapatkan 223 hari-kerja. Alokasi sumber daya material beton *readymix* pada *Gantt Chart* didapatkan waktu 66 hari-kerja. Sehingga logistik proyek memiliki jadwal untuk pengendalian sumber daya dengan sistem rantai pasok sebagai alat koordinasi dan kontrol yang lebih baik.

Kata kunci : Logistik, Proyek, Area Kedatangan, Rantai Pasok.

### Abstract

*Managing facilities and the feasibility and convenience of building users must be of the interest to service providers, by increasing the capacity of the area with the aim of reducing the density of vehicles, the company will carry out construction project work on the arrival area and parking area at the terminal. At the stages of work activities, the management of the construction project logistics system is an effort to fulfill the project work requirements in the project area, which then gets the time generated in the Critical Path Methode which is 213 Network Diagram days with a planned life at a certain probability level 80% succes, 223 work days were obtained. The alocation of readymix concrete. Material resource to the Gantt Chart is 66 working days. So the project logistics has a schedule for controlling resources with the Supply chain system as a tool for better coordination and control.*

*Keywords : Logistic, Project, Arrival Area, Supply chain*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pembangunan dalam segala bidang sangatlah penting untuk diperhatikan. Mengelola fasilitas dan kelayakan serta kenyamanan pengguna bangunan haruslah menjadi kepentingan bagi penyedia layanan jasa. PT. Angkasa Pura II sebagai pengelola dan perusahaan bandar udara mengadakan proyek konstruksi untuk ekspansi terminal 3 bandar udara Soekarno -Hatta. Untuk meningkatkan kapasitas area dengan bertujuan dapat mengurangi kepadatan kendaraan, maka perusahaan ini melakukan pekerjaan penyempurnaan area kedatangan dan area parkir pada terminal 3 bandara Soekarno-Hatta. Area perluasan yang dijadikan proyek konstruksi merupakan area sungai yang berada disisi terminal 3, dengan dibangun konstruksi jembatan diatas sungai sepanjang  $\pm 264,30$  meter, pekerjaan konstruksi jalan total panjang  $\pm 411,19$  meter.

PT. Probicindo Tunggal Taruna adalah kontraktor pelaksana untuk pekerjaan proyek konstruksi ini. Pada aktivitas pekerjaan ini memiliki keterbatasan waktu yaitu dimulai pada tanggal 20 bulan April 2018 hingga tanggal 31 bulan Januari 2019, dan harus dilaksanakan sesuai kontrak kerja yang telah disepakati oleh kedua belah pihak. Kontraktor pelaksana pekerjaan ingin menyelesaikan proyek konstruksi ini dengan secara tepat waktu sesuai jadwal yang sudah direncanakan sebelumnya, pada sistem logistik berupaya memenuhi kebutuhan pekerjaan proyek dilapangan akan memberikan kelancaran pelaksanaan dengan tepat dan sesuai, yang kemudian dapat memperlancar pekerjaan pada tahap-tahap kegiatan pekerjaan selanjutnya.

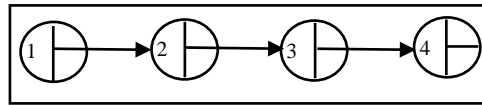
## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Proyek Dan Kegiatan

Header Ali Tubagus, dalam bukunya Prinsip-prinsip *Network Planning*, (Jakarta: PT. Gramedia, 1986), hal 7. Proyek adalah lintasan –lintasan kegiatan yang dimulai pada suatu saat awal dan selesai pada suatu saat akhir. Dengan menurunkan dan menjabarkan sejumlah kegiatan –kegiatan yang saling bersangkutan hingga menjadi suatu uraian (biaya, sumber daya, pelaksanaan) untuk pencapaian proyek. Kegiatan merupakan proses interaksi input yaitu sumber daya dengan keterampilan untuk menghasilkan output, berupa produk tertentu. Hal ini komponen – komponen aktivitas ataupun kegiatan-kegiatan pada sistem yang disusun dengan baik hingga membentuk sebuah proyek.

### 2.2 Critical Path Methode

Header Ali Tubagus, dalam bukunya Prinsip – prinsip *Network Planning*, (Jakarta: PT. Gramedia, 1986), hal 20. Didefinisikan permasalahan pada metode ini terdiri dari menginventarisasi kegiatan yang ada dalam proyek dan menentukan pasangan – pasangan kegiatan yang mempunyai hubungan seri langsung, yaitu sebuah kegiatan tidak bisa dimulai dikerjakan bila kegiatan lainnya belum selesai dikerjakan.

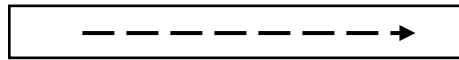


Gambar 2.1 Hubungan Seri

Sebuah proyek terdiri dari kegiatan- kegiatan : A, B, C

Kegiatan awalnya adalah kegiatan A dan B

*Dummy* digambarkan dengan kepala di sebelah kanan dan ekor di sebelah kiri dengan anak panah terputus – putus dari anak panah biasa.



Gambar 2.2 Simbol Anak Panah *Dummy*

### 2.3 Umur Proyek

Header Ali Tubagus, dalam bukunya Prinsip-Prinsip *Network Planning*, (Jakarta: PT. Gramedia, 1986), hal 57. Menghitung Umur Proyek dengan syarat yaitu, telah ada *network diagram* yang tepat, data pada masing – masing kegiatan harus dapat dinyatakan dalam bentuk: lama kegiatan optimis, lama kegiatan pesimis, dan lama kegiatan *most likely*. Tingkat probabilitas kemungkinan berhasil atau kemungkinan gagal yang diinginkan telah ditetapkan. Umur ditentukan oleh saat paling awal kegiatan yang paling awal mulai dikerjakan yaitu SPA (peristiwa awal *network diagram*), dan ditentukan oleh saat paling awal kegiatan akhir selesai yaitu SPA (peristiwa akhir *network diagram*).

### 2.4 Lintasan Kritis

Header Ali Tubagus, dalam bukunya Prinsip – prinsip *Network Planning*, (Jakarta: PT. Gramedia, 1986), hal 62. Lintasan Kritis proyek adalah lintasan kegiatan – kegiatan kritis proyek, peristiwa – peristiwa proyek dan *dummy*. Untuk mengetahui tingkat kepekaannya paling tinggi terhadap keterlambatan proyek.

Umur Proyek = Umur Lintasan Kritis

Lintasan Kritis adalah lintasan yang paling lama umur pelaksanaannya dari semua lintasan yang ada, dengan diformulasikan sebagai berikut :

$$SPA_i = SPL_i$$

$$SPA_j = SPL_j$$

### 2.5 Float Time

Header Ali Tubagus, dalam bukunya Prinsip – prinsip *Network Planning*, (Jakarta: PT. Gramedia, 1986), hal 71. *Total Float* sebuah kegiatan adalah jangka waktu antara saat paling lambat peristiwa akhir (SPL) kegiatan yang bersangkutan dengan saat selesainya kegiatan yang bersangkutan, bila kegiatan tersebut dimulai pada saat paling awal peristiwanya (SPA).

Rumus *Total Float* :

$$TF = SPL_j - L - SPA_i$$

*Free Float* (FF) merupakan jangka waktu saat paling awal peristiwa akhir.

Rumus *Free Float* :

$$FF = SPA_j - L - SPA_i$$

*Independent Float* (IF) merupakan jangka waktu antara saat paling awal peristiwa akhir

Rumus *Independent Float*:

$$IF = SPA_j - L - SPL_i$$

### 2.6 Gantt Chart

Header Ali Tubagus, dalam bukunya Prinsip – prinsip *Network Planning*, (Jakarta: PT. Gramedia, 1986), hal 104. *Gantt Chart* yaitu rencana pelaksanaan yang pasti atau jadwal kegiatan pasti yang masih harus ditentukan dari alternative atau kemungkinan yang dihadapi.

Alternative tersebut timbul karena adanya perubahan saat paling awal dan paling lambat pada peristiwa tersebut, kegiatan yang memiliki *free float* memiliki fleksibilitas yang tinggi karena penundaan pekerjaan dan bisa bebas dilaksanakan selama masih kurang dari *free float*. Sebuah kegiatan memiliki lama kegiatan, nomor peristiwa awal dengan saat paling lambat, nomor peristiwa selesai dengan saat paling lambat, maka nk merupakan jumlah banyaknya alternatif jadwal kegiatan tersebut, diketahui dengan rumus :

$$nk = SPL_j - L - SPA_i + 1$$

### 2.7 Analisa Sumber Daya

Header Ali Tubagus, 1986: 145. Kurva S merupakan sumber daya kumulatif yaitu grafik pada sumbu horisontalnya menyatakan waktu pelaksanaan dan sumbu vertikalnya menyatakan kumulatif dari jumlah sumber daya dari mulai hari pertama hingga hari tertentu. Kurva S Tipe I dan Tipe II dimulai dari sudut bawah yang berakhir pada sudut kanan atas (titik puncak), daerah antara Tipe I dan Tipe II merupakan koridor operasional yaitu daerah yang dibatasi oleh kedua kurva S.

### 2.8 Manajemen Logistik

Pengertian manajemen logistik menurut Martono Vinora Ricky dalam bukunya *Manajemen Logistik* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2018: 1). Adalah suatu sistem didalam suatu organisasi atau perusahaan yang memberikan penerapan dan pengelolaan secara integritas terhadap konsumen. Kegiatan logistik secara menyeluruh merupakan kegiatan dari lokasi sumber bahan mentah yang akan dikelola oleh manajemen dipersiapkan menjadi produk dengan proses produksi dengan meliputi mode transportasi, penyedia fasilitas dari penerimaan dan persediaan barang hingga pengiriman barang kepada konsumen.

Prihatmanto Haryo Bambang, dalam bukunya *Supply Chain* (Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2018: xii). Logistik merupakan bagian terpenting daripada rantai pasok, perkembangan logistik berkaitan erat dengan perkembangan rantai pasok.

### 2.9 Manajemen Rantai Pasok

Martono Vinora Ricky, dalam bukunya *Manajemen logistik* 2018: 3, Manajemen rantai pasok terbentuk dari perkembangan ilmu logistik yang dilengkapi dengan perencanaan strategis, teknologi informasidan keuangan. Pengertian rantai pasok merupakan aliran produk barang atau jasa secara integral yang meliputi sistem manajemen logistik dan manajemen informasi dalam proses bisnisnya secara tepat dengan memiliki nilai tambah. Ketidakpastian merupakan tantangan utama pada pengelolaan sistem rantai pasok, dari pemasok dan

probabilistik kuantitas pemesanan, seperti kualitas pekerja, kerusakan mesin, dan waktu produksi. Didapatkan bahwa kinerja konsep *Supply Chain* sangat berkepentingan terhadap kinerja Logistik.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

1. Data Sekunder meliputi data perusahaan berupa kontrak pekerjaan antara lain : *Bill Of Quantity* dengan volume pekerjaan dan lama pelaksanaan pekerjaan, dan struktur organisasi proyek konstruksi.
2. Identifikasi masalah yang terjadi pada pekerjaan proyek konstruksi.
3. Perumusan Masalah  
Merumuskan masalah pada pekerjaan proyek konstruksi.
4. Batasan Permasalahan Penelitian ini dilaksanakan dari tanggal 01 Agustus 2018 hingga 01 Desember 2018. Penelitian ini dilakukan di PT. Probicindo Tunggal Taruna untuk pekerjaan penyempurnaan area kedatangan dan area parkir bandara Soekarno-Hatta. Penerapan rantai pasok hanya untuk pekerjaan pengecoran.
5. Tujuan penelitian Menentukan tujuan penelitian pada penyelesaian masalah yang terjadi pada pelaksanaan proyek konstruksi.
6. Studi Lapangan Melihat secara langsung kondisi *real* area lapangan proyek konstruksi, dan kegiatan – kegiatan dilapangan proyek konstruksi.
7. Pengambilan data-data yang digunakan dari data sekunder yaitu BOQ (*Bill Of Quantity*) yang harus dilaksanakan kontraktor pelaksana. Data primer yaitu wawancara secara langsung kepada staf engineering proyek.

### 4. ANALISA HASIL PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Analisa Hasil *Network Planning*

Berdasarkan langkah – langkah menggunakan tahapan *Network Planning* data dari *Bill Of Quantity* akan dikelola, dari *network diagram* yang telah dibuat dengan *Critical Path Methode*, maka hasil pengolahan data pada pekerjaan pengecoran didapatkan *Gantt Chart* yaitu pekerjaan pengecoran *pilecap*, kolom, dinding turap atau *retningwall*, balok dan perkerasan jalan beton.

Tabel 4.1 Uraian Kegiatan Pengecoran

NO	Uraian Kegiatan	Lama Kegiatan	Vol	Sat
1	Beton Pilecap K-350	3	293,58	m <sup>3</sup>
2	Beton Kolom K-350	5	47,89	m <sup>3</sup>
3	Dinding Turap Beton K-350	14	672,10	m <sup>3</sup>
4	Beton Balok K-350	14	826,08	m <sup>3</sup>
5	Perkerasan Jalan Beton K-350	15	847,72	m <sup>3</sup>

Tabel 4.1 Didapatkan uraian kegiatan pada inventarisasi BQ kegiatan proyek

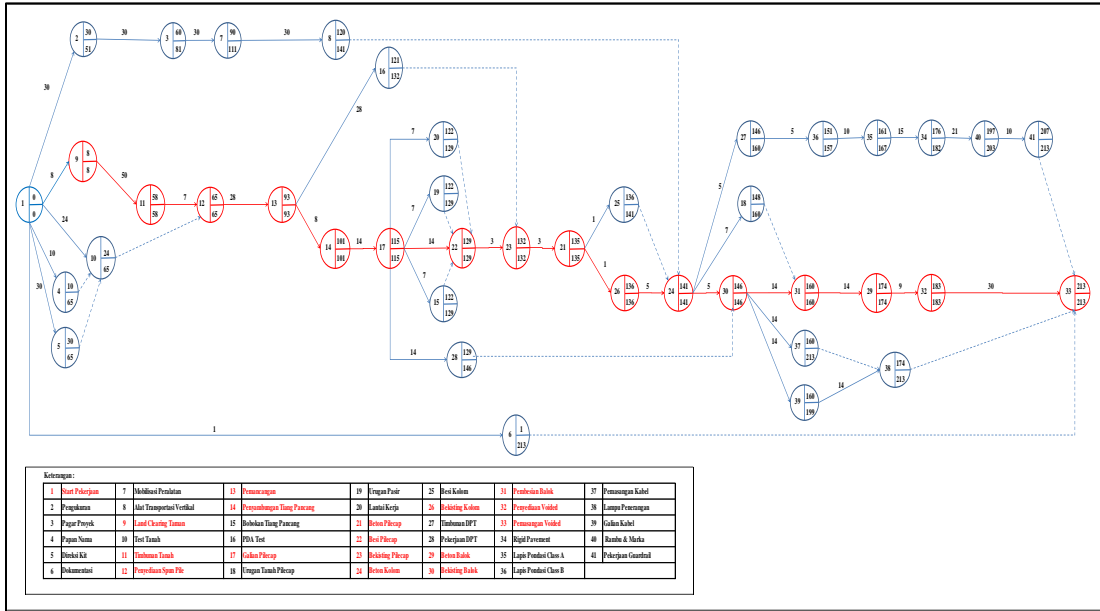
**Tabel 4.2** Lama Kegiatan Perkiraan Pekerjaan Pengecoran

NO	URAIAN	L PER	LO	LM	LP	PENGIKUT
1	Pilecap K-350	3	2	3	6	25, 26
2	Kolom K 350	5	2	5	8	18, 27, 30
3	Dinding Turap Beton	14	11	14	17	-
4	Balok K 350	14	11	14	17	32
5	Jalan Beton K-350	15	12	15	18	40

*Critical Path Methode* dengan *network diagram* akan disusun menjadi *Gantt Chart* sumber daya proyek, dari *network diagram* terdapat 41 lintasan kegiatan yang harus dilaksanakan selama 213 hari-kerja dengan 16 kegiatan lintasan kritis.

**Tabel 4.3** Umur proyek Tingkat Kemungkinan Tertentu

i	NO KEGIATAN	LP	LO	JANGKAUAN (LP - LO)	ds	ds <sup>2</sup>
1	9	29	22	7	7/6	49/36
2	11	53	47	6	6/6	36/36
3	12	10	4	6	6/6	36/36
4	13	31	25	6	6/6	36/36
5	14	11	5	6	6/6	36/36
6	17	17	11	6	6/6	36/36
7	21	6	2	6	6/6	36/36
8	22	17	11	6	6/6	36/36
9	23	6	2	6	6/6	36/36
10	24	8	2	6	6/6	36/36
11	26	4	2	3	3/6	9/36
12	29	17	11	6	6/6	36/36
13	30	8	2	6	6/6	36/36
14	31	17	11	6	6/6	36/36
15	32	6	12	6	6/6	36/36
16	33	33	27	6	6/6	36/36



Gambar 4.1 Network Diagram

Peristiwa kegiatan ke 24 yaitu pengecoran kolom dengan waktu 5 hari kerja, diikuti dengan kegiatan ke 18 yaitu kegiatan urugan tanah kembali, lalu diikuti dengan kegiatan ke 27 yaitu pemadatan timbunan tanah, lalu diikuti pekerjaan ke 30 yaitu pembesian balok penulangan U-39. Pekerjaan pengecoran kolom dengan kegiatan pengikutnya :

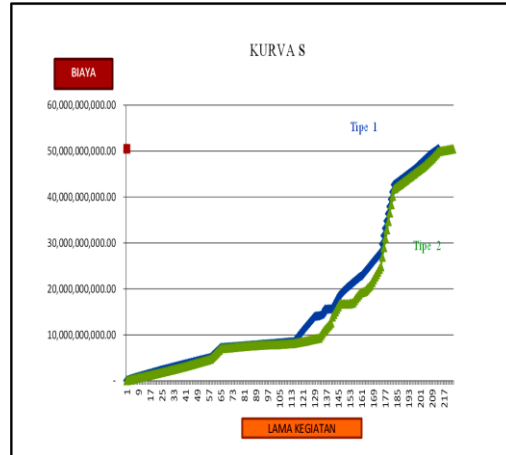
Kegiatan ke 24 – 18 – 27 – 30

Kebutuhan sumber daya tenaga kerja proyek dengan menggunakan *Gantt Chart* pada CPM selama 213 hari-orang dengan rata – rata 18 orang-hari.

Kebutuhan peralatan dengan *Critical Path Methode* didapatkan 51 sewa hari. Pengadaan beton *readymix* untuk pengecoran dari hari ke 116 hingga

hari ke 182 menggunakan *Gantt Chart* yaitu komulatif 2,484,54 M<sup>3</sup>.

Koridor operasional merupakan daerah pelaksanaan pekerjaan dengan dibatasi dengan kurva S, terdapat dua garis atas dan bawah sehingga pelaksanaan pekerjaan akan dapat diselesaikan tepat waktu dengan ketepatan asumsi waktu pelaksanaan dimulai.



Gambar 4.2 Kurva S

4.2 Analisa Sistem Logistik

Mengorder dengan acuan PO (*Purchase Order*) yang telah terbit dari procurement yaitu, beton mutu k-350 dari pabrik yang terdekat lokasi proyek. Asumsi truk-mixer dengan rata – rata pengiriman 7 m<sup>3</sup> untuk 1 truk mixernya. Durasi pengiriman dihitung berdasarkan: Permintaan beton via telepon dengan waktu 5 menit dengan disesuaikan kebutuhan pengecoran pada setiap permintaannya.

Sebelum logistik mengorder material atau peralatan kerja, yang harus dilengkapi oleh pelaksana yaitu :

Table 4.4 Kebutuhan Waktu Pengecoran

NO	PEKERJAAN	Volume (M <sup>3</sup> )	Lama kegiatan	Waktu Awal Pesan	Volume 1 TM	TM interval	Selesai Perhari
1	Beton Pilecap	293,58	3 hari	08.00 wib	7 M <sup>3</sup>	35 menit	490 menit
2	Beton Kolom	47,89	5 hari	08.00 wib	7 M <sup>3</sup>	35 menit	70 menit
3	Dinding Turap Beton	672,10	14 hari	08.00 wib	7 M <sup>3</sup>	35 menit	245 menit
4	Beton Balok	826,08	14 hari	08.00 wib	7 M <sup>3</sup>	35 menit	315 menit
5	Jalan Beton	847,72	15 hari	08.00 wib	7 M <sup>3</sup>	35 menit	280 menit

Membuat jadwal pelaksanaan pekerjaan atau *Gantt Chart* sumber daya.

Masing gambar dan masing jadwal pelaksanaan kerja sebagai lampiran kerja.

Membuat SPM (Surat Permintaan Material) atau meminta material dan peralatan kepada logistik dengan sudah di tandatangani oleh engineering sebagai pemantau RAP proyek.

Sistem pelaksanaan untuk pekerjaan pengecoran dengan mutu beton k-350 yaitu, pengecoran ditempat lokasi proyek menggunakan peralatan *concrete pump* dihitung sewa 1 hari = 1shift kerja = 8jam kerja dengan menggunakan tenaga operatornya sejumlah 3 orang, pembayaran tunai setelah peralatan pompa cor selesai pengecoran.

Menggunakan alat bantu pengecoran vibrator cor = 2 unit = 1 hari sewa, dan menggunakan alat bantu cangkul=2 batang total menggunakan 7 tenaga kerja.

Waktu pelaksanaan pekerjaan pengecoran dengan asumsi :

8 jam kerja = 7 jam kerja + 1 jam istirahat.

Biaya tenaga kerja dalam satuan hari kerja yaitu 8 jam kerja.

Sewa peralatan kerja dalam satuan sewa-hari yaitu 8 jam kerja.

Estimasi waktu pengiriman beton (*readymix concrete*) dari plant terdekat jalan Perancis kecamatan benda PT. Adhimix precast indonesia hingga lokasi proyek terminal 3 bandara Soekarno-Hatta dengan asumsi waktu tempuh 15 menit per 1 truk-mixer.

Sistem informasi staf logistik proyek untuk permintaan kepada supplier dan vendor setelah terbit *Purchase Order* (PO) dari kantor pusat operasional perusahaan yaitu :

Peralatan kerja H – 3 dari jadwal pekerjaan pengecoran

Tenaga kerja H- 3 dari jadwal pekerjaan pengecoraan.

Material beton (*readymix concrete*) H – 3 dari *Gantt Chart* atau jadwal pekerjaan pengecoran.

*lead time* penerimaan kedatangan sumber daya yaitu :

Kebutuhan sumber daya tenaga kerja :

Pada hari ke 2 terbit PO + 3 hari permintaan pengiriman = 5 hari.

Kebutuhan peralatan kerja : dengan membuat PO terhadap penyewa :

Table 4.5 Asumsi Kebutuhan Sumber Daya

NO.	URAIAN	SAT	VOLUME	LAMA KEGIATAN	JUMLAH KEBUTUHAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
1	Beton Pilecap K-350	m <sup>3</sup>	293,58	3	42 Truk-mixer	775,000,00	227,524,500,00
	CONCRET POMP	unit	1	3	3 Truk-concrete	4,000,000,00	12,000,000,00
	VIBRATOR	unit	2	3	3 Sewa-hari	500,000,00	3,000,000,00
	TENAGA KERJA	OH	7	3	21 Orang-hari	120,000,00	2,520,000,00
<b>JUMLAH</b>					<b>3 Hari-kerja</b>	<b>5,395,000,00</b>	<b>245,044,500,00</b>
2	Beton Kolom K-350	m <sup>3</sup>	47,89	5	10 Truk-mixer	775,000,00	37,114,750,00
	CONCRET PUMP	unit	1	5	5 Truk-concrete	4,000,000,00	20,000,000,00
	VIBRATOR	unit	2	5	5 Sewa-hari	500,000,00	5,000,000,00
	TENAGA KERJA	OH	7	5	35 Orang-hari	120,000,00	4,200,000,00
<b>JUMLAH</b>					<b>5 Hari-kerja</b>	<b>5,395,000,00</b>	<b>66,314,750,00</b>
3	Dinding Turap Beton	m'	672,10	14	98 Truk-mixer	775,000,00	520,877,500,00
	CONCRET PUMP	unit	1	14	14 Truk-concrete	4,000,000,00	56,000,000,00
	VIBRATOR	unit	2	14	14 Sewa-hari	500,000,00	14,000,000,00
	TENAGA KERJA	OH	8	14	112 Orang-hari	120,000,00	13,440,000,00
<b>JUMLAH</b>					<b>14 Hari-kerja</b>	<b>5,395,000,00</b>	<b>604,317,500,00</b>
4	Beton Balok K-350	m <sup>3</sup>	826,08	14	126 Truk-mixer	775,000,00	640,212,000,00
	CONCRET PUMP	unit	1	14	14 Truk-concrete	4,000,000,00	56,000,000,00
	VIBRATOR	unit	2	14	14 Sewa-hari	500,000,00	14,000,000,00
	TENAGA KERJA	OH	7	14	98 Orang-hari	120,000,00	11,760,000,00
<b>JUMLAH</b>					<b>14 Hari-kerja</b>	<b>5,395,000,00</b>	<b>721,972,000,00</b>
5	Jalan Beton K-350	m <sup>3</sup>	847,72	15	120 Truk-mixer	775,000,00	656,983,000,00
	CONCRET PUMP	unit	1	15	15 Truk-concrete	4,000,000,00	60,000,000,00
	VIBRATOR	unit	2	15	15 Sewa-hari	500,000,00	15,000,000,00
	TENAGA KERJA	OH	7	15	105 Orang-hari	120,000,00	12,600,000,00
<b>JUMLAH</b>					<b>15 Hari-kerja</b>	<b>5,395,000,00</b>	<b>744,583,000,00</b>
<b>JUMLAH TOTAL</b>					<b>51 Hari-kerja</b>	<b>26,975,000,00</b>	<b>2,382,231,750,00</b>

Pada hari 3 terbit PO + 2 hari permintaan pengiriman = 5 hari.

Kebutuhan material beton *reaymix concret* yaitu :

Mengorder via telepon kepada supplier pada hari H *Gantt Chart* yang dimulai jam 8 : 00 wib, dengan waktu tunggu 20 menit persiapan pekerjaan + 15 menit waktu perjalanan truk-mixer menuju lokasi = 35 menit.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dengan pengolahan dan analisa hasil maka dapat disimpulkan meliputi :

1. Waktu keberhasilan pelaksanaan atau umur proyek menurut *Critical Path Methode ( CPM )* adalah 213 hari. Waktu pelaksanaan atau umur proyek menurut kontrak kerja adalah 287 hari-kalender, maka didapatkan sebanyak 74 hari sisa waktu.
2. Perhitungan kebutuhan *Gantt Chart* sumber daya pengecoran meliputi :  
Tenaga kerja *CPM* rata – rata 18 orang-hari= Rp. 2,160,000,00. Tenaga kerja jadwal perusahaandengan rata – rata 21 orang-hari dengan biaya = Rp. 2,520,000,00.  
Nilai hasil penghematan pekerja  $18/ 21 \times 100 \% = 0,85 \%$   
Penghematan biaya Rp. 2,520,000,00 – Rp. 2,160,000,00 = Rp. 360,000,00  
Beton *readymix CPM* yaitu  $2484,54 \text{ M}^3 = \text{Rp. } 1,925,518,500,00$ .  
Beton *readymix* perusahaan  $3107 \text{ M}^3 = \text{Rp. } 2,407,925,000,00$ .  
Nilai hasil penghematan  $3107 \text{ M}^3 - 2.484,54 \text{ M}^3 = 622,6 \text{ M}^3$   
Biaya penghematan didapatkan = Rp. 482,406,500,00.  
Dengan penerapan sistem rantai pasok maka pada sistem logistik menjalankan prosedur permintaan material meliputi:  
H-5 = H-3 setiap nilai lama pesimis dipengumpulan data + H-2 suplai sumber daya diterima oleh pelaksana lapangan proyek.  
H – 5 dari pelaksanaan pekerjaan, BMP dibuat logistik.  
H – 14 dari pelaksanaan perusahaan. BMP dibuat logistik.  
Fasilitas *Gantt Chart* online untuk logistik proyek dan supplier ataupun vendor sebagai aplikasi kebutuhan proyek.

### 5.2 Saran

Untuk menambahkan kelancaran dalam pengelolaan sistem logistik pada khususnya pekerjaan proyek konstruksi maka penulis menambahkan saran yaitu :

1. Sebaiknya sebelum pelaksanaan pekerjaan proyek terlebih dahulu dibuatkan *Network Diagram* dengan *Critical Path Methode* untuk pengendalian dan pengambilan keputusan kerja yang akan dilaksanakan.
2. Untuk perencanaan sumber daya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek maka menggunakan *Gantt Chart* sebagai jadwal induk pekerjaan, supaya pekerjaan dan sumber daya yang dibutuhkan dapat dipersiapkan terlebih dahulu dan dapat ditentukan waktu pelaksanaan pekerjaannya.
3. Penerapan sistem rantai pasok sangatlah berguna didalam melaksanakan suatu kegiatan kerja ataupun suatu kegiatan proyek, supaya didapatkan sistem yang tepat dan sesuai dalam menyediakan dan pengendalian kebutuhan sumber daya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Header Ali Tubagus, Prinsip – Prinsip *Network Planning*, 1986. PT. Gramedia, Jakarta.
2. Kementerian Pekerjaan Umum Badan Pembinaan Konstruksi, Konstruksi Indonesia 2012 Harmonisasi Rantai Pasok Konstruksi, 2012. Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan.
3. Martono Vinora Ricky, Manajemen logistik, 2018. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
4. Prihatmanto Haryo Bambang, *Supply Chain*, 2018. PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

# MENENTUKAN *SETTING LEVEL* OPTIMAL PADA MESIN CNC *MILLING* DENGAN PERANCANGAN PERCOBAAN TAGUCHI UNTUK MENGURANGI KERUSAKAN *TOOL* DI PT. TJFORGE INDONESIA

Studi Kasus PT. TJForge Indonesia  
Daryanto (1), Florida Butarbutar (2), Hendro Susiyanto (3)

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana  
Email : yantodard88@gmail.com

## ABSTRAK

Perusahaan seringkali menjadikan kualitas sebagai sarana promosi untuk menarik kepercayaan konsumen. Sehingga kualitas sangat diutamakan dalam menjaga produk suatu perusahaan. Hal ini menjadikan dasar peneliti melakukan penelitian di PT TJForge Indonesia karena kualitas *dies* semakin menurun akibat kerusakan pada *tool* mesin CNC *milling*. Untuk mengetahui faktor – faktor kerusakan *tool*, maka peneliti menggunakan metode taguchi untuk menentukan *setting level* optimal pada mesin CNC *milling*. Perbaikan berawal dari pemilihan faktor – faktor yang berpengaruh pada kerusakan *tool* dan nilai *level* sebagai dasar menentukan matrik ortogonal. Berdasarkan hasil analisa yang diolah dengan S/N rasio dan analisis varians, diperoleh bahwa jumlah putaran sebesar 510 rpm, kecepatan pemakanan sebesar 380 mm/menit, dan pendingin sejumlah 2 saluran. Dan terjadi penurunan persentase rata-rata tingkat kerusakan *tool* dari 19,29 % menjadi 5,31 %, sehingga terjadi penurunan sebesar 13,98 %. Selain itu juga menurunkan fungsi *loss function* yang dihasilkan yaitu Rp 204.474 menjadi Rp 56.286, sehingga terjadi penurunan sebesar Rp 148.188.

Kata kunci: Kualitas, *Tool*, Metode Taguchi.

## ABSTRACT

*Companies often make quality a means of promotion to attract consumer confidence. Because consumers no longer use prices as a reference for product quality. So that quality is preferred in maintaining the product of a company. This is the basis for the researchers to conduct research at PT TJForge Indonesia because the quality of dies decreases due to damage to the cnc milling machine tool. To find out the damage factors of the tool, the researchers used the Taguchi method to determine the optimal setting level for CNC milling machines. Improvements begin with the selection of factors that affect the damage to the tool and the value of the level as the basis for determining the orthogonal matrix. Based on the analysis results processed with S / N ratio and analysis of variance, it was found that the number of turns was 510 rpm, the feed speed was 380 mm / minute, and the cooling was 2 way. And the percentage decrease in the average level of damage to the tool from 19.29% to 3,06 %, resulting in a decrease of 16,23 %. In addition, it also reduced the function of the loss function which was Rp 204,474 to Rp 32.436, resulting in a decrease of Rp 148.188.*

Keywords: quality, *Tool*, Taguchi Method.

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dari tahun ke tahun memungkinkan berbagai macam perusahaan melakukan kegiatan perkembangan untuk meningkatkan kinerja perusahaan. Peningkatan kualitas produk sangat diperlukan untuk mempertahankan posisi perusahaan terhadap kepercayaan konsumen. Serta pemenuhan kebutuhan barang dan jasa kepada konsumen.

Perkembangan perusahaan yang semakin banyak, membuat persaingan antar perusahaan semakin ketat. Untuk memenangkan persaingan diantara banyak produk sejenis yang beredar dipasaran, perusahaan seringkali menjadikan kualitas sebagai sarana promosi untuk menarik kepercayaan konsumen. Karena konsumen tidak lagi menggunakan harga sebagai acuan kualitas produk, tetapi lebih pada keawetan produk.

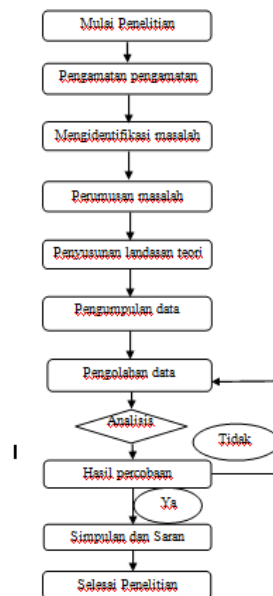
### 2. LATAR BELAKANG

PT. TJForge Indonesia merupakan perusahaan pembuatan komponen- komponen otomotif yang dibuat dengan teknologi *forging*, *machining* dan *assembling*. Jantung dari proses *forging* ini terletak pada departemen *diesmaker*, yang mana harus selalu mengutamakan kualitas dalam pembuatan *dies* (cetakan), *maintenance dies* dan penyedia *dies* sebelum proses *forging* berproduksi. Kualitas produk pada proses *forging* tergantung dari kualitas *dies* yang baik.

Saat ini departemen *diesmaker* sedang mengalami permasalahan yaitu kerusakan pada *tool insert* diameter 50 yang digunakan untuk proses mesin *CNC milling*. *Tool* inilah yang membuat kualitas *dies* kurang maksimal. Kualitas *dies* yang kurang baik setelah proses mesin *CNC milling* ini menjadikan proses produksi di *forging* bermasalah. Jadwal pengiriman *dies* dari departemen *diesmaker* ke departemen *forging* bisa terlambat karena harus dilakukan perbaikan atau proses ulang.

Kesalahan dalam pengoperasian mesin *CNC milling* sangat berpengaruh pada kerusakan *tool* mesin *CNC milling*. Operator yang kurang mengerti pengoperasian mesin dengan baik dapat menimbulkan kesalahan tersebut. Untuk mengurangi kerusakan pada *tool* mesin *CNC milling*, langkah awal yang akan peneliti lakukan yaitu dengan mencari faktor - faktor yang berpengaruh pada kerusakan *tool* tersebut. Kemudian peneliti akan melakukan perancangan percobaan dengan menggunakan metode taguchi agar *setting level* optimal pada mesin *CNC milling* dapat tercapai. Berdasarkan beberapa permasalahan dan pertimbangan tersebut, penelitian ini sangatlah penting dilakukan. Maka dengan ini saya mengambil judul “Menentukan *Setting Level* Optimal Pada Mesin *CNC Milling* Dengan Perancangan Percobaan Taguchi Untuk Mengurangi Kerusakan *Tool* Di PT. TJForge Indonesia”.

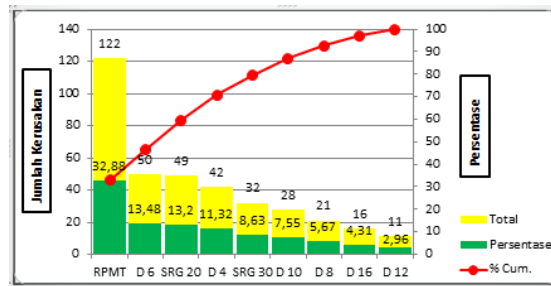
### 3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Metodologi Penelitian

#### 4. PENGUMPULAN DATA

Data kerusakan *tool* yang digunakan pada mesin CNC *milling* di departemen *diesmaker* dari bulan agustus – oktober 2018. Datanya sebagai berikut:



**Gambar 2.** Diagram Pareto Jumlah Kerusakan *Tool* Mesin CNC *Milling*

Adapun harga setiap *tool* dalam pcs yaitu sebagai berikut:

**Tabel 1.** Harga *Tool*

No.	Nama <i>Tool</i>	Harga (Rp)	No.	Nama <i>Tool</i>	Harga (Rp)
1	SRG 20	143.000	6	D 10	2.850.000
2	SRG 30	190.000	7	D 8	1.550.000
3	RPMT	106.000	8	D 6	900.000
4	D 16	6.305.000	9	D 4	1.025.000
5	D 12	2.600.000	10		

#### 5. METODE TAGUCHI

Metode Taguchi merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan dengan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin (Soejanto, 2009: 15-16).

##### 5.1 Penentuan Faktor dan *Level*

Faktor didapatkan karena dugaan pengaruh kerusakan *tool*. Kemudian di buat *level* dari perusahaan dengan *level* usulan perbaikan. Faktor-faktornya adalah A (Jumlah Putaran), B (Kecepatan Pemakanan), C (Pendingin).

**Tabel 2.** *Setting Level* Faktor Terkendali

Kode	Faktor	Level 1	Level 2
A	Jumlah	510	255
B	Kecepatan Pemakanan	380	306
C	Pendingin	1	2

##### a. Perhitungan Derajat Kebebasan (*Degree Of Freedom*)

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum percobaan yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati.

**Tabel 3.** Derajat Kebebasan

Faktor	Derajat Kebebasan	Total
A	( 2 - 1)	1
B	( 2 - 1)	1
C	( 2 - 1)	1
	<b>Total</b>	<b>3</b>

Maka, matrik ortogonal yang mencukupi adalah  $L_4(2^3)$ .

**5.3. Penentuan Orthogonal Aray**

Dalam penelitian ini, sudah dipilih matriks ortogonal  $L_4(2^3)$ , karena pada penelitian ini ada tiga variabel bebas (faktor) dimana setiap variabel bebas mempunyai dua *level* dan derajat kebebasannya adalah 3.

**Tabel 4.** Matriks Ortogonal

Percobaan	Jumlah Putaran	Kecepatan pemotong	Pendingin
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

**5.4 Pengolahan Data**

Hasil observasi secara langsung saat proses *tool* mesin CNC *milling*.

**Tabel 5.** Nilai Rata-rata

Percobaan	A	B	C	Y1	Y2	Rata-rata
1	1	1	1	50	51	50,5
2	1	2	2	35	33	34
3	2	1	2	19	18	18,5
4	2	2	1	6	9	7,5

**5.4.1 Perhitungan Rata-Rata**

Data yang sudah dikumpulkan, selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata (*mean*). untuk mengetahui rata-rata respon yang dipengaruhi oleh faktor-faktor. Dengan rumus:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^r y_i}{r} \dots\dots\dots(1)$$

(Mean)

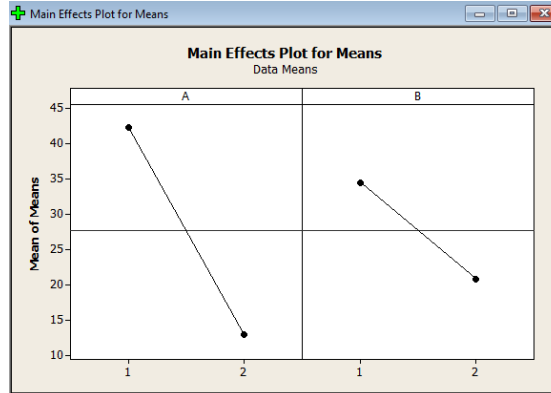
**Tabel 6.** Nilai Mean Faktor A dan B

Level	A	B
1	42,25	34,5
2	13	20,75
Selisih	29,25	13,75
Rangking	1	2

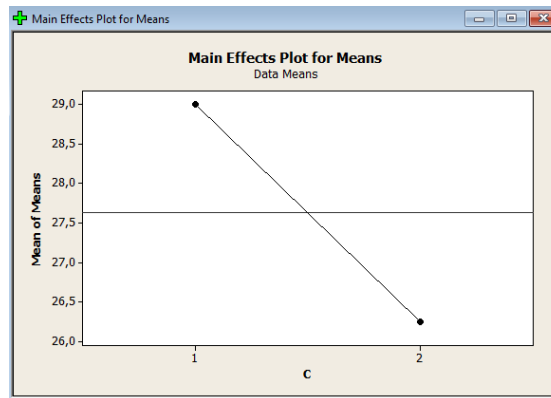
**Tabel 7.** Nilai Mean Faktor C

Level	C
1	29
2	26,25
Selisih	2,75
Rangking	1

Dari hasil perhitungan nilai rata-rata didapatkan gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Mean Faktor A dan B



Gambar 4. Grafik Mean Faktor C

#### 5.4.2 Perhitungan Signal to Noise Ratios (SNR)

Untuk karakteristik kualitas, jika kerusakan semakin kecil, maka kualitas akan semakin baik (*smaller is better*), Maka rumus yang digunakan yaitu

$$\eta = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r Y_i^2 \right) \dots\dots\dots(2)$$

Sedangkan untuk karakteristik kualitas, jika kerusakan semakin besar, maka kualitas akan semakin baik (*larger is better*), Maka rumus yang digunakan yaitu

$$\eta = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r \frac{1}{Y_i^2} \right) \dots\dots\dots(3)$$

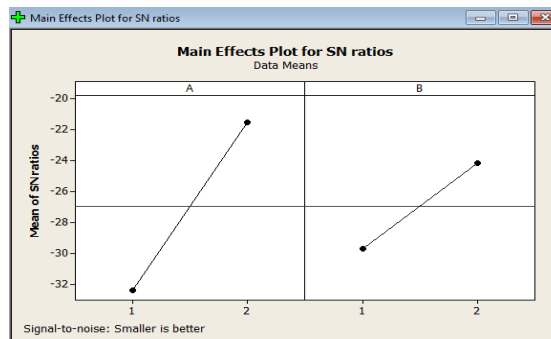
Tabel 8. Nilai SNR Faktor A dan B

Level	Faktor	
	A	B
1	-32,35	-29,71
2	-21,51	-24,15
Selisih	10,84	5,55
Rangking	1	2

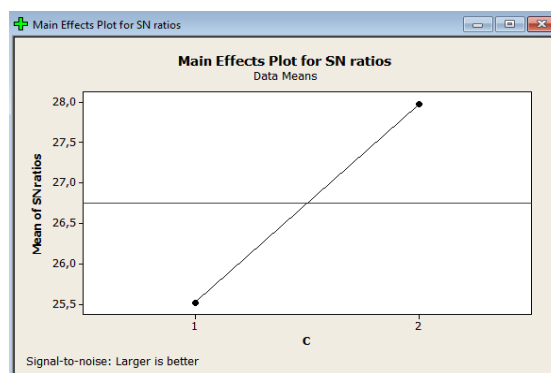
Tabel 9. Nilai SNR Faktor C

Level	Faktor
	C
1	25,52
2	27,98
Selisih	2,46
Rangking	1

Dari hasil perhitungan nilai SNR didapatkan gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik SNR Faktor A dan B



Gambar 6. Grafik SNR Faktor C

## 5.5 Analisis Variansi (ANOVA)

### 5.5.1 Perhitungan Total Semua Hasil

Untuk menghitungnya dengan rumus:

$$T = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n \dots \dots \dots (4)$$

**5.5.2 Perhitungan Faktor Koreksi (CF)**

Untuk menghitungnya dengan rumus:  $CF = \frac{T^2}{N} \dots \dots \dots (5)$

**5.5.3 Total Jumlah Kuadrat (SS<sub>T</sub>)**

Untuk menghitungnya dengan rumus:  $SS_T = \sum_{i=1}^N y_i^2 - CF \dots \dots \dots (6)$

**5.5.4 Jumlah Kuadrat Faktor**

Untuk menghitungnya dengan rumus:  $SS_{error} = SS_T - (\sum SS_{faktor}) \dots \dots \dots (7)$

**5.5.5 Derajat Kebebasan ( dof/u )**

Untuk menghitungnya dengan rumus: Faktor A =  $n_A - 1 \dots \dots \dots (8)$

Faktor D x 1 =  $(n_D - 1) (n_D - 1) \dots \dots \dots (9)$

**5.5.6 Pehitungan Rata-Rata Kuadrat (Mean of Square/MS)**

Untuk menghitungnya dengan rumus:  $MS_A = \frac{SS_A}{u_A} \dots \dots \dots (10)$

**Tabel 10.** Nilai ANOVA

Variansi	Jumlah Kuadrat (SS)	(dof)	Rataan Kuadrat (MS)	F Ratio
A	1711,1 25	1	1711,125	912,6
B	378,12 5	1	378,125	201,6 7
C	15,125	1	15,125	8,06
Error	7,5	4	1,875	
Total	2111,8 75	7		

**5.6 Uji F**

Uji hipotesis F dilakukan dengan cara membandingkan variansi yang disebabkan oleh masing-masing faktor dengan variansi error.

H<sub>0</sub> = Tidak ada pengaruh perlakuan, sehingga  $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_j = \mu_k$

H<sub>1</sub> = Ada pengaruh perlakuan, sehingga sedikit ada satu  $\mu_i$  yang tidak sama.

**Tabel 11.** Pengaruh Uji F

Faktor	Fhitung	Hasil Pengujian
A	912,6	Ada pengaruh
B	201,67	Ada pengaruh
C	8,06	Ada pengaruh

**5.7 Persen Kontribusi**

Merupakan porsi masing-masing faktor dan atau interaksi faktor yang signifikan terhadap total variansi yang diamati. Persen kontribusi merupakan fungsi dari jumlah kuadrat (SS) dari masing-masing faktor yang signifikan.

Rumus:  $P = \frac{SS_A}{SS_T} \times 100\% \dots\dots\dots(11)$

**Tabel 12.** Persen Kontribusi

Sumber	SS'	p %
A	1709,25	81,44
B	376,25	17,93
C	13,25	0,63
Error		
Total	2098,75	100

**5.8 Menentukan Setting Level Optimal**

Setting level optimal ditentukan berdasarkan nilai SNR, untuk faktor A (Jumlah Putaran) dan B (Kecepatan Pemakanan) karena menggunakan *smaller is better*, maka menggunakan yang paling kecil. Sedangkan untuk faktor C (Pendingin) karena menggunakan *larger is better* maka menggunakan nilai yang paling besar.

**Tabel 13.** Hasil percobaan setting level optimal

No.	Faktor	Hasil Percobaan
1	Jumlah Putaran	510
2	Kecepatan Pemakanan	380
3	Pendingin	2

**5.9 Perkiraan hasil dan selang kepercayaan pada kondisi terbaik**

Selang kepercayaan adalah untuk memperkirakan selang rata - rata satu faktor akibat perlakuan tertentu. Dugaan suatu rata - rata nilai faktor memiliki suatu selang tertentu disekitar nilai rata - ratanya.

Rumus:  $C1 = M + (\bar{A}_2 - M) + \bar{B}_2 - M = \bar{A}_2 + \bar{B}_2 - M$

**Tabel 14.** Nilai Prediksi dan Selang Kepercayaan Mean dan SNR

Respon	Prediksi	CI Mean	Confidental Interval
$\mu$	50,5	$\pm 4,37$	$46,13 \leq 50,5 \leq 54,87$
SNR	36,3	$\pm 4,37$	$31,93 \leq 36,3 \leq 40,67$

**5.10 Percobaan Konfirmasi**

Pengujian ini dilakukan dengan mengkombinasikan faktor-faktor dan *level-level* dari hasil evaluasi sebelumnya. Tujuan percobaan konfirmasi ini adalah untuk melakukan validasi terhadap kesimpulan yang diperoleh selama tahap analisa.

**5.10.1 Interval Kepercayaan untuk Level Faktor**

Metode perhitungan interval kepercayaan (CI) untuk level faktor adalah digunakan rumus:

$$\text{Rumus: } CI = \pm \sqrt{F_{\alpha, V_1, V_2} \times V_e \times \left(\frac{1}{n}\right)}$$

**5.10.2 Interval Kepercayaan untuk Perkiraan Rata-Rata**

Perhitungan interval kepercayaan untuk perkiraan rata-rata proses optimum dengan rumus sebagai berikut:

$$CI = \pm \sqrt{F_{\alpha, V_1, V_2} \times V_e \times \left(\frac{1}{n_{eff}}\right)} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana,  $n_{eff}$  adalah jumlah pengamatan efektif.

$$n_{eff} = \frac{\text{Jumlah Total percobaan}}{1 + \text{jumlah dof dalam perkiraan rata-rata}} \dots\dots\dots (13)$$

**Tabel 15.** Nilai Konfirmasi dan Selang Kepercayaan *Mean* dan SNR

Respon	Prediks i	CI <i>Mea</i> <i>n</i>	Confidental Interval
Rata-rata	28,13	±	25,545 ≤ 28,13
		2,58	≤ 30,71
(S/N) A B	28,95	±	26,37 ≤ 28,95
		2,58	≤ 31,53
(S/N) C	27,51	±	24,93 ≤ 27,51
		2,58	≤ 30,09

Dari hasil prediksi dan konfirmasi didapatkan hasil yang mendekati, sehingga dapat disimpulkan bahwa percobaan menggunakan metode taguchi berhasil.

**Tabel 16.** Perbandingan Percobaan Prediksi dan Konfirmasi

Prediksi	Faktor A, B dan C	46,13 ↔
		54,87
		31,93 ↔
		40,67
Konfirmasi	Faktor A dan B	25,545 ↔
		30,71
		26,37 ↔
		31,53
	Faktor C	25,15 ↔
		30,71
		24,93
	30,09	

**5.11 Loss Function**

Pada penelitian yang telah dilakukan pada mesin CNC *milling* terhadap kerusakan *tool*. Mencari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerusakan tool, kemudian diperoleh *setting level* optimal. Dari data hasil *setting level* optimal dapat digunakan untuk mencari *loss function* kerugian kualitas kondisi awal dan level optimal sebagai berikut:

**Tabel 17.** Rumus Loss Function

Karakteristik Kualitas	<i>Loss for an individual part (L)</i>	<i>Average loss per part in a distribution</i>
<i>larger is Better</i>	$k \left( \frac{1}{y^2} \right)$	$k \left( \frac{1}{y^2} \right) \left( 1 + \left[ \frac{3S^2}{y^2} \right] \right)$
<i>Nominal is Better</i>	$k(y-m)^2$	$k(S^2 + [y-m]^2)$
<i>Smaller is Better</i>	$k(y^2)$	$k \left( S^2 + \left[ \frac{P}{y^2} \right] \right)$

**Tabel 18.** Perbandingan Kerugian Kualitas

Karakteristik Kualitas	Kombinasi Awal (Rp)	Kombinasi Optimal (Rp)	Penghematan (Rp)
Kerusakan <i>Tool</i>	204.474	56.286	148.188

**KESIMPULAN**

- Faktor - faktor yang berpengaruh secara nyata terhadap kerusakan *tool* pada proses mesin CNC *milling* adalah:
  - Faktor A yaitu jumlah putaran
  - Faktor B yaitu kecepatan pemakanan

- Faktor C yaitu pendingin
2. Setelah menggunakan perancangan percobaan taguchi diperoleh hasil *setting level* optimal sebagai berikut:
    - Faktor A yaitu jumlah putaran yang optimalnya sebesar 510 rpm.
    - Faktor B yaitu kecepatan pemakanan yang optimal sebesar 380 mm/menit.
    - Faktor C yaitu pendingin dari 1 saluran menjadi 2 saluran.
  3. Hasil penentuan *setting level* pada mesin CNC *milling* untuk mengurangi kerusakan *tool*, terjadi penurunan persentase rata-rata tingkat kerusakan *tool* dari 19,29 % menjadi 5,31 %, sehingga terjadi penurunan sebesar 13,98 %. Selain itu juga menurunkan fungsi *loss function* yang dihasilkan yaitu Rp 204.474 menjadi Rp 56.286, sehingga terjadi penurunan sebesar Rp 148.188.
  4. Dalam menentukan *setting level* optimal pada mesin CNC *milling*, manusia sangat berpengaruh terhadap kerusakan *tool*. Terutama pada operator yang berketrampilan, berpengalaman, dan berpendidikan dalam mengoperasikan mesin CNC *milling*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Purnomo, Hari, 2014. *Pengantar Teknik Industri*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Soejanto, Irawan, 2009. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Setyanto, N.W dan Rio P.L, 2017. *Teori dan Aplikasi Desain Eksperimen Taguchi*. UB Press. Malang.
- Suparno, Antonius. dan Abimanyu D.N, 2013. *Perancangan Percobaan, Aplikasi Minitab, SAS, dan CoStat dalam Analisis Data*. Alfabeta. Bandung.
- Yogaswara, Eka, 2017. *Teknik Pemesinan Cnc Frais*. Armico. Bandung.
- Bakhtiar, S dkk. *Analisis Pengendalian Kualitas Produk Batako Dengan Menggunakan Metode Taguchi*. Fakultas Teknik. Universitas Malikussaleh. Vol 3 No. 2 2014 ISSN 2302-934X Hal 47-53.  
<https://journal.unimal.ac.id/miej/article/view/102> Diambil 25/10/2018
- Indra, HB, *Perbaikan Kualitas Coran Propeller Pada Industri Kecil Dengan Metode Taguchi*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Volume 3 No. 1 April 2011 e-ISSN: 2622-7649 p-ISSN: 2085-1286 Hal 46-51  
<http://www.jurnal.polsri.ac.id/index.php/austen/article/view/12158> Diambil 27/10/2018
- Murnawan, Heri, dan Mustofa. *Perencanaan Produktifitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktifitas Dengan Metode Fishbone Di Perusahaan Percetakan Kemasan PT X*. Prodi Teknik Industri FT Universitas 17 Agustus 45 Surabaya. Heuristic Vol 11No 1 April 2014 ISSN 1693-8232 Hal 27-46  
<http://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/HEURISTIC/article/viewFile/611/555>  
Diambil 27/10/2018
- Yudhyadi, I G.N.K dkk. *Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Waktu Proses Pada Pemrograman Cnc Milling Dengan Berbasis Cad/Cam*. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram. Dinamika Teknik Mesin. Volume 6 No.1 Juni 2016 p.ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729 Hal 38-50  
<http://dinamika.unram.ac.id/index.php/DTM/article/view/24> Diambil 2/11/2018

**PENGENDALIAN KUALITAS UNTUK MENGURANGI JUMLAH MOBIL *DEFECT*  
DENGAN MENGGUNAKAN ALAT PENGENDALIAN MUTU DAN PETA  
ALIRAN PROSES PADA PROSES PENGIRIMAN DI PT. X  
Dimas Kurniawan (1), Florida Butarbutar (2), Hendro Susiyanto (3)**

*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana  
Email : [halo.dimaskurniawan@gmail.com](mailto:halo.dimaskurniawan@gmail.com)*

**ABSTRAK**

PT. X adalah salah satu perusahaan logistik yang sedang berkembang. Salah satu pelanggannya adalah perusahaan produsen mobil. bentuk kerja sama yang terjalin berupa penggunaan jasa PT. X untuk mengirim mobil ke beberapa dealer menggunakan truk jenis *car carrier*. Akan tetapi terdapat masalah yaitu terjadinya *defect* pada saat proses pengiriman. Dari data yang diambil bulan Januari-Juni 2018 jumlah pengiriman mobil 6917 unit dan jumlah mobil yang mengalami *defect* mencapai 6% atau 398 unit. Untuk menganalisa penyebab *defect* dan mengendalikannya digunakan alat pengendali mutu dan Peta Aliran Proses. Setelah dilakukan analisa didapatkan beberapa jenis *defect* yaitu: Baret, bocel, penyok, dan lain-lain dengan faktor penyebabnya berasal dari manusia, metode, dan lingkungan. Maka dari itu langkah yang dilakukan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan melakukan perbaikan berkesinambungan. Setelah dilakukannya perbaikan meski *defect* tidak dapat dihilangkan 100% tetapi jumlah mobil *defect* menurun menjadi 1%.

**Kata kunci:** Kualitas, Alat Pengendalian Mutu, Peta Aliran Proses.

**ABSTRACT**

*PT. X is one of the developing logistics company. One of its customers is a car manufacturer company. the form of cooperation established in the form of the use of the services of PT. X to send a car to some dealers using truck a type of car carrier. But there is a problem occur, that problem is defects in delivery process. From the data taken in January-June 2018 the number of car shipments was 6917 units and the number of cars defects reached 6% or 398 units. To analyze the causes of defects and control them, we used a quality control tools and Process Flow Maps. After analyzing, we found some types of defects, namely: scratch, chipped, dented, etc. with factors that come from humans, methods, and the environment. Therefore the step to resolve this problem is to make continuous improvements. After doing repairs even though the defect cannot be eliminated 100% but the number of defect cars decreased to 1%.*

**Keyword:** Quality, Quality Control Tools, Process Flow Maps.

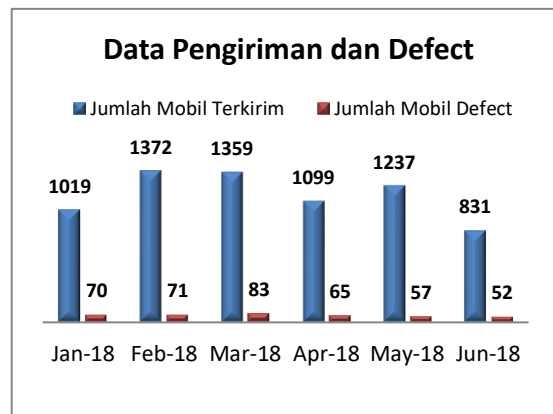
## 1. PENDAHULUAN

Suatu perusahaan logistik tidak lepas dari kualitas jasa yang dihasilkannya. pelanggan tentunya berharap bahwa hasil yang diterima sesuai dengan kebutuhan dan keinginannya. sehingga pelanggan menerima hasil yang memiliki kualitas yang baik dan terjamin. Salah satunya contohnya pada proses pengiriman, seringkali terjadi produk mengalami *defect*/cacat pada saat proses ini, maka dari itu untuk mengurangi *defect* yang terjadi dalam pengiriman perlu dilakukan analisa pada proses *loading* hingga *unloading* produk yang akan dikirim serta prosedur kerja lebih lanjut.

PT. X adalah salah satu perusahaan logistik yang sedang berkembang saat ini. Oleh Sebab itu kualitas merupakan salah satu faktor penting yang harus dijaga untuk menjaga citra baik, daya saing dan loyalitas pelanggan mereka. Salah satu pelanggannya adalah perusahaan produsen mobil. bentuk kerja sama yang terjalin berupa penggunaan jasa PT. X untuk mendistribusikan mobil hasil produksinya ke beberapa dealer atau customernya. Proses pengiriman dilakukan menggunakan truk jenis car carrier yang berisikan 5 sampai 8 unit mobil sekali kirim.

Permasalahan yang terdapat pada pengiriman ini adalah terjadinya *defect* pada mobil yang diterima oleh customer. Tercatat dari bulan Januari hingga bulan Juni 2018 didapatkan data sebagai berikut:

Dari data diatas dapat diketahui jumlah pengiriman mobil periode Januari – Juni 2018 mencapai 6.917 mobil dan jumlah mobil yang mengalami *defect* mencapai 398 mobil atau sama dengan 5,75% nya. Maka dari itu perusahaan berupaya untuk mengatasi masalah ini dan meningkatkan kualitas pelayanan yang dihasilkan.



## 2. METODE PENELITIAN

Untuk membantu menyelesaikan masalah ini penulis menggunakan alat pengendalian mutu dan Peta Aliran Proses. Alat pengendalian mutu yang digunakan antara lain: *Checksheet* yang berfungsi untuk mengumpulkan data, *Flow Chart* berfungsi untuk mengetahui *flow process* pengiriman, Histogram digunakan untuk mengklasifikasikan data menjadi beberapa kelas, dan Diagram Pareto yang digunakan untuk mengetahui jenis *defect* berdasarkan urutan jumlahnya. Dan Peta Aliran Proses berfungsi untuk menunjukkan proses pengiriman secara berurutan dan menganalisa setiap prosesnya. Dengan ini berharap dapat mengatasi *defect* yang ditemukan didalam proses ini.

### Checksheet

Check Sheet atau lembar pemeriksaan merupakan alat pengumpul dan penganalisis data yang disajikan dalam bentuk tabel yang berisi data jumlah barang yang diproduksi dan jenis ketidaksesuaian beserta dengan jumlah yang dihasilkannya. Tujuan digunakannya check sheet ini adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data dan analisis, serta untuk mengetahui area permasalahan berdasarkan frekuensi dari jenis atau penyebab dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak. Berikut data yang telah dikumpulkan menggunakan checksheet dan dikonversi menjadi tabel:

No.	Bulan	Jumlah Mobil Terkirim	Jumlah Mobil Defect
1	Jan-18	1019	70
2	Feb-18	1372	71
3	Mar-18	1359	83
4	Apr-18	1099	65
5	May-18	1237	57
6	Jun-18	831	52
Jumlah		6917	398

**Peta Kendali P**

Dalam penelitian ini digunakan peta kendali P model rata-rata karena peta kendali P model rata-rata digunakan untuk menganalisis banyaknya produk cacat dalam satu kali produksi dengan sampel rata-rata:

$$\text{Batas Kendali Atas: } \mathbf{BKA} = \mathbf{p} + \mathbf{3} \sqrt{\frac{\mathbf{p(1-p)}}{\mathbf{n}}}$$

$$\text{Batas Kendali Bawah: } \mathbf{BKB} = \mathbf{p} - \mathbf{3} \sqrt{\frac{\mathbf{p(1-p)}}{\mathbf{n}}}$$

$$\text{Proporsi Cacat: } P = \frac{Di}{ni}$$

$$\text{Rata-rata Proporsi Cacat: } P = \frac{\sum Di}{\sum ni}$$

Sampel 1:

$$\text{CL} : P = \frac{3}{60} = 0,05$$

$$\text{BKA} : 0,05 + 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{60}}$$

$$: 0,05 + 3\sqrt{0,016}$$

$$: 0,10$$

$$\text{BKB} : 0,05 - 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{60}}$$

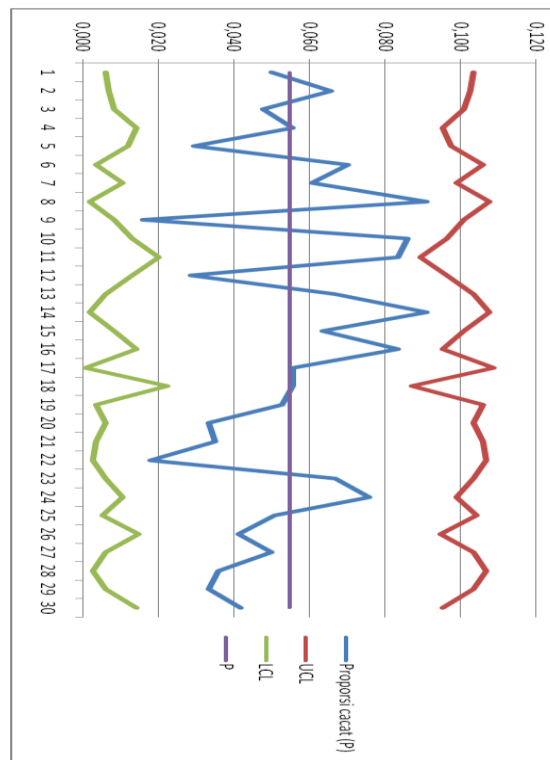
$$: 0,05 - 3\sqrt{0,016}$$

$$: 0,0061$$

$$\text{Rata-rata : } \bar{p} = \frac{105}{1919} = 0,05$$

Diatas adalah contoh perhitungan batas kendali atas dan batas kendali bawah pada salah satu sampel. Dalam menentukan proporsi cacat sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 30 sampel dan data yang didapatkan sebagai berikut:

Observasi (i)	Ukuran Sampel (ni)	Banyaknya mobil yang cacat (P)	Proporsi cacat (P)	UCL	LCL	P
1	60	3	0,05	0,10	0,0061	0,05
2	61	4	0,07	0,10	0,0069	0,05
3	63	3	0,05	0,10	0,0084	0,05
4	72	4	0,06	0,10	0,0142	0,05
5	68	2	0,03	0,10	0,0118	0,05
6	57	4	0,07	0,11	0,0035	0,05
7	66	4	0,06	0,10	0,0105	0,05
8	55	5	0,09	0,11	0,0017	0,05
9	63	1	0,02	0,10	0,0084	0,05
10	70	6	0,09	0,10	0,0130	0,05
11	84	7	0,08	0,09	0,0200	0,05
12	70	2	0,03	0,10	0,0130	0,05
13	60	4	0,07	0,10	0,0061	0,05
14	55	5	0,09	0,11	0,0017	0,05
15	63	4	0,06	0,10	0,0084	0,05
16	72	6	0,08	0,10	0,0142	0,05
17	54	3	0,06	0,11	0,0007	0,05
18	90	5	0,06	0,09	0,0223	0,05
19	57	3	0,05	0,11	0,0035	0,05
20	60	2	0,03	0,10	0,0061	0,05
21	57	2	0,04	0,11	0,0035	0,05
22	56	1	0,02	0,11	0,0026	0,05
23	60	4	0,07	0,10	0,0061	0,05
24	66	5	0,08	0,10	0,0105	0,05
25	59	3	0,05	0,10	0,0053	0,05
26	73	3	0,04	0,09	0,0148	0,05
27	60	3	0,05	0,10	0,0061	0,05
28	56	2	0,04	0,11	0,0026	0,05
29	60	2	0,03	0,10	0,0061	0,05
30	72	3	0,04	0,10	0,0142	0,05



### Histogram

Histogram adalah suatu alat yang membantu untuk menentukan variasi dalam proses. Berbentuk diagram batang yang menunjukkan tabulasi dari data yang diatur berdasarkan ukurannya. Tabulasi data ini umumnya dikenal dengan distribusi frekuensi. Pada histogram dibawah data yang digunakan adalah data *defect* yang terjadi selama satu minggu. Dapat dilihat terdapat lima kelas pada histogram ini dimana jumlah *defect* setiap minggunya berada pada kelas 10-13 dengan 10 kali kejadian.

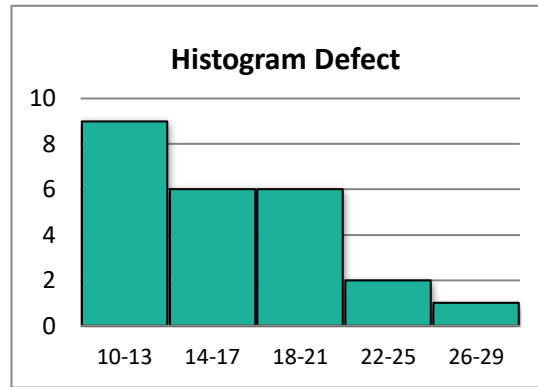
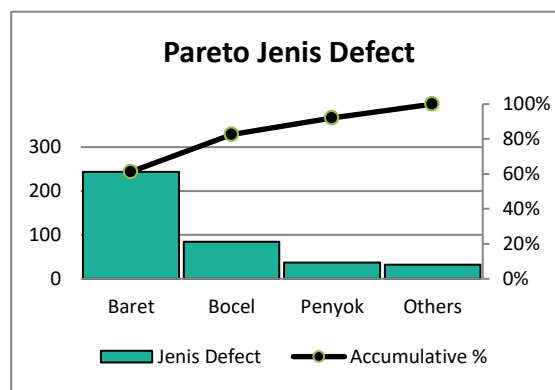


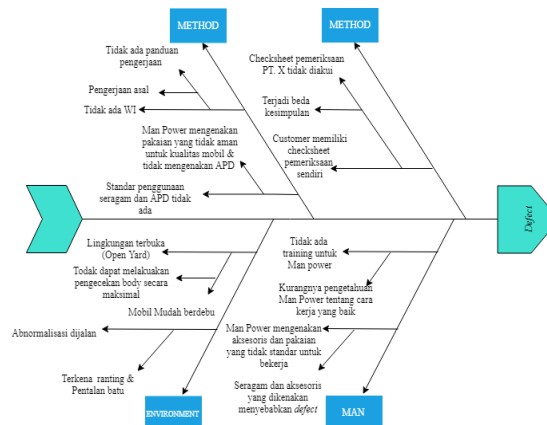
Diagram pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo pareto (1848-1923). Diagram pareto ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi).



Melihat dari diagram pareto diatas menunjukkan bahwa defect yang paling besar adalah defect baret dengan persentase 60% dari jumlah defect yang terjadi diikuti dengan baret 20%, penyok 11%, dan others atau defect lainnya 9%.

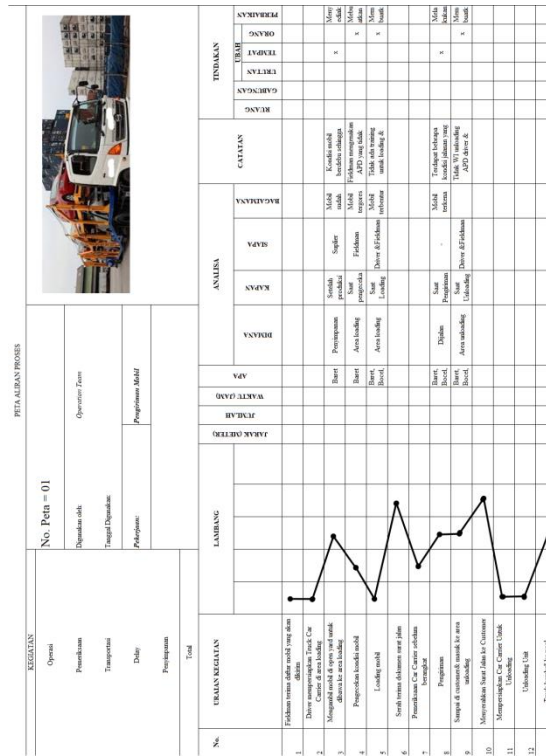
### Fishbone

Diagram fishbone adalah alat untuk mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi brain storming. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, prosedur, kebijakan, dan sebagainya. Berikut beberapa masalah yang ditemukan menggunakan diagram fishbone:



Perbaikan Berkesinambungan Menggunakan Peta Aliran Proses

Dalam melakukan perbaikan berkesinambungan menggunakan Peta Aliran Proses yang merupakan alat bantu yang digunakan untuk menganalisa dari proses demi proses yang ada pada suatu kegiatan pengiriman, berikut peta aliran proses:



Berikut adalah hasil analisa proses yang dinilai dapat menyebabkan *defect*:

1. Pengambilan mobil di area *open yard storage*  
Pada proses ini ditemukan defect baret & bocel yang memang sudah terjadi selama dalam penyimpanan
2. Pengecekan Kondisi Mobil  
Pada proses pengecekan biasanya manpower tidak sadar terhadap aktivitas yang dilakukan dapat mengakibatkan defect baret dan bocel pada mobil yang dikarenakan seperti beberapa kasus ini mobil tergores kancing baju, mobil tergores kuku, cincin, gelang, dan lain-lain
3. *Loading* atau proses muat mobil  
Pada proses ini *defect* yang terjadi adalah baret, bocel, dan penyok yang disebabkan terbenturnya mobil pada tiang truk *car carrier*.
4. Pada saat pengiriman  
Pada proses ini *defect* yang terjadi adalah baret, bocel, dan penyok. Adapun penyebabnya antara lain: baret yang disebabkan oleh ranting pohon dan ulah iseng dari pihak yang tidak bertanggung.
5. *Unloading* atau proses menurunkan mobil  
Sama seperti proses *loading* pada proses ini defect yang terjadi adalah baret, bocel, dan penyok yang disebabkan terbenturnya mobil pada tiang truk *car carrier*.

Berdasarkan dari hasil analisa Peta Aliran Proses diatas adapun perbaikan yang dilakukan sebagai berikut:

1. Penyediaan kanebo untuk alat bantu membersihkan debu pada mobil
2. Standarisasi Seragam dan APD *fieldman & driver*
3. Pembuatan *Work Instruction Loading*, dan *Unloading* mobil
4. Melakukan RHM (*Road Hazard Mapping*) ketika ada rute baru
5. Memasang *side cover*
6. Memasang *cover* busa pada tiang truk *carrier*
7. Mengadakan *Training* dan *sharing* kepada man power (*fieldman & driver*)

Dari hasil perbaikan yang sudah dilakukan meski tidak dapat menghilangkan mobil *defect* secara keseluruhan akan tetapi didapatkan hasil berupa penurunan jumlah mobil *defect*. Dimana sebelum dilakukan perbaikan jumlah mobil terkirim bulan Januari – Juni 2018 adalah 6.917 mobil dan jumlah mobil yang mengalami *defect* mencapai 398 mobil (5,75%). Setelah dilakukan perbaikan jumlah mobil terkirim bulan September – Oktober adalah 3.219 dan mobil yang mengalami *defect* berjumlah 40 mobil (1,21%).

### 3. KESIMPULAN

1. Dalam pengiriman mobil, *defect* terjadi pada beberapa proses diantaranya:
  - a) Proses pengambilan mobil di area penyimpanan open yard
  - b) Proses pengecekan kondisi mobil
  - c) Proses *loading* atau proses muat mobil ke dalam truk *car carrier*
  - d) Proses *delivery*
  - e) Proses *Unloading* atau proses bongkar mobil dari truk *car carrier*
2. jenis-jenis *defect* tersebut: baret sebanyak 244 mobil (60%), bocel 85 mobil (20%), penyok 37 mobil (11%), dan lain-lain 32 mobil (9%).
3. faktor-faktor penyebab setiap jenis *defect* adalah sebagai berikut:
  - a) *Defect* baret disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: lolos check saat mengambil unit di area storage yang disebabkan oleh debu yang menempel tidak dapat dibersihkan secara maksimal, tergores benda kasar seperti kancing baju, kuku, cincin, gelang pada saat pengecekan, tergores bagian truk *car carrier* pada saat *loading*, tergores ranting pohon diperjalanan, tergores bagian truk *car carrier* pada proses *unloading*.
  - b) *Defect* bocel disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: pada proses *loading* mobil terbentur bagian truk *car carrier*, pada saat diperjalanan mobil terkena pentalan benda dijalan, pada proses *unloading* mobil terbentur truk *car carrier*
  - c) *Defect* penyok memiliki faktor yang hampir sama oleh *defect* bocel yaitu: pada proses *loading* mobil terbentur bagian truk *car carrier*, pada saat diperjalanan mobil terkena pentalan benda dijalan, pada proses *unloading* mobil terbentur truk *car carrier*
  - d) *Defect others* atau *defect* lainnya sebagian besar disebabkan oleh faktor human error.
4. Setelah dilakukan perbaikan menggunakan alat pengendali mutu dan Peta Aliran Proses diketahui jumlah pengiriman dari bulan Januari – Juni 2018 adalah 6.917 mobil dan mobil yang mengalami *defect* berjumlah 398 mobil (5,75%) Setelah dilakukan perbaikan *defect* setiap bulannya terus menurun tercatat bulan September – Oktober 2018 jumlah pengiriman 3.291 mobil dan mobil yang mengalami *defect* berjumlah 40 mobil (1,21%). *Defect* dapat diminimalisir sebesar 4,53%.

### 4. SARAN

1. Perusahaan perlu melakukan monitoring yang ketat untuk dapat menjaga kualitas kinerja dan memperhatikan faktor-faktor yang berpotensi menyebabkan *defect* agar dapat lebih awal mengetahui dan mencegah terjadinya *defect*. Dengan demikian perusahaan dapat melakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi mobil *defect* pada saat pengiriman.
2. Mengadakan pelatihan berkala kepada fieldman dan driver untuk meresh dan mengkalibrasi kinerja agar lebih peduli pada proses dan kualitas.

### DAFTAR PUSTAKA

- Feigenbaum, Armand V. (1991). Total Quality Control. Trind Editions New York: McGraw Hill Inc.
- Gaspersz, Vincent (2001). ISO 9001:2000 and Continual Quality Improvement, Penerbit: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Heizer, Jay dan Render, Barry. 2006. Manajemen Operasi (Edisi 7). Penerbit: Salemba Empat, Jakarta.
- Mulyadi. (2005). Akuntansi Biaya, Edisi ke-5. Yogyakarta: STIE YKPN.
- Nasution, MN (2001). Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management), Edisi ke-2, Anggota IKPI. Penerbit: Ghalia Indonesia, Jakarta.

- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra R, dan Tjakraatmadja H. J. (2006). Teknik Perancangan Sistem Kerja, Edisi ke-2, Penerbit: Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sutalaksana I. Z., Anggawisastra R, dan Tjakraatmadja H. J. (1979). Teknik Tata Cara Kerja. Penerbit: Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Tjiptono, Fandy & Anastasia Diana. (2003). Total Quality Management, Edisi Revisi. Penerbit: Andi, Yogyakarta
- Diniaty dan Sandi (2016), Jurnal Teknik Industri. UIN Suska. ISSN: 2460-898X. (2016). Volume 2 No. 2. Analisa Kecacatan Produk Tiang Listrik Beton Menggunakan Metode Seven Tools dan New Seven Tools (Studi Kasus: PT. Kunango Jantan).
- Fajrah. N., & Putri, N.T., Jurnal Optimasi Sistem Industri. e-ISSN: 2442-8795. (2016). Volume 15 No. 2. Analisis Penggunaan Alat dan Teknik Pengendalian Mutu Dalam Penerapan Sistem Manajemen Mutu Pada Perusahaan Karet Bersertifikat ISO 9001:2008.
- Herdiana, D.S. Seminar Nasional Teknologi. ISSN: 2407 – 7534. (2015). Pengendalian Kualitas Produk Kerupuk Bawang Untuk Mengurangi Jumlah Produk Cacat Di UD. Kalirejo Kabupaten Banyuwangi.
- Sulaeman, Jurnal Pasti, e-ISSN: 2598-4853. (2014). Volume VIII No. 1, 71 – 95. Analisa Pengendalian Kualitas Untuk mengurangi Produk Cacat Speedometer Mobil Dengan Menggunakan Metode QCC di PT INS.
- Yuliasih, N. K., Jurnal Pendidikan Ekonomi Undiksha. e-ISSN: 2599-1426. (2014). Volume 4 No. 1. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Pada Perusahaan Garmen Wana Sari Tahun 2013.

## PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI SAK SEMEN DENGAN METODE TAGUCHI DI PT XYZ

Muhamad Pauzi (1), Ismail Kurnia (2), Vera Nova L Raja (3)

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana

Email : [Pauziicord@gmail.com](mailto:Pauziicord@gmail.com)

### ABSTRAK

Mengutamakan kualitas untuk memenuhi kebutuhan dan keperluan setiap konsumen memberikan dampak terhadap persaingan bisnis. Pengendalian kualitas dengan metode taguchi bertujuan untuk mendapatkan hasil produk yang diharapkan pada faktor-faktor yang berpengaruh untuk dapat mengetahui nilai pengaruh dari faktor Air flow slide, putaran mesin, tekanan angin. Selanjutnya dengan Metode taguchi didapat ranking faktor putaran mesin 9,57%, Air flow slide 15,27%, dan Tekanan angin pin tube 75,15%. Dengan percobaan yang dilakukan didapat kondisi optimal dari setting mesin ventomatic yaitu Air flow slide 100Kw, Putaran mesin 15 det, dan Tekanan angin pin tube sebesar 5 bar. Setting dari percobaan pertama memberikan kerugian sebesar Rp 110.893,125 kemudian dengan perhitungan *Loss Function* pada kondisi optimal dihasilkan biaya kerugian sebesar Rp 39.416,475. Sehingga *Loss function* yang dihasilkan kondisi optimal dapat memberikan efisiensi sebesar 64,45%. Metode Taguchi ini memiliki kelebihan yang sangat baik untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh, sehingga dapat menjadi Setting kontrol dalam produksi.

**Kata kunci:** Metode Taguchi, Kualitas, *Seven tools*.

### ABSTRACT

*Prioritizing quality to meet the needs and needs of each consumer has an impact on business competition. Quality control with the Taguchi method aims to get the expected product results on the influential factors to be able to find out the value of the influence of the Air flow slide factor, engine speed, wind pressure. Furthermore, the taguchi method obtained a ranking of engine speed 9.57%, Air flow slide 15.27%, and pin tube wind pressure 75.15%. With the experiments carried out the optimal conditions obtained from the ventomatic engine setting are 100Kw Air flow slide, 15 sec engine rotation, and 5 pin bar tube wind pressure. The setting of the first turban gives a loss of Rp. 110,893,125 then with the calculation of the Loss Function at optimal conditions a loss of Rp. 39,416,475 is generated. So that the loss function produced by optimal conditions can provide efficiency of 64.45%. This Taguchi method has a very good advantage to know the factors that influence, so it can be a control setting in production.*

**Keyword:** Taguchi Method, Quality, *Seven tools*.

### 1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur saat ini sangat mengutamakan kualitas untuk memenuhi kebutuhan dan keperluan setiap konsumen dari hasil produk yang dihasilkan. Hal tersebut memberikan dampak terhadap persaingan bisnis yang semakin tinggi dan tajam, sehingga perusahaan harus memiliki keunggulan kompetitif untuk menghadapi persaingan tersebut.

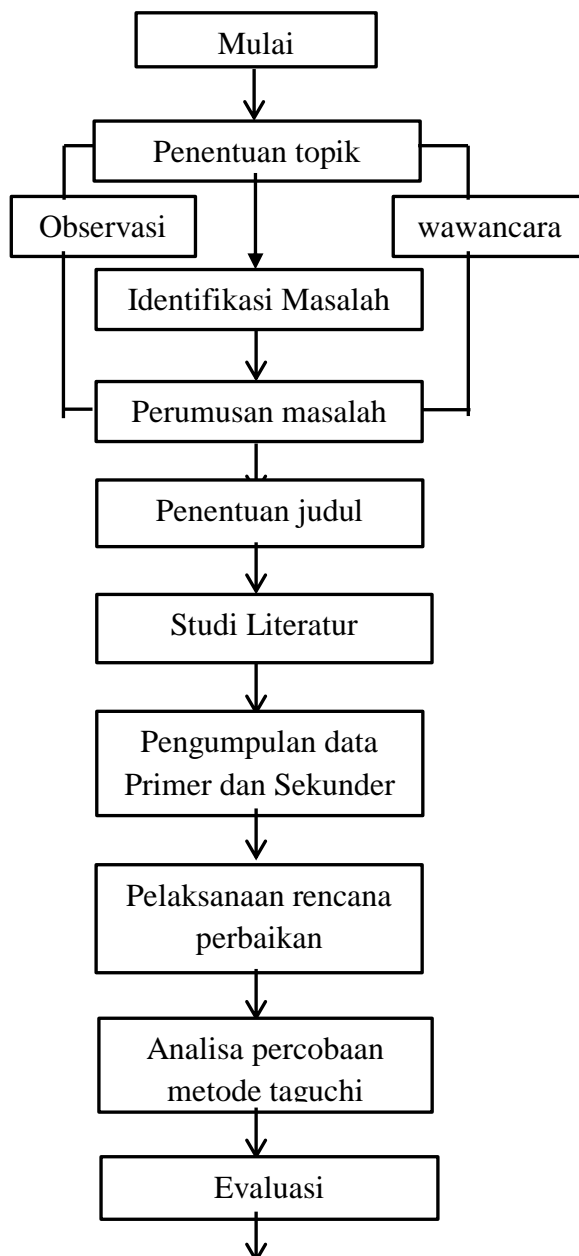
Salah satu cara agar bisa memenangkan kompetisi dan bertahan di dalam kompetisi tersebut adalah dengan memberikan perhatian lebih intens terhadap kualitas yang di jalankan di perusahaan. Sehingga bisa menghasilkan produk yang baik dan dapat mengungguli produk yang dihasilkan dari kompetitor sejenis.

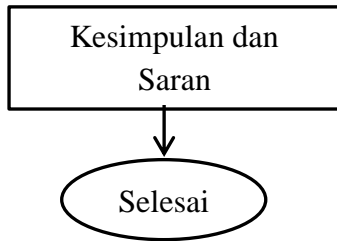
PT XYZ adalah perusahaan produsen semen di Indonesia yang memiliki beberapa varian produk seperti semen curah, semen jumbo, dan sak semen yang pemasarannya mencakup seluruh wilayah di Indonesia. Untuk memberikan pelayanan yang baik dari hasil produk yang di hasilkan maka, perusahaan sangat mengutamakan sekali terhadap kualitas dari hasil produksi yang dihasilkan. Salah satu dari beberapa jenis produk yang dihasilkan yakni “Sak semen” memiliki tingkat *reject* yang cukup tinggi.

Reject yang dihasilkan yakni *Broken sak*, yang terjadi pada mesin *Ventomatic*.

Faktor – faktor yang dapat menyebabkan terjadinya broken sak antara lain Mesin Ventomatic (Putaran mesin sekali rotasi & Tekanan angin terhadap Pin Tube), Material (Flow Air Slade). Dari faktor-faktor tersebut dapat di lakukannya *setting level* optimal untuk mendapatkan hasil produk yang diharapkan dan mengurangi tingkat broken sak yang berlebih. Permasalahan ini dapat dilakukan pendekatan Metode Taguchi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN



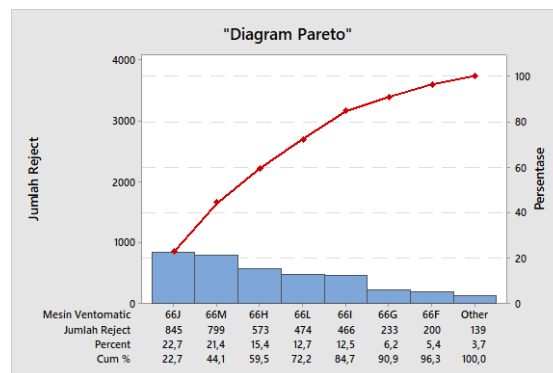


**Check Sheet**

Lembar periksa adalah formulir yang dirancang untuk mencatat data. Dalam banyak kasus pencatatan dilakukan sehingga pola dengan mudah terlihat sementara data sedang diambil. Lembar pemeriksa membantu analis menemukan fakta atau pola yang mungkin dapat membantu analisis.

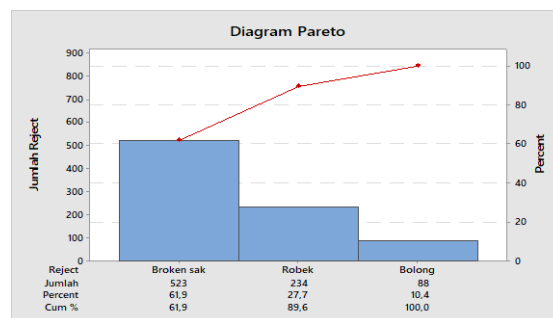
**Pareto Diagram**

Grafik Pareto adalah metode dalam mengorganisasikan kesalahan atau cacat untuk membantu fokus atas usaha penyelesaian masalah. Mereka adalah berdasarkan pada pareto vilfredo, ekonomis pada abad ke-19. Joseph M. Juran mempopulerkan kerjaan pareto saat ia menyarankan sebesar 80% dari masalah kantor yang dihasilkan hanya sebesar 20% dari penyebab. Analisis pareto mengindikasikan masalah diman yang memberikan hasil terbesar. Pareto diagram digunakan untuk melihat bagaimana persentase terbesar, kemudian persentase kumulatifnya, sehingga dapat diketahui pada kasus cacat mana yang lebih mendapat perhatian.



**Gambar 3.3** Diagram pareto Jumlah Reject pada mesin Ventomatic

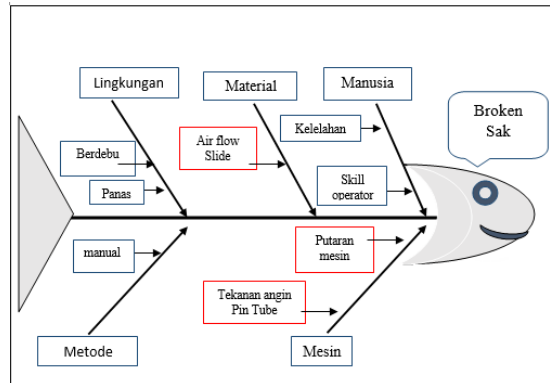
Setelah didata dalam pengecekan setiap bulannya, maka di dapat reject terbanyak pada mesin ventomatic 66J. Maka perlu didata penyebab apa saja reject pada mesin ventomatic 66J. Dan setelah didata penyebab terbanyak pada mesin ventomatic 66J adalah broken sak untuk itu dilakukanlah percobaan pengendalian kualitas dalam Taguchi untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk dengan karakteristik yang di teliti yakni adalah jumlah broken sak.



**Gambar 3.5** Pareto Chart

**Cause and Effect diagram**

Diagram penyebab dan efek juga dikenal dengan diagram ishikawa atau diagram fish-bone. Memulainya dengan empat kategori: Material, mesin, tenaga kerja, dan metode. Keempat M ini adalah penyebab. Mereka memberikan daftar periksa yang bagus untuk analisis permulaan. Penyebab individu yang berkaitan dengan masing-masing kategori terikat dalam tulang yang terpisah sepanjang cabang, terkadang melalui proses curah gagasan (*Brainstorming*).



**Gambar 3.6** Diagram Fishbone Broken Sak

Pada Diagram fishbone diatas dapat dilihat beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya Reject Broken Sak seperti manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan yang saling berkaitan satu dengan yang lain.

**Orthogonal Array**

Penentuan Faktor dan level berdasarkan setting faktor yang ada paada mesin *Ventomatic* di PT XYZ. Karakteristik Kualitas yang digunakan pada penelitian ini adalah *Smaller the Better*, faktor dan level faktor yang digunakan dapat dilihat dibawah ini.

**Tabel 3.4** Kondisi faktor Reject dari perusahaan

NO	FAKTOR KONTROL	LEVEL 1
1	Air Flow Slide	100 Kw
2	Putaran Mesin	14 det
3	Tekanan Angin pin tube	5 bar

**Tabel 3.5** Kondisi faktor Riject Usulan

NO	FAKTOR KONTROL	LEVEL 2
1	Air Flow Slide	90 Kw
2	Putaran Mesin	15 det
3	Tekanan Angin pin tube	4.8 bar

Pengamatan yang dilakukan Pada faktor A adalah Air Flow Slide dengan 100Kw dan 90 Kw, Putaran mesin 14 det dan 15 det, dan Tekanan Angin Pin Tube sebesar 5 bar dan 4,8 bar. Dengan kombinasi seperti dibawah ini.

Tabel 3.6 Orthogonal Array L4 ( OA L4 )

Percobaan	FAKTOR KONTROL		
	Air Flow Slide	Putaran Mesin	Tekanan Angin Pin Tube
NO	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

Setelah dilakukan hasil percobaan dengan kombinasi 2 level 3 faktor maka, didapat nilai jumlah reject pada percobaan pertama dan kedua. seperti terlihat dibawah ini:

Tabel 3.9 Data Hasil percobaan dua kali pengulangan terhadap kondisi pertama

PERCOBAAN	FAKTOR-FAKTOR			Broken Sak	
	Air Flow Slide	Putaran Mesin	Tekanan Angin Pin Tube	Y1 Tanggal 14/11/18	Y2 Tanggal 15/11/18
NO	A	B	C	Jumlah	Jumlah
1	1	1	1	34	30
2	1	2	2	35	36
3	2	1	2	45	46
4	2	2	1	35	33

**Perhitungan Mean percobaan Taguchi**

Mean Perhitungan ini dilakukan untuk dapat nilai rata-rata dari faktor yang mempengaruhi nilai rata-rata responnya.

Perhitungan pada faktor Air Flow Slide

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^r yi}{r}$$

$$A1 = \frac{34+30+35+36}{4} = 33,75$$

$$A2 = \frac{45+46+35+33}{4} = 39,75$$

Untuk faktor B dan C dengan Rumus perhitungan yang sama Maka, didapat hasil perhitungan lengkapnya sebagai berikut:

**Tabel 3.10** Nilai rata-rata karakteristik faktor

PERCOBAAN	Air Flow Slide	Putaran Mesin	Tekanan Angin Pin Tube
	A	B	C
LEVEL 1	33,75	38,75	33,00
LEVEL 2	39,75	34,75	40,50
SELISIH	6,00	4,00	7,50
RANK	2	3	1

**Analisis Hasil percobaan**

Analisis Variansi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar relatif dari faktor yang di teliti dan berapa setting optimal pada Mesin Ventomatic.

1. Melakukan penjumlahan total dari data hasil percobaan (T)

$$T = y_1 + y_2 + y_3 \dots n$$

$$T = 34 + 35 + 45 + 35 + 30 + 36 + 46 + 33 = 294$$

2. Melakukan langkah Correction Factor (CF)

$$CF = \frac{T^2}{N}$$

$$CF = \frac{294^2}{8} = \frac{86436}{8} = 10804,50$$

3. Melakukan Total Jumlah Kuadran (SS<sub>T</sub>)

$$SST = \sum_{i=1}^N y_i^2 - CF$$

$$SS_T = 34^2 + 35^2 + 45^2 + 35^2 + 30^2 + 36^2 + 46^2 + 33^2 - (CF)$$

$$SS_T = 11032,00 - 10804,50 = 227,50$$

4. Jumlah Kuadran Faktor Utama

$$SS_A = \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} - CF$$

$$SS_A = \frac{(34+35+45+35)^2}{4} + \frac{(30+36+46+33)^2}{4} - 10804,50$$

$$SS_A = 5550,25 + 5256,25 - 10804,50 = 2,00$$

5. Perhitungan derajat kebebasan *degrees of freedom (dof)*.

Faktor A = a-1 = 2-1=1

Faktor B = b-1 = 1

Faktor C = (a-1) (a-1) = 1x1 = 1

Faktor Error = {ab(n-1)} = {2x2(2-1)} = 4

6. Perhitungan rata-rata kuadran/ *Mean Of Square*

$$MS_A = \frac{SS_A}{VA}$$

$$MS_A = \frac{SS_A}{U_A} = \frac{2,00}{1} = 2,00$$

7. Perhitungan Error *Sum of Square* (SS) error

$$SS_{\text{error}} = SST - (\sum SS_{\text{faktor yang diteliti}})$$

$$SS_T = \sum_{i=1}^N y_i^2 - CF$$

$$SS_T = 11032,00 - 10804,50 = 227,50$$

$$\text{Maka, } SS_T - SS_{\text{faktor}} = 227,50 - 146,50 = 81,00$$

8. Perhitungan Rasio Faktor

$$MSA = \frac{MSA}{MSe}$$

$$FA = \frac{MSA}{MSe}$$

$$FA = \frac{2,00}{20,25} = 0,10$$

Setelah dilakukan perhitungan pada faktor A dengan perhitungan yang sama untuk faktor B dan C maka, didapat perhitungan lengkapnya seperti dibawah ini:

**Tabel 3.11** Rata-rata Karakteristik Jumlah Broken sak dalam ANOVA

Sumber	Sum of Square SS	Degrees of freedom DOF	Mean of square MS	Fhitung
A	2,00	1,00	2,00	0,10
B	32,00	1,00	32,00	1,58
C	112,50	1,00	112,50	5,55
Error	81,00	4,00	20,25	
SST	227,50	7,00		

Dari Tabel 3.11 maka dapat ditarik kesimpulan.

H0 : Tidak ada pengaruh pada faktor A dan B terhadap hasil Eksperimen.

H1 : ada pengaruh pada faktor C terhadap hasil eksperimen.

1. H0 : FA lebih kecil dari F tabel  $0,10 < 5,14$

2. H0 : FB lebih kecil dari F tabel  $1,58 < 5,14$

3. H0 : FC lebih besar dari F tabel  $5,55 > 5,14$

### Interpretasi Hasil Percobaan

Interpretasi ini dilakukan dengan menggunakan presentase kontribusi. Presentase kontribusi merupakan nilai porsi dari masing-masing faktor dan interaksi terhadap faktor yang signifikan terhadap total variansi yang diamati.

$$SS_a = SS_A - (V_A) \cdot (MSe)$$

$$SS_a = SS_A - (V_A) \cdot (MSe)$$

$$= 2,00 - (1) \cdot (20,25) = -18,25$$

$$SS_b = SS_B - (V_B) \cdot (MSe)$$

$$= 32,00 - (1) \cdot (20,25) = 11,75$$

$$SSc = SS_C - (V_A) \cdot (MSc)$$

$$= 112,50 - (1) \cdot (20,25) = 92,25$$

Hasil perhitungan persentasi kontribusi selanjutnya adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{SS'A}{SS'T} \times 100\%$$

$$Pa = \frac{SS'A}{SS'T} \times 100\%$$

$$= \frac{(-18,25)}{122,75} \times 100\% = 15,27\%$$

$$Pb = \frac{SS'B}{SS'T} \times 100\%$$

$$= \frac{11,75}{122,75} \times 100\% = 9,57\%$$

$$Pc = \frac{SS'C}{SS'T} \times 100\%$$

$$= \frac{92,25}{122,75} \times 100\% = 75,15\%$$

Maka, dari hasil perhitungan yang dilakukan dapat dilihat seperti pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.13** Hasil perhitungan persentase kontribusi

Sumber	Sum of Squire SS	DegreesOf Freedom Dof	Mean of Square MS	Fhitung	SS'	Persentase
A Air Flow Slide	2,00	1,00	2,00	0,10	-18,75	15,27%
B Putaran Mesin	32,00	1,00	32,00	1,58	11,75	9,57%
C Tekanan Angin pin tube	112,50	1,00	112,50	5,55	92,25	75,15%
E (POOLED)	81,00	4,00	20,25			
SST	227,50	7,00				

Hasil dari perhitungan kontribusi pada Tabel 3.13 dapat terlihat bahwa faktor Tekanan Angin Pin tube mempunyai pengaruh sebesar 75,15% terhadap jumlah reject Broken sak. Sedangkan untuk Air flow slide 15,27% dan Putaran Mesin Sebesar mempunyai pengaruh terkecil dengan 9,57%.

#### Selang Kepercayaan dan Kontribusi

selang kepercayaan dan prediksi dilakukan untuk menguji setting level optimal, dimana dari hasil percobaan Selang kepercayaan diharapkan mendapatkan hasil range yang dilakukan dalam percobaan Mean dan S/N rasio.

Percoobaan Selang kepercayaan dan prediksi untuk menguji nilai setting level optimal yang didapat dan berpengaruh secara signifikan terhadap rata-rata terjadinya broken sak.

Perhitungan Pada Mean

**Tabel 3.15** Respons Means

(A) AIR FLOW SLIDE	(B) PUTARAN MESIN	(C) TEKANAN ANGIN PIN TUBE
33,75	38,75	33,0
39,75	34,75	40,5

$$M = \frac{33,75+39,75+38,75+34,75+33,00+40,50}{6} = 36,75$$

$$\mu_{A1B2C1} = M(A1-M) + (B2-M) + (C1-M)$$

$$= 36,75 + (33,75 - 36,75) + (34,75 - 36,75) + (33,00 - 36,75)$$

$$= 36,75 + (-3) + (-2) + (-3,75) = 28$$

Diketahui:  $F(0,05;2,6) = 5,14$   $Mse = 20,25$

$$n_{eff} = \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{Jumlah derajat kebebasan perkiraan rata-rata}}$$

$$= \frac{12}{1 + (1+1+1)} = 3$$

$$CI = \sqrt{F(0,05;2,6) \times MSe \times \left(\frac{1}{n_{eff}}\right)}$$

$$CI = \pm \sqrt{5,14 \times 20,25 \times \frac{1}{3}} = \pm 5,89$$

$$\mu_{prediksi} - CI \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI$$

$$28,00 - 5,89 \leq \mu_{prediksi} \leq 28,00 + 5,89$$

$$22,11 \leq \mu_{prediksi} \leq 33,89$$

Perhitungan pada S/N Rasio

**Tabel 3.16** Respons S/N Rasio

(A) AIR FLOW SLIDE	(B) PUTARAN MESIN	(C) TEKANAN ANGIN PIN TUBE
30,56	31,64	30,38
31,90	30,82	32,08

$$M = \frac{30,56+31,90+31,64+30,82+30,38+32,08}{6} = 31,23$$

$$\mu_{A1B2C1} = M(A2-M) + (B2-M) + (C2-M)$$

$$= 31,23 + (31,90 - 31,23) + (30,82 - 31,23) + (32,08 - 31,23)$$

$$= 31,23 + (0,67) + (0,59) + (0,85) = 33,34$$

Diketahui:  $F(0,05;2,6) = 5,14$   $Mse = 4,00$

$$n_{eff} = \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan perkiraan rata-rata}} = \frac{12}{1 + (1+1+1)} = 3$$

$$CI = \sqrt{F(1 \text{ dofe: } a) \times MSe \times \left(\frac{1}{n_{eff}}\right)}$$

$$CI = \pm \sqrt{5,14 \times 4,00 \times \frac{1}{3}} = \pm 6,85$$

$$\mu_{prediksi} - CI \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI$$

$$33,34 - 6,85 \leq \mu_{prediksi} \leq 33,34 + 6,85$$

$$26,49 \leq \mu_{prediksi} \leq 40,19$$

**Tabel 3.17** Prediksi dan selang kepercayaan

Respon		Prediksi	CI	Selang kepercayaan
Percobaan	Mean	28	$\pm 5,89$	$22,11 \leq \mu_{prediksi} \leq 33,89$
Taguchi	S/N	33,34	$\pm 6,85$	$26,49 \leq \mu_{prediksi} \leq 40,19$

**Konfirmasi**

Percobaan konfirmasi dilakukan untuk dapat menguji nilai prediksi setting level faktor optimal dan diharapkan hasil percobaan mendekati hasil prediksi yang ada. Setting level optimal dinyatakan memenuhi syarat jika hasil prediksi dapat di uji oleh percobaan konfirmasi.

$$CI = \pm \sqrt{F(1 \text{ dofe: } a) \times MSe \times \left[\left(\frac{1}{n_{eff}}\right) + \left(\frac{1}{r}\right)\right]}$$

Diketahui:  $F(0,05;2,6) = 5,14$   $Mse = 20,25$

$$CI = \pm \sqrt{5,14 \times 20,25 \times \left[\frac{1}{3} + \frac{1}{4}\right]}$$

$$CI = \pm \sqrt{5,14 \times 20,25 \times 0,58}$$

$$CI = \pm \sqrt{60,37} = \pm 7,77$$

Interval kepercayaan untuk rata-rata adalah:

$$27,25 - 7,77 \leq \mu_{konfirmasi} \leq 27,25 + 7,77$$

$$19,48 \leq \mu_{konfirmasi} \leq 35,22$$

Interval kepercayaan rasio S/N eksperimen konfirmasi adalah sebagai berikut:

$$CI = \pm \sqrt{F(1 \text{ dofe: } a) \times MSe \times \left[\left(\frac{1}{n_{eff}}\right) + \left(\frac{1}{r}\right)\right]}$$

Diketahui:  $F(0,05;2,6) = 5,14$   $Mse = 4,00$

$$CI = \pm \sqrt{5,14 \times 4,00 \times \left[\frac{1}{3} + \frac{1}{4}\right]}$$

$$CI = \pm \sqrt{5,14 \times 4,00 \times 0,58}$$

$$CI = \pm\sqrt{11,92} = \pm 3,45$$

Interval kepercayaan untuk S/N adalah:

$$29,16 - 3,45 \leq S/N_{konfirmasi} \leq 29,16 + 3,45$$





$$25,71 \leq S/N_{konfirmasi} \leq 32,61$$

**Tabel 3.21** Perhitungan konfirmasi

Respon		Konfirmasi	CI	Selang kepercayaan
Percobaan Taguchi	Mean	27,25	±7,77	$19,48 \leq \mu_{konfirmasi} \leq 35,22$
	S/N	33,34	±3,45	$25,71 \leq S/N_{konfirmasi} \leq 32,61$

Maka, didapat tabel perbandingan percobaan konfirmasi dengan percobaan prediksi kondisi optimal. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini:


**Tabel 4.6** Perbandingan hasil konfirmasi dengan prediksi kondisi optimal

Rata-rata Mean	Percobaan konfirmasi	19,48  35,22
	Percobaan prediksi	22,11  33,89
S/N Rasio	Percobaan konfirmasi	25,71  32,61
	Percobaan prediksi	26,49  40,19

**Loss Function**

Loss Function pada kondisi awal dan dapat dihitung dengan perhitungan seperti dibawah ini untuk mendapatkan nilai efisiensi yang diharapkan.

Perhitungan pada kondisi awal

Ao = Rp. 5.250  Harga untuk satuan sak semen

$$K = \frac{Ao}{\Delta^2} = \frac{5.250}{10^2} = 52,50$$

$$L(y) = k (y^2 + S^2)$$


$$L(y) = 52,50 (37,25^2 + 26,92^2)$$

$$L(y) = 52,50 (1387,56 + 724.69)$$

$$L(y) = 52,50 (2112,25)$$

$$L(y) = \text{Rp.}110.893,125$$

Perhitungan pada kondisi Optimal

Ao = Rp. 5.250  Harga untuk satuan sak semen

$$K = \frac{Ao}{\Delta^2} = \frac{5.250}{10^2} = 52,50$$

$$L(y) = k (y^2 + S^2)$$

$$L(y) = 52,50 (27,25^2 + 2,92^2)$$

$$L(y) = 52,50 (742,56 + 8,53)$$

$$L(y) = 52,50 (750,79)$$

$$L(y) = \text{Rp.}39.416,475$$

Dari hasil perhitungan kondisi awal dan optimal maka, dapat dilihat Loss Function pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.10 Loss function

Karakteristik Kualitas	Kondisi Awal	Kondisi Optimal	Efisiensi
Broken Sak	Rp.110.893,125	Rp.39.416,475	Rp.71.476,65

$$\begin{aligned} \text{Persentase Efisiensi} &= \frac{\text{efisiensi}}{\text{kondisi awal}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp.71.476,65}}{\text{Rp.110.893,125}} \times 100\% \end{aligned}$$

Persentase Efisiensi = 64,45%

Dari hasil yang didapat diatas bahwa nilai efisiensi kerugian terhadap kualitas Broken sak adalah sebesar Rp. 71.476,65 atau sebesar 64,45%.

### 3. KESIMPULAN

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya broken sak adalah:
  - a. Faktor Manusia dimana skill operator dan kelelahan menjadi faktor yang mempengaruhi terjadinya broken sak.
  - b. Faktor mesin dimana Tekanan Angin mempengaruhi terjadinya broken sak pada kondisi awal dengan persentase sebesar 75,15% dan Putaran mesin dengan persentase sebesar 9,57%.
  - c. Faktor Material dimana pada kondisi awal Air flow slide mempengaruhi terjadinya broken sak dengan persentase sebesar 15,27%.
  - d. Faktor lingkungan dimana kondisi yang berdebu dan panas menyebabkan konsentrasi yang menurun dari operator hingga mempengaruhi terjadinya broken sak.
  - e. Faktor metode dimana kondisi pekerjaan yang masih dalam keadaan manual menyebabkan terjadinya broken sak.
2. Berdasarkan observasi setting level optimal yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:
  - a. Air flow slide A1 dengan setting level 100Kw
  - b. Putaran mesin B2 dengan setting level 15 det
  - c. Tekanan angin pin tube C1 dengan setting level 5 bar
3. Hasil kerugian yakni *Loss Function*, pada kondisi awal menghasilkan biaya sebesar Rp.110.893,125 kemudian pada kondisi optimal di dapat penghematan sebesar Rp.39.416,475 Maka, nilai efisiensi yang diperoleh adalah sebesar Rp.71.476,65 dengan besaran persentase 64,45%.

### DAFTAR PUSTAKA

Gaspersz, vincent. 2008 Total Quality Management Cetakan kelima. Jakarta: Gramedia pustaka.

Heizer & Render, 2015 Manajemen Operasi-manajemen keberlangsungan dan rantai pasokan. Jakarta: salemba empat.

Purnomo, Hari. 2014 Pengantar Teknik Industri. Edisi kedua. Cetakan ke 4. Yogyakarta: graha ilmu.

Soejanto, Irwan. 2009 Desain Eksperimen dengan metode Taguchi. Edisi pertama. Cetakan pertama. Yogyakarta: graha ilmu.

Widha,nasir setyanto. 2017 teori dan aplikasi desain eksperimen Taguchi UB press.

Bakhtiar, S, Amri dan Safiatullah. 2014 Analisis pengendalian kualitas produk batako dengan menggunakan metode Taguchi. Aceh Jurnal Malikussaleh Industrial Engineering Vol.3, No 2 hal:47-53.

Irawan, ade, Muallif, M dan N, Rahman. 2018 Analisis pengendalian kualitas proses stamping part 16334f dengan penerapan metode Tahuchi, Di PT Surya Toyo Indonesia, Tbk. Jurnal Teknik Industri Pamulang. JITMI Vol.1 Nomer 1 hal74-84.

Sulistyaningsih, Endang, Syahri, M dan Rachmawati lucitasari, Dyah. 2018 Penentuan kombinasi kromium-gambir terhadap kekuatan tarik pada proses penyamakan kulit ikan talang-talang (Queen fish) dengan metode taguchi. Jurnal optimasi Sistem Industri. Vol 11 No.1hal19-27.

Telaumbanua, Adventhinus, Siregar Karawita dan Sarma sinaga, Tuti. 2013 Analisis pengendalian kualitas dengan pendekatan metode Taguchi pada PT Asahan Crumb Rubber. e-Jurnal Teknik Industri FT USU Vol 3 No.5 hal1-7.

# PERENCANAAN ULANG LAYOUT WAREHOUSE PACKAGING MATERIAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE DEDICATED STORAGE DI PT.XYZ

Syahdan Fatahilah (1), Florida Butarbutar (2), Hendro Susiyanto (3)

*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana*

*Email : [syahdan.fatahilah3@gmail.com](mailto:syahdan.fatahilah3@gmail.com)*

## ABSTRAK

PT. XYZ adalah produsen sabun, detergen dan pembalut di Indonesia yang mempunyai 3 produk yang sangat laris di pasar Indonesia. Dari pengamatan yang dilakukan dalam penempatan material, masih belum teratur atau masih kurang rapih, sehingga hal seperti ini menyebabkan ke tidak efektifan kerja dalam proses keluar masuknya material. Permasalahan yang ada di PT. XYZ saat ini adalah tidak tertatanya penyusunan material, hal ini menjadi penghambat untuk menaruh dan mengirim material. *Allowance forklift* yang terlalu lebar sehingga pemanfaatan ruang menjadi sangat kurang efektif. Ada *line* yang tidak sesuai dengan *material handling* sehingga operator *forklift* sulit dalam melakukan proses pengambilan material dalam gudang. Dan material yang frekuensi keluar masuknya dari gudang seharusnya di tempatkan di dekat pintu keluar. Hal seperti ini sudah pasti menyebabkan *material handling* membutuhkan jarak tempuh yang lebih jauh dan sangat kurang efektif. Maka dari permasalahan yang terdapat di gudang *packaging material* saat ini perlu adanya perancangan ulang tata letak di gudang *packaging materia*. Dan permasalahan ini dapat di pecahkan permasalahan dengan menggunakan metode *Dedicated storage*.

**Kata kunci:** Tata letak gudang, Penataan gudang, *Dedicated storage*,

## ABSTRACT

*PT. XYZ is a manufacturer of soaps, detergents and sanitary napkins in Indonesia that have 3 products that are selling well in the Indonesian market. From the observations made in the placement of materials, it is still not regular or still not tidy, so things like this lead to ineffectiveness of work in the process of material entry and exit. Problems that exist in PT. XYZ is currently not regulating the preparation of materials, this is an obstacle to placing and sending material. Forklift allowance that is too wide so that space utilization becomes very less effective. There are lines that are not in accordance with material handling so that the forklift operator is difficult to process the material in the warehouse. And material whose frequency of entry and exit from the warehouse should be placed near the exit. Things like this certainly cause material handling to require further mileage and are very less effective. So from the problems found in the packaging material warehouse at this time there needs to be a redesign of the layout in the packaging materia warehouse. And this problem can be solved by using the Dedicated storage method.*

*Keywords: Warehouse layout, Warehouse arrangement, Dedicated storage,*

## 1. PENDAHULUAN

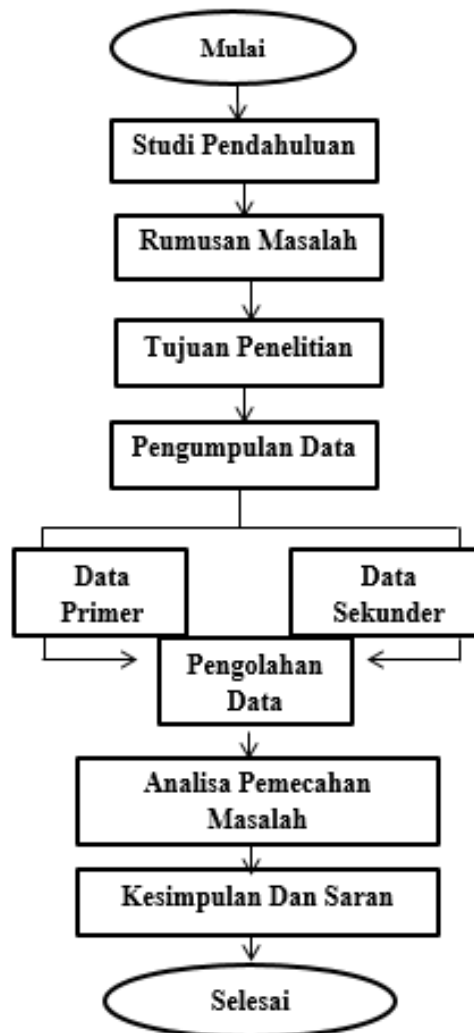
Perkembangan dunia industry yang sangat pesat dengan di ikuti perkembangan teknologi yang semakin maju menyebabkan permasalahan yang ada pada industri manufactur semakin kompleks. Salah satu masalah yang sering di jumpai dalam industri adalah masalah tata letak gudang material. Dimana gudang merupakan salah satu tempat penyimpanan bahan baku yang akan di proses, barang setengah jadi, dan barang jadi. Dalam industry manufactur sering terjadi permasalahan yang terletak pada pengaturan tata letak gudang material. Permasalahan ini tidak dapat di hindari, sekalipun hanya sekedar mengatur tata letak gudang

material. Tata letak gudang material yang tidak berdasarkan dari suatu perancangan yang baik, akan mengalami kesulitan dalam operasi proses keluar masuknya material dan tidak berdasarkan kapasitas gudang. Pengaturan gudang material yang baik di harapkan dapat menghindari kerugian perusahaan yang dapat menurunkan biaya oprasional dalam mempermudah proses pelayanan atau proses keluar-masuknya barang.

PT. XYZ adalah produsen sabun,detergen dan pembalut di Indonesia yang mempunyai 3 produk yang sangat laris di pasar Indonesia. Dari pengamatan yang dilakukan dalam penempatan material, masih belum teratur atau masih kurang rapih, sehingga hal seperti ini menyebabkan ke tidak efektifan kerja dalam proses keluar masuknya material. Permasalahan yang ada di PT. XYZ saat ini adalah tidak tertatanya penyusunan material, hal ini menjadi penghambat untuk menaruh dan mengirim material. *Allowance forklift* yang terlalu lebar sehingga pemanfaatan ruang menjadi sangat kurang efektif. Ada *line* yang tidak sesuai dengan *material handling* sehingga operator *forklift* sulit dalam melakukan proses pengambilan material dalam gudang. Dan material yang frekuensi keluar masuknya dari gudang seharusnya di tempatkan di dekat pintu keluar. Hal seperti ini sudah pasti menyebabkan *material handling* membutuhkan jarak tempuh yang lebih jauh dan sangat kurang efektif.

Maka dari permasalahan yang terdapat di gudang *packaging material* saat ini perlu adanya perancangan ulang tata letak di gudang *packaging material*-. Dan permasalahan ini dapat di pecahkan permasalahan denggan menggunakan metode *Dedicated storage*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN



### 3. TINJAUAN PUSTAKA

#### Tata Letak

Heizer dan Render (2009:532) mengatakan bahwa tata letak merupakan satu keputusan penting yang menentukan efisiensi sebuah operasi dalam jangka panjang. tata letak memiliki banyak dampak strategis karena tata letak menentukan daya saing perusahaan dalam segi kapasitas, proses, fleksibilitas, dan biaya, serta kualitas lingkungan kerja, kontak pelanggan, dan citra perusahaan. Tata letak yang efektif dapat membantu organisasi mencapai suatu strategi yang menunjang diferensiasi, biaya rendah, atau respon cepat. tujuan strategi tata letak adalah untuk membangun tata letak yang ekonomis yang memenuhi kebutuhan persaingan perusahaan.

Heizer dan Render (2009:532) mengatakan dalam semua kasus, desain tata letak harus mempertimbangkan bagaimana untuk dapat mencapai:

- a. Utilitas ruang, peralatan, dan orang yang lebih tinggi.
- b. Aliran informasi, barang, atau orang yang lebih baik.
- c. Moral karyawan yang lebih baik, juga kondisi lingkungan kerja yang lebih aman.
- d. Interaksi dengan pelanggan yang lebih baik.
- e. Fleksibilitas (bagaimanapun kondisi tata letak yang ada sekarang,tata letak tersebut akan perlu dirubah).

#### Fungsi Gudang

Tujuan dari adanya tempat penyimpanan dan fungsi dari pergudangan secara umum adalah memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang ada disamping memaksimalkan pelayanan terhadap pelanggan dengan sumber yang terbatas. Sumber daya gudang dan pergudangan adalah ruangan, Peralatan dan personil. Pelanggan membutuhkan gudang dan fungsi pergudangan untuk dapat memperoleh barang yang diinginkan secara cepat dan dalam kondisi yang baik. Maka dalam perancangan gudang dan sistem pergudangan diperlukan untuk hal-hal berikut menurut Purnomo (2004 :293):

1. Memaksimalkan penggunaan ruangan.
2. Memaksimalkan penggunaan peralatan.Memaksimalkan penggunaan tenaga kerja.
3. Memaksimalkan kemudahan dalam penerimaan seluruh material dan pengiriman barang.
4. Memaksimalkan perlindungan terhadap material.

#### Metodologi

Metode penelitian merupakan suatu cara berfikir yang di mulai dari menentukan suatu permasalahan, pengumpulan data baik melalui buku panduan maupun studi lapangan, melakukan penelitian berdasarkan data yang ada sampai dengan prnarikan kesimpulan dari permasalahan yang di teliti.



#### 4. PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data pada penelitian ini di lakukan dengan melakukan pengamatan langsung atau pengukuran langsung pada gudang *packaging material*, dan alat bantu ukur dan panduan dari pembimbing lapangan. Selain pengukuran langsung data juga di peroleh dari dokumen perusahaan seperti, jenis produk, data keluar masuknya *material*.

No	Nama Material
1	Botol Relax 100
2	Botol Relax 250
3	Botol Mild 100
4	Botol Mild 250
5	Botol White 100



Pada luas gudang saat ini adalah  $28m \times 65m = 1820m^2$ .

Dengan ukuran *line* saat ini  $2m \times 25m = 50m^2$  dan  $2m \times 8,5m = 17m^2$ .

Jarak antar *line* saat ini adalah 1,5m.

Jarak gang atau lintasan *forklift* sebesar 6m.

Luas area Karantina  $11m \times 8,5m = 93,5m^2$

Pada luas gudang saat ini terdapat jumlah 19 *line* dengan luas yang berbeda

Tabel Kebutuhan Ruang (*Space requirement*) Tiap Produk

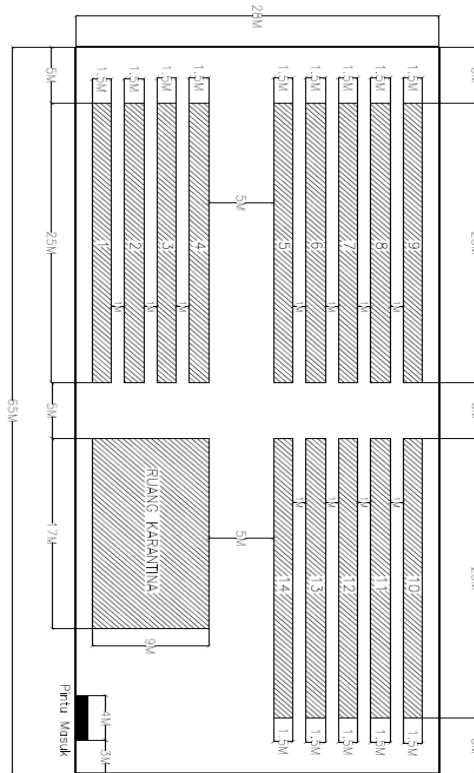
NO	Nama Material	Space Requirement (Line)
1	Botol Relax 100	1
2	Botol Relax 250	1
3	Botol Mild 100	1
4	Botol Mild 250	1
5	Botol White 100	1
6	Botol White 250	1
7	Botol Sakura 100	1
8	Botol Sakura 250	1
9	Botol Clear 100	1
10	Botol Clear 250	1
11	BotolAntiSeptic 100	1
12	BotolAntiSeptic 250	1
13	Botol Lively 100	1
14	Botol Lively 250	1
	<b>Total</b>	14

#### Rata-rata Pengiriman Produk

NO	Nama material	Satuan	Rata-rata pengiriman untuk produksi 1 bulan
1	Botol Relax 100	Pcs	52,662
2	Botol Relax 250	Pcs	42,512
3	Botol Mild 100	Pcs	36,756
4	Botol Mild 250	Pcs	50,552
5	Botol White 100	Pcs	60,275
6	Botol White 250	Pcs	52,394
7	Botol Sakura 100	Pcs	52,368
8	Botol Sakura 250	Pcs	52,662
9	Botol Clear 100	Pcs	60,396
10	Botol Clear 250	Pcs	52,901
11	BotolAntiSeptic 100	Pcs	45,567
12	BotolAntiSeptic 250	Pcs	55,767
13	Botol Lively 100	Pcs	46,253
14	Botol Lively 250	Pcs	45,934

Tabel *Troughput* Tiap Jenis Produk

No	Nama material	Rata-rata penerimaan	Rata-rata pengiriman	<i>Troughput</i> (aktivitas)
		Satuan Pcs	Satuan Pcs	
1	Botol Relax 100	108,208	52,662	29
2	Botol Relax 250	104,165	42,512	26
3	Botol Mild 100	103,538	36,756	25
4	Botol Mild 250	100,923	50,552	27
5	Botol White 100	94,355	60,275	28
6	Botol White 250	117,997	52,394	31
7	Botol Sakura 100	76,837	52,368	23
8	Botol Sakura 250	104,165	52,662	28
9	Botol Clear 100	95,317	60,396	28
10	Botol Clear 250	84,829	52,901	25
11	BotolAntiSeptic 100	117,167	45,567	29
12	BotolAntiSeptic 250	109,452	55,767	21
13	Botol Lively 100	101,948	46,253	27
14	Botol Lively 250	87,236	45,934	24



Pada luas gudang usulan adalah  $28m \times 65m = 1820m^2$ .

Dengan ukuran *Line* gudang usulan  $1,5m \times 25m = 37,5m^2$

Jarak antar *line* pada gudang usulan adalah 1,5m.

Jarak gang atau lintasan *forklift* sebesar 5m.

Luas area Karantina  $17m \times 9m = 153m^2$

*Layout* usulan dengan luas gudang  $182m^2$  dapat membuat 14 *line* dengan ukuran yang sama

**Tabel Waktu Memasukan Material Dari Karantina Ke *Line* pada *Layout* saat ini**

Line	Dari Karantina Menuju <i>Line</i>		
	Jarak (Meter)	Waktu (Menit)	Jarak/menit
1	2	2,52	1,26
2	3,5	2,26	0,64
3	5	3,30	0,66
4	6,5	3,55	0,54
5	8	4,10	0,52
6	9,5	4,48	0,47
7	22,5	7,22	0,32
8	21	6,32	0,30
9	15,5	6,55	0,42
10	15,5	6,59	0,42
11	17	6,45	0,37
12	18,5	7,48	0,40
13	20	8,44	0,42
14	9,5	5,28	0,55
15	8	4,10	0,51

16	6,5	3,51	0,54
17	5	3,40	0,68
18	3,5	2,15	0,61
19	2	2,19	1,09
<b>Total</b>			10,72

Tabel Waktu Memasukan Material Dari Karantina Ke *Line* pada *Layout* usulan

Line	Dari Karantina Menuju <i>Line</i>		
	Jarak (Meter)	Waktu (Menit)	Jarak/menit
1	37,5	1,25	0,33
2	36,5	1,15	0,31
3	35,5	1,10	0,30
4	34,5	1	0,28
5	30	1,5	0,5
6	36	1,10	0,30
7	37	1,17	0,30
8	38	1,22	0,32
9	39	1,29	0,33
10	16,5	0,49	0,29
11	15,5	0,45	0,29
12	14,5	0,30	0,20
13	13,5	0,25	0,18
14	5	0,20	0,4
<b>Total</b>			3,93

## 5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengumpulan data dan pengolahan data dengan metode *dedicated storage* di PT. XYZ pada gudang *packaging material* dapat di ambil beberapa kesimpulan antara lain.

1. Area karantina menjadi lebih luas menjadi 9m x 17m = 153 m<sup>2</sup> dapat menyimpan material lebih banyak.
2. *Line* material menjadi sesuai dengan jumlah *item* pada gudang dengan dimensi 1m x 25m = 25m<sup>2</sup>, sehingga material lebih tertata dengan rapih, secara otomatis aliran FIFO pun sudah berjalan dengan seharusnya dan memudahkan operator untuk menaruh dan mengambil material di gudang.
3. Jarak minimum untuk operator menaruh material pun lebih singkat dengan contoh material botol relax 100 yang semula 1,26 m/detik menjadi 0,33m. detik.
4. Dengan menggunakan *layout* usulan, material menjadi penempatan tetap(*fix location*)
5. Dengan penataan ulang *layout warehouse packaing* material dengan menggunakan *dedicated storage* dapat lebih maksimal untuk memanfaatkan luas gudang.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin Sukron dan Muhammad Khali , *Pengantar Teknik Industri*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2014
- Apple, James, *Tata Letak dan Pemandangan Bahan*, Edisi ketiga, Terjemahan Nurhayati M. T Mardionio, Institut Teknologi Bandung, Bandung 1990
- Francis, Richard L, Leon F, McGinnis, Jr. John A, *Facility Layout and Location An Analytical Approach*, Prentice Hall Incopration, New Jersy, 1992.
- Hadiguna, Rika Ampuh dan Setiawan Heri, *Tata Letak Pabrik*, Andi, Yogyakarta, 2008
- Heizer dan Render, *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*, Penerbit Salemba Empat, Jakarta 2009
- Purnomo Hari, *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*, Edisi Ke Satu, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2004
- Warman, John, *Manajemen Pergudangan*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta, 2004
- Prima Denny Sentia<sup>1</sup>, Suhendrianto<sup>1</sup>, Arif Rahman 2017 Perancangan Tata Letak Gudang Produk Menggunakan Metode *Dedicated Storage* 30 April 2017
- Irfan Hadi Permana<sup>1</sup>, Muhammad Adha Ilhami<sup>2</sup>, Evi Febianti<sup>3</sup> Jurnal *Relayout Tata Letak Gudang Produk Jadi Menggunakan Metode Dedicated Storage*, Vol.1, No.4, Desember 2013, pp.272-277 ISSN 2302-495X
- A. Vildha Efrataditama 1\*, S.Setio Wigati PERANCANGAN TATA LETAK GUDANG DENGAN METODE DEDICATED STORAGE DI TOKO LISTRIK ANUGRAH JAYA Seminar Nasional IENACO –201 SSN: 2337 –434



*Jurnal*  
**INDUSTRIKRISNA**



<b>Penanggung Jawab</b>	: Dr. Ir. Ayub Muktiono, M.SiP.
<b>Pimpinan Redaksi</b>	: Ir. Florida Butarbutar, M.T.
<b>Redaksi Ahli</b>	: Dr. Zefri, M.Si. : Dr. Suwanda, S.T, M.T. : Ir. Tri Ongko P, M.T. : Dr. Samuel Salean, M.Si. : Harjono P Putro, S.Kom, M.Kom
<b>Anggota Penyunting</b>	: Ismail Kurnia, S.T, M.T. : Yudi Sosialisman, S.T. M.T. : Hendro Susiyanto, S.T. M.T. : Ir. Japinal Sagala, M.M. : Mutoharoh, S.Pd, M.Si. : Johny Purnomo, S.T, M.T.
<b>Mitra Bestari</b>	: Dr. Ir. Harun Ar Rosyid, M.T.
<b>Editor/Layout</b>	: M. Syahri Nur Afif, S.T.
<b>Kesekretariatan</b>	: Dwi Octafiana, S.Sos, M.Si. : Rahima Azizatul Hikmawati, S. Kom
<b>Bendahara</b>	: Ir. Vera Nova Lumbanraja, M.T.
<b>Penerbit</b>	: Program Studi Teknik Industri
<b>Alamat Sekretariat</b>	: Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Tel.021-84998529 JAKARTA 13077 E-Mail : <a href="mailto:industry-unkris@gmail.com">industry-unkris@gmail.com</a>