

## PENGUKURAN LINE BALANCING DAN SIMULASI PROMODEL DI PT. CATERPILLAR INDONESIA

**Renty Anugerah Mahaji Puteri, Wiwik Sudarwati**

Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih

Tengah 27 Jakarta 10510

Email : [renty.puteri@gmail.com](mailto:renty.puteri@gmail.com), [wk\\_sudarwati@yahoo.com](mailto:wk_sudarwati@yahoo.com)

### Abstrak

P.T. Caterpillar Indonesia adalah suatu perusahaan yang sering disebut juga dengan nama PT. CIPT, yang bergerak di bidang industri otomotif khusus alat berat. Pada lanita produksi PT. CIPT terdapat proses produksi perakitan part dengan cara pengelasan, pada lini produksi khususnya *Department Fabrication* ada empat *Section Department* yaitu *Boom*, *Stick*, *Swing Frame* dan *Base Frame*. Pada proses *Swing Frame* akan dihitung keseimbangan lintasannya atau line balancing dengan urutan perhitungan adalah menghitung efisiensi lini, waktu mengangur, balance delay, smoothness index dan kapasitas produksi. Setelah dilakukan perhitungan didapat hasil efisiensi lini sebesar 58,25 %, *balance delay* 41,74%, *idle time* 592,3 menit, *smoothness index* 266,97 dan kapasitas produksi unit/hari/orang. Gambaran simulasi promodel didapat hasil 8 stasiun kerja, dengan utilization terhadap operator yang bekerja adalah sebesar 74.30%, Untuk area yang digunakan operator selama transportasi (In Travel To Use) didapatkan hasil keluaran sebesar 0,56%.

**Kata kunci:** *Balance Delay, Idle Time, Smoothness Index.*

### I. PENDAHULUAN

P.T. Caterpillar Indonesia adalah suatu perusahaan yang sering disebut juga dengan nama CIPT, yang bergerak di bidang industri otomotif khusus alat berat. Di Area Fabrikasi CIPT terdapat proses produksi perakitan part dengan cara pengelasan, pada lini produksi khususnya *Department Fabrication* ada empat *Section Department* yaitu *Boom*, *Stick*, *Swing Frame* dan *Base Frame*. Dalam kesehariannya pada proses *Swing Frame*, peneliti ingin mengetahui bagaimana keseimbangan lintasan proses produksi *Swing Frame*. Line Balancing adalah upaya untuk meminimumkan ketidakseimbangan di antara mesin-mesin atau personil untuk mendapatkan waktu yang sama di setiap *work center* sesuai dengan kecepatan produksi yang diinginkan dan meminimalisasi waktu menganggur di setiap *work center*, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi pada setiap *work*

*center*. Kemudian munculah wacana bagaimana memberikan gambaran melalui peragaan atau simulai kondisi saat ini. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan pengukuran line balancing melalui simulasi dengan software promodel kondisi saat ini, sehingga pada perhitungan selanjutnya dapat diberikan rekomendasi perbaikan. Beberapa pendapat mengemukakan pembatasan dalam memberikan pengertian mengenai line balancing ini, menurut *Elwoos S. Buffa*: Bahwa keseimbangan merupakan persoalan pokok dimana perencanaan hasil produksi yang continous maupun yang bersifat assembly. Selain itu dapat dinyatakan pula bahwa, di dalam perencanaan produksi harus diefisienkan pemakaiannya sehingga tidak ada mesin yang menganggur. Dengan kata lain "*Balance Machine Load*" atau keseimbangan pemakaian mesin dapat dicapai agar terhindar adanya pengangguran.

Di dalam perencanaan produksi baik perusahaan itu telah didirikan maupun sebelum didirikan, perlu sekali dalam pembuatan rencana memperhatikan kemungkinan tercapainya tingkat keseimbangan dan faktor-faktor yang sering mempengaruhi di dalam pabrik, seperti perencanaan pembuatan layout, material handling, penempatan mesin dan kapasitas tiap mesin, tenaga kerja dan metode produksinya, agar semuanya bisa saling menunjang-menunjang untuk tercapainya tingkat keseimbangan. Untuk mewujudkan line balancing pada suatu perusahaan maka faktor-faktor yang mempengaruhi yang mengakibatkan timbulnya kemacetan harus dicegah sedemikian rupa sehingga hasil tiap bagian dalam proses produksi bisa berjalan dengan lancar dalam waktu yang telah ditentukan. Faktor-faktor tersebut antara lain:

- a. Terlambatnya bahan baku
- b. Material handling yang kurang sempurna
- c. Terjadinya kerusakan mesin
- d. Bertumpuknya barang dalam proses pada tingkat proses tertentu
- e. Kondisi mesin yang sudah tua
- f. Kelemahan dalam merencanakan kapasitas mesin
- g. Layout yang kurang baik
- h. Kualitas tenaga kerja yang kurang baik
- i. Adanya *working condition* yang kurang baik

## 2. LANDASAN TEORI

Simulasi menurut Shannon adalah proses pemahaman tingkah laku system dengan jalan mengembangkan suatu model deskriptif dari system tersebut dan mempertimbangkan strategi-strategi operasi yang berlaku. Tahapan-tahapan dalam melakukan simulasi suatu system adalah sebagai berikut :

1. *Planning Studi*, agar simulasi berhasil dengan baik, rencana simulasi harus

dikembangkan secara realistis, jelas dan mudah diikuti.

2. Mendefinisikan Sistem, dalam langkah ini system yang akan disimulasikan akan didefinisikan dengan detail.
3. Menyusun Model, pada bagian ini model mengenai system yang bersangkutan dibuat.
4. Melakukan Eksperimen, dalam langkah ini dilakukan eksperimen pada model simulasi yang dibuat termasuk penentuan-penentuan atribut simulasi seperti *warm-up* periode, *steady state*, replika, ataupun penggunaan metode-metode perancangan eksperimen.
5. Menganalisa *Output*, analisa output berkaitan dengan menarik kesimpulan mengenai system actual berdasarkan model simulasi yang dibuat untuk system tersebut.
6. Melaporkan Hasil, dalam langkah ini dibuatlah rekomendasi dan usulan perbaikan untuk system yang dimodelkan.

ProModel / (Production Modeler ) adalah perangkat simulasi untuk memodelkan berbagai macam sistem manufaktur dan jasa. Sistem manufaktur misalnya rantai produksi, konveyor (ban berjalan), produksi massal, jalur perakitan, sistem produksi fleksibel, crane, sistem just in time dengan basis windows. Sistem jasa misalnya rumah sakit, pusat informasi, operasional gudang, sistem transportasi, departement store, sistem informasi, manajemen jasa pelanggan bank, kantor pos, dll .Kesemuanya dapat dimodelkan secara efisien dan cepat dengan menggunakan ProModel.

## 2.2 DASAR PEMODELAN ELEMEN

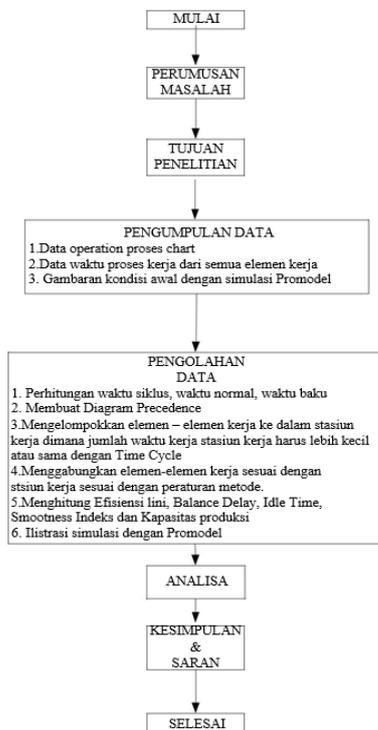
Pemodelan elemen pada ProModel secara umum terdapat 6 jenis yaitu:

- o Location (lokasi)

- o Entities(entitas)
- o Arrival(pengiriman)/kedatangan
- o Processing(pemrosesan)
- o Resources (jika ada)
- o Path network

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian merupakan langkah langkah yang dilakukan penulis untuk melakukan suatu penelitian sebelum melakukan pemecahan permasalahan. Yang bertujuan agar penelitian dapat lebih terarah sehingga penelitian dapat tercapai dan memudahkan dalam melakukan analisa permasalahan yang ada. Berikut adalah metodologi yang telah ditetapkan untuk melakukan penelitian:



**Gambar 1 Bagan Alir Penelitian**

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kondisi saat ini diketahui terdiri dari 8 (delapan) stasiun kerja, yakni :

1. Work Center 1 Tack Weld Main Frame
2. Work Center 2 Full Weld Main Frame 1
3. Work Center 3 Full Weld Main Frame 3
4. Work Center 4 Machining

5. Work Center 5 Tack Weld Swing Frame
6. Work Center 6 Full Weld Swing Frame 1
7. Work Center 7 Full Weld Swing Frame
8. Work Center 8 Drilling

**Perhitungan Waktu Baku**

Perhitungan uji kecukupan dan keseragaman data yang telah didapat sebelumnya, kemudian dilakukan pengukuran faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran Allowance untuk operator pertama pada elemen kerja 1 tack weld Mainframe langkah-langkah perhitungan dapat dilihat di bawah ini.

**Faktor penyesuaian**

Untuk perhitungan faktor penyesuaian, penulis menggunakan metode *Westing House*, sesuai dengan teori yang didapat ilmu perkuliahan dan yang tertulis pada studi pustaka. Untuk hasil perhitungan faktor penyesuaian sebagai berikut,

| No.                 | Faktor        | kelas      | Penyesuaian |
|---------------------|---------------|------------|-------------|
| 1                   | Keterampilan  | Good (C2)  | 0,03        |
| 2                   | Usaha         | Good(C1)   | 0,02        |
| 3                   | Kondisi kerja | Average(D) | 0,00        |
| 4                   | Konsistensi   | Average(D) | 0,00        |
| Total (penyesuaian) |               |            | 0,05        |

**Sumber : Data hasil perhitungan dari pengamatan, 2016**

Jadi, perhitungan data yang diperoleh penulis dari pengamatan yaitu, total dalam perhitungan faktor penyesuaian dalam tabel dimasukkan ke dalam rumus P ,dimana 1 merupakan ketetapan normal yaitu,

$$P = (1 \pm (\text{penyesuaian}))$$

$$P = (1 + 0,05) = 1,05$$

Maka, telah diketahui nilai faktor penyesuaiannya adalah **1,05** .

**Faktor Kelonggaran**

Untuk perhitungan faktor Kelonggaran, penulis menggunakan metode sesuai dengan teori yang didapat ilmu perkuliahan dan yang tertulis pada studi pustaka. Untuk hasil perhitungan faktor kelonggaran sebagai berikut,

| No | Faktor   | Allowance % |
|----|--|-------------|
| 1  | Tenaga yang dikeluarkan<br>Bekerja di meja, berdiri : Sangat ringan    | 5           |
| 2  | Sikap Kerja<br>Berdiri diatas dua kaki : Sedang                        | 5           |
| 3  | Garakan kerja<br>Ayunan bebas dari palu : Normal                       | 0           |
| 4  | Kelelahan mata<br>Pandangan yang terputus-putus :<br>membawa alat ukur | 2           |
| 5  | Keadaan temperatur kerja<br>25-28°C : Normal                           | 3           |
| 6  | Keadaan Atmosfer<br>Ruangan yang berventilasi baik : Baik              | 0           |
| 7  | Keadaan lingkungan<br>Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan re        | 0           |
| 8  | Hambatan yang tak terhindarkan   | 1           |
|    | Total  | 16          |

Sumber : Data hasil perhitungan dari pengamatan, 2016

Jadi, faktor kelonggarannya didapatkan 16 % sesuai hasil perhitungan pada tabel diatas.

**Perhitungan Waktu Siklus, Waktu Normal, dan Waktu Baku**

Hasil dari perhitungan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran, kemudian dimasukkan dalam rumus Perhitungan waktu siklus, waktu normal dan waktu baku, pengukuran dimulai pada elemen kerja 1 *Tack Weld Mainframe* dapat dilihat di bawah ini,

- a) Menghitung waktu siklus rata-rata dengan rumus :
- $$WS = \frac{\sum Xi}{N}$$
- $$WS = \frac{192}{30}$$
- $$WS = 6 \text{ menit}$$

- b) Menghitung waktu normal dengan rumus :

$$Wn = Ws \times p$$

$$Wn = 6 \times 1,05$$

$$Wn = 6,39 \text{ menit}$$

- c) Menghitung waktu baku dengan rumus

$$Wb = \frac{Wn \times 100\%}{(100\% - \%k)}$$

$$Wb = \frac{7,88 \times 100\%}{(100\% - 16\%)}$$

$$Wb = 7,5 \text{ menit.}$$

**Penerapan Konsep Keseimbangan Lini (Line Balancing)**

Penerapan konsep keseimbangan lini di untuk bagian *Welding Swing Frame*, yang prosesnya ada 8 proses, Langkah penerapan konsep penyeimbangan lini (line balancing)

DOI : <https://dx.doi.org/10.24853/jisi.4.1.pp-pp>

pada sistem produksi *Welding Swing Frame*, diawali dengan mendefinisikan daftar tugas produksi, waktu pengerjaan masing-masing tugas produksi, urutan presedensi dari tugas tersebut, dan juga target output produksi setiap hari untuk memenuhi target output yang diinginkan.

Pada operasi-operasi yang dilakukan. Rencana produksi pembuatan *Swing frame* yaitu 960 unit/ tahun. Hari kerja selama 1 tahun selama 310 hari dan waktu kerja selama 405 menit dalam satu hari sesuai ketentuan perusahaan.

$$\text{Waktu siklus (CT)} = \frac{(310 \text{ hari kerj} \times 405 \text{ menit})}{960 \text{ unit /tahun}}$$

$$\text{Waktu siklus (CT)} = 130,78 \text{ menit /unit}$$

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa waktu kerja efektif sebesar 405 menit, maka *Swing Frame* yang dihasilkan dalam kondisi normal dengan menggunakan 130,78 menit sebagai waktu siklus aktual yang dapat diperoleh dari perhitungan, maka kapasitasnya adalah sebagai berikut:

$$\text{kapasitas} = \frac{\text{Waktu kerja Efektif}}{\text{Waktu Siklus}}$$

$$\text{kapasitas} = \frac{405}{130,78}$$

$$\text{kapasitas} = 3,09$$

**Perhitungan Performansi Lini Proses Welding Swing Frame Saat ini**

Perhitungan waktu baku yang telah didapatkan, maka selanjutnya membuat perhitungan performansi lini proses *welding swing frame* saat ini dan perhitungan dimulai pada proses *Work Center 1 Mainframe*. Performansi lini proses *Welding Swingframe* yang dihitung sebagai berikut,

1. Efisiensi lini (LE = Line Efficiency).....(persamaan 2-11)

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n \cdot W_s} \times 100\%$$

$$= \frac{826,5}{8 \times 177,35} \times 100\% = 58,25 \%$$

2. Nilai efisiensi lintasan per masing-masing *Work Center* terdapat pada tabel di

bawah ini, dan untuk perhitungannya terlampir pada lembar lampiran

LE Work Center 1 =

$$\frac{t_{wi}}{W_s} \times 100\%$$

$$\frac{125,32}{177,35} \times 100\%$$

= 70,66 %

3. Keseimbangan waktu senggang (BD = balance delay)

$$BD = \left[ \frac{n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i}{n \cdot W_s} \right] \times 100\%$$

$$\frac{(8) \times (177,35) - (826,5)}{(8) \times (177,35)} \times 100\%$$

= 41,74 %

4. Menghitung waktu mengganggu lini produksi sekarang Waktu mengganggu (IT = idle time )

$$IT = n \cdot W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

$$8 \times 177,35 - (826,5)$$

**592,3** menit

5. Menghitung waktu mengganggu lini produksi sekarang untuk masing-masing Work Center.

$$IT \text{ Work Center 1} = W_s - W_i$$

$$= 177,35 - 125,32$$

=52,03 menit

6. Smoothing Index (SI)

$$\sqrt{\sum (t_{Si_{max}} - t_{Si})^2}$$

$$\sqrt{(177,35 - 125,32)^2 + \dots + (177,35 - 91,35)^2}$$

= 266,97

7. Kapasitas produksi

$$kapasitas = \frac{\text{waktu kerja efektif}}{\text{waktu siklus aktual}} \quad kapasitas = \frac{405}{177,35}$$

= **2,28** unit /hari

= **2** unit /hari

Data Simulasi dengan Simulasi Promodel

1. Data Location

Lokasi menggambarkan tempat yang tetap dalam system tidak bergerak / statis, dimana entitas (objek)

dikelilingkan pada saat pemrosesan, waktu tunggu, penyimpanan, pengambilan keputusan atau beberapa aktivitas lainnya

| Icon | Name                    | Cap. | Units | DTs... | Stats       | Rules...     |
|------|-------------------------|------|-------|--------|-------------|--------------|
|      | Tack_veld_main_frame    | inf  | 1     | None   | Time Series | Oldest, FIFO |
|      | full_veld_main_frame_1  | 90   | 1     | None   | Time Series | Oldest, FIFO |
|      | full_veld_main_frame_3  | 80   | 1     | None   | Time Series | Oldest, FIFO |
|      | machining               | 70   | 1     | None   | Time Series | Oldest, FIFO |
|      | tack_veld_swing_frame   | 60   | 1     | None   | Time Series | Oldest, FIFO |
|      | tack_veld_swing_frame_1 | 50   | 1     | None   | Time Series | Oldest, FIFO |
|      | tack_veld_swing_frame_2 | 40   | 1     | None   | Time Series | Oldest, FIFO |
|      | Drilling                | 30   | 1     | None   | None        | Oldest, FIFO |

Gambar 2 Location

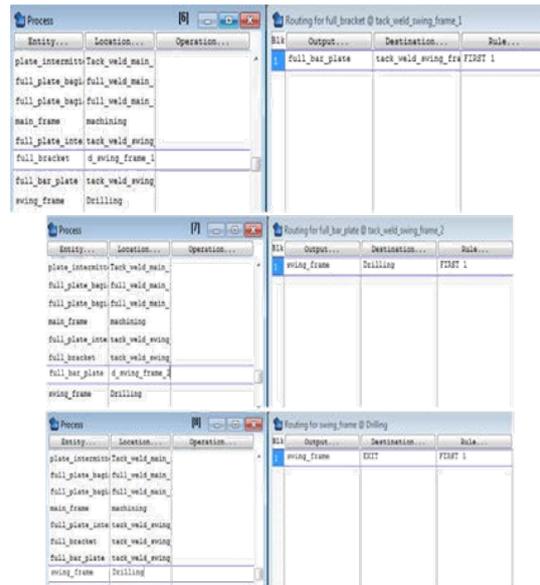
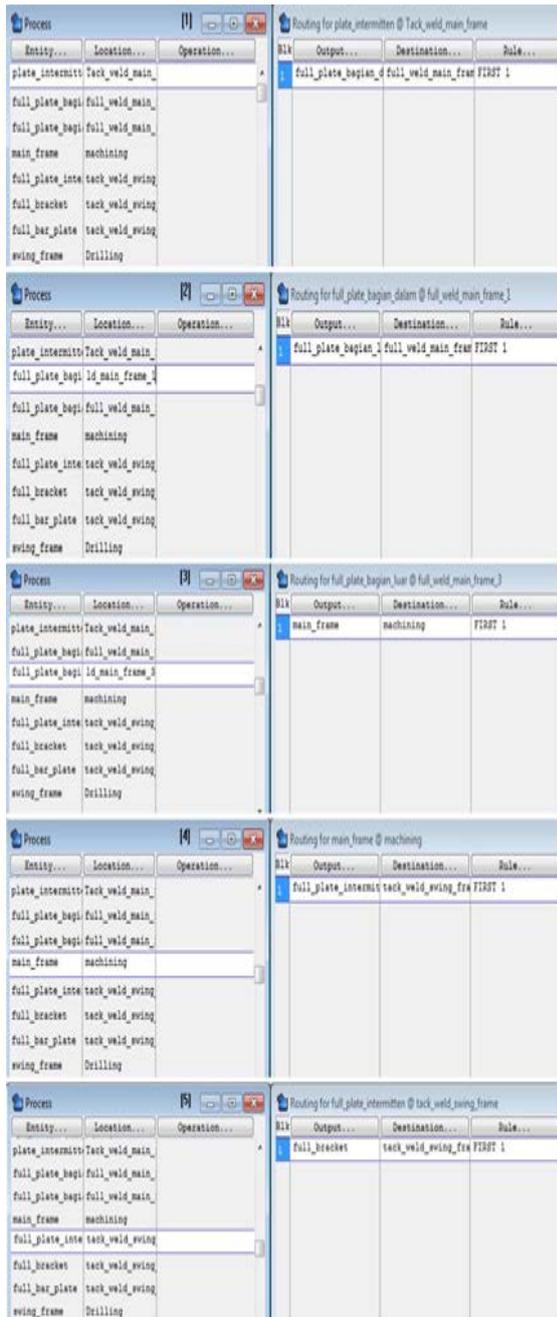
2. Data Entities

Entities adalah segala sesuatu yang dapat diproses dengan kata lain entitas adalah objeknya. Beberapa contoh misalnya part dalam pabrik, pasien rumah sakit, konsumen bank atau penumpang pesawat terbang

| Icon | Name                    | Speed (fpm) | Stats       |
|------|-------------------------|-------------|-------------|
|      | plate_intermitten       | 150         | Time Series |
|      | full_plate_bagian_dalam | 150         | Time Series |
|      | full_plate_bagian_luar  | 150         | Time Series |
|      | main_frame              | 150         | Time Series |
|      | full_plate_intermitten  | 150         | Time Series |
|      | full_bracket            | 150         | Time Series |
|      | full_bar_plate          | 150         | Time Series |
|      | swing_frame             | 150         | Time Series |

3. Data Processing

Processing menggambarkan operasional yang terjadi pada lokasi, misal: jumlah waktu yang dibutuhkan pada lokasi tertentu, sumber daya yang dibutuhkan untuk pemrosesan secara lengkap dan segala sesuatu yang terjadi pada lokasi tersebut termasuk pemilihan entities untuk lokasi tujuan selanjutnya.



Gambar 4.3 Processing

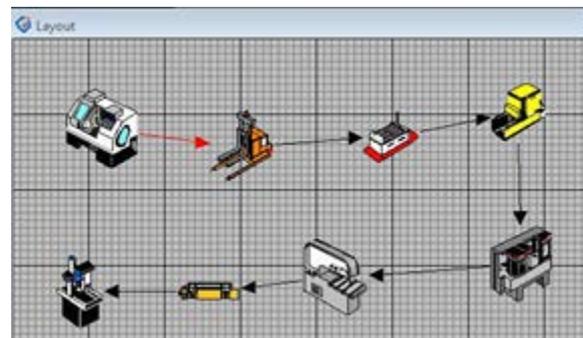
4. Data Arrival

Arrivals adalah mekanisme untuk mendefinisikan bagaimana entities masuk ke dalam system dengan kata lain yaitu kedatangan



Gambar 4 Arrival

Berikut gambaran untuk kondisi actual atau kondisi sebelum perbaikan dengan menggunakan software Promodel :



Gambar 5 Simulasi Lantai Produksi Menggunakan Software Promodel

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan pada perhitungan diatas dapat diperoleh kesimpulan pengukuran line balancing kondisi saat ini adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi lini sebesar 58,25 %, balance delay 41,74%, idle time 592,3 menit, smoothness index 266,97 dan kapasitas produksi unit/hari/orang.
2. Gambaran simulasi promodel didapat hasil 8 stasiun kerja, dengan Utilization terhadap operator yang bekerja adalah sebesar 74.30%, Untuk area yang digunakan operator selama transportasi (In Travel To Use) didapatkan hasil keluaran sebesar 0,56%.

Berdasarkan perhitungan dan pengamatan yang dilakukan, peneliti bermaksud memberikan masukan atau saran hendaknya perusahaan :

1. Melakukan pengukuran produktivitas untuk selanjutnya dapat mengevaluasi dan memberikan improvement pada kegiatan tsb.
2. Melakukan perbaikan secara berkelanjutan.

## 6.DAFTAR PUSTAKA

Arman Hakim Nasution, Yudha Prasetyawan, Sistem Produksi Tepat Waktu, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Iftikar Z.Sutatalaksana, I.Z.Anggawisastra.R dan Tjakraatmadja.J.H, 1979, Teknik Tata Cara Kerja, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Hariandja Marihot Tua effendi, Drs, M.Si, 2002, Manajemen Sumber Daya Manusia, PT. Gramedia Widia Sarana Indonesia, Jakarta.

J. E. Bigael, 1970, Perencanaan Dan Pengendalian Produksi, Guna Widya, Surabaya.

Ir.Sritomo Wignjosoebroto.S, 2003, Teknik Tata Cara dan Pengukuran Kerja, Edisi Ketiga, Guna Widya, Surabaya.

