

ANALISIS KESEIMBANGAN LINTASAN LINE PRODUKSI DRIVE ASSY DI PT. JIDECO INDONESIA

Sutarjo, ST.

Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana Purwakarta
Email : Sutarjo06@gmail.com

Risris Nurjaman, MT.

Dosen Universitas Langlangbuana Bandung
Email : risnur69@yahoo.com

ABSTRACT

This Study discusses balancing line analysis on the production line assembly Wiper System Drive Assy at automotive parts company. Orders from customer every month increased, which resulted in the achievement of actual production output current at the maximum level, in these conditions if there is an increased demand for customer orders of the assembly is not normal. From field observations indicate there are several work stations waiting. To make sure whether the line assembly already balanced the balancing analysis using heuristic methods Largest Candidate Rules (LCR), Region Approach (RA) and Ranked Positional Weight (RPW), so that the line obtained 80.40% efficiency rate, with the index Smoothing different in each method used with a total of 11 work stations.

Keywords : Line Balancing, Largest Candidate Rules (LCR), Region Approach (RA) dan Ranked Positional Weight (RPW)

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

PT. Jideco Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang Otomotif atau *Sparepart* Otomotif pada bagian Wiper System. Komponen yang dihasilkan dari perakitan part yang digunakan pembersih kaca bagian depan pada kendaraan roda empat. Salah satu produknya adalah Drive Assy. Salah satu customer yang menggunakan produk hasil produksi PT. Jideco Indonesia adalah PT. Nissan Motor Indonesia

Pada tahun 2013 permintaan order dari customer mengalami peningkatan setiap bulannya. Peningkatan order dapat dilihat dari gambar 1.1 bahwa terdapat peningkatan order pada bulan November dan beberapa bulan berikutnya.



Gambar 1.1 Grafik Order Drive Assy
(Sumber dari PPC Dept)

Kapasitas produksi dari perusahaan ini untuk tiap harinya adalah 200 unit angka ini lebih kecil dari permintaan customer. Saat ini perusahaan mengalami peningkatan jumlah permintaan, namun dengan kapasitas produksi yang ada sekarang ini perusahaan seringkali kesulitan untuk memenuhi permintaan-permintaan tersebut. Dengan melihat kondisi saat ini dan meningkatnya permintaan order dari customer maka perusahaan memberlakukan overtime / jam lembur untuk mengejar target produksi dalam memenuhi

order customer. Hal ini dilakukan karena kapasitas produksi yang terpasang lebih kecil dibandingkan dengan jumlah order dari customer sehingga mengakibatkan *Backlog* produksi.

Melihat kurangnya kapasitas produksi yang kurang untuk memenuhi order / pesanan customer, maka peningkatan kapasitas produksi harus segera dilakukan. Peningkatan kapasitas dilakukan dengan meningkatkan waktu siklus hingga mendekati *tack time* yang dibutuhkan / dipasang perusahaan agar dapat memenuhi order dari customer.

Kebutuhan order yang tinggi perusahaan membutuhkan strategi dan perencanaan yang baik serta peningkatan produktivitas untuk meningkatkan proses produksi dan salah satu upaya peningkatan produktivitasnya dengan mengoptimalkan keseimbangan lintasan atau *line balancing*.

Keseimbangan lintasan berhubungan erat dengan produksi massal. Sejumlah pekerjaan perakitan dikelompokkan kedalam beberapa pusat pekerjaan yang selanjutnya dinamakan stasiun kerja (Talbot et al., 1986). Waktu yang diizinkan untuk menyelesaikan elemen pekerjaan ditentukan oleh kecepatan lintasan perakitan. Semua stasiun kerja sedapat mungkin memiliki kecepatan proses produksi yang sama. Keseimbangan lintasan sangat penting dalam sebuah proses produksi, karena dengan lintasan yang seimbang dapat meminimalisasi pemborosan atau *waste*. Pemborosan atau *waste* adalah suatu potensi yang berindikasi pada proses yang kurang maksimal. Usaha meminimalisasi *waste* dapat meningkatkan efisiensi sehingga dapat meningkatkan output produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada didapatkan perumusan masalah, yaitu bagaimana mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi lintasan serta hasil produksi perusahaan. Masalah utama dari latar belakang diantaranya :

1. Apakah Lintasan line produksi sudah baik ?
2. Bagaimana agar barang tidak menumpuk di beberapa stasiun kerja ?

3. Bagaimana lintasan produksi yang baik ?
4. Berapa efisiensi lintasan yang dihasilkan ?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Secara garis besar tujuan dari penelitian ini adalah menyeimbangkan lintasan perakitan yang lebih efisien untuk memperlancar aliran produksi sehingga target produksi dapat tercapai.

Diharapkan dengan perencanaan *line balancing* ini perusahaan dapat mengurangi waktu tunggu dan memperlancar kegiatan produksi, sehingga nantinya dapat meningkatkan hasil produksi perusahaan.

Tujuan umum yang ingin dicapai dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui apakah lintasan line produksi sudah baik, sehingga hasil produksi yang dihasilkan bisa optimal.
2. Menghitung dan mengamati waktu siklus tiap stasiun kerja untuk mengetahui dimana terjadinya penumpukan barang.
3. Memberikan gambaran kepada perusahaan tentang lintasan produksi yang baik.
4. Menghitung efisiensi lintasan yang dihasilkan sebagai referensi kepada perusahaan.

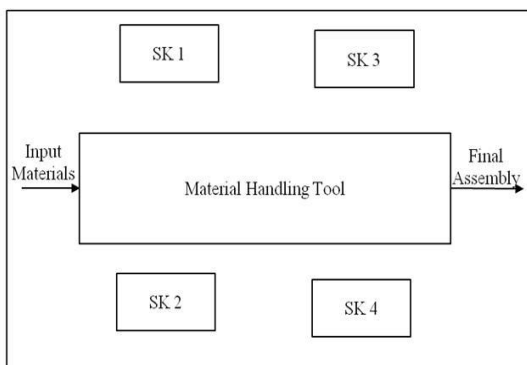
2. Tinjauan Teori

2.1 Pendekatan Pemecahan Masalah

Istilah Line Balancing atau penyeimbangan lintasan atau dengan nama lain assembly line balancing adalah suatu metode penugasan terhadap sejumlah pekerjaan ke dalam stasiun kerja yang saling berkaitan dalam satu lini produksi sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu kerja yang besarnya tidak melebihi waktu siklus dari stasiun kerja tersebut. Hubungan atau saling keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya digambarkan dalam suatu precedence diagram atau precedence network (Bedworth, 1987).

Lintasan perakitan dapat didefinisikan sebagai sekelompok orang dan / atau mesin yang melakukan tugas-tugas sekuensial dalam merakit suatu produk.

Lini perakitan merupakan lintasan produksi dimana material bergerak secara kontinu dengan rata-rata laju kedatangan material berdistribusi *uniform* melewati stasiun kerja yang mengerjakan perakitan. Secara sederhana, lintasan perakitan dapat digambarkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Lintasan Perakitan

Pada lintasan perakitan, secara garis besar ada dua tujuan yang harus dicapai, yaitu :

1. Menyeimbangkan Stasiun kerja
2. Menjaga lintasan perakitan beroperasi secara kontinu

Upaya yang dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan menyeimbangkan lintasan (*line balancing*). Keseimbangan lintasan adalah upaya untuk meminimumkan ketidakseimbangan diantara mesin-mesin atau personil untuk mendapatkan waktu yang sama di setiap stasiun kerja sesuai dengan kecepatan produksi yang diinginkan. Secara teknis keseimbangan lintasan dilakukan dengan jalan mendistribusikan setiap elemen kerja ke stasiun kerja dengan acuan waktu siklus / *cycle time* (CT).

2.2 Terminologi Line Balancing

Elemen kerja adalah pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu kegiatan perakitan.

Waktu Operasi (t_i), adalah waktu standar untuk menyelesaikan suatu operasi

Stasiun Kerja, adalah lokasi-lokasi tempat elemen kerja di kerjakan. Setelah menentukan interval waktu siklus, maka jumlah stasiun kerja yang efisien dapat ditetapkan dengan rumus berikut :

$$K = \frac{\sum ST_k}{W_{maks}}$$

Dimana :

ST_k : Waktu operasi / elemen ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

W_{maks} : Waktu siklus

K : Jumlah stasiun kerja minimal

1. Waktu siklus / *Cycle Time* (CT), merupakan waktu yang diperlukan untuk membuat satu unit produk pada satu stasiun kerja. Apabila waktu produksi dan target produksi telah ditentukan, maka waktu siklus dapat diketahui dari hasil bagi waktu produksi dan target produksi. Dalam mendesain keseimbangan lintasan produksi untuk sejumlah produksi tertentu, waktu siklus harus sama atau lebih besar dari waktu operasi terbesar yang merupakan penyebab terjadinya *bottle neck* (kemacetan) dan waktu siklus juga harus sama atau lebih kecil dari jam kerja efektif per hari dibagi dari jumlah produksi perhari, yang secara matematis dinyatakan sebagai berikut :

$$T_{i \text{ maks}} < CT < \frac{P}{Q}$$

Dimana :

$T_{i \text{ maks}}$: Waktu operasi terbesar pada lintasan

CT : Waktu siklus

P : jam kerja efektif perhari

Q : jumlah produksi per hari

2. Waktu stasiun kerja (ST_k), adalah waktu yang dibutuhkan oleh sebuah stasiun kerja untuk mengerjakan semua elemen kerja yang didistribusikan pada stasiun kerja tersebut.

3. *Delay Time / Idle Time*, adalah selisih antara CT dengan ST_k . Delay time merupakan waktu menganggur yang terjadi pada setiap stasiun kerja. Besarnya idle time dapat dihitung dengan cara mengurangi waktu yang tersedia dengan waktu yang digunakan.

- 4 *Precedent Diagram*, adalah diagram yang menggambarkan urutan dan keterkaitan antar elemen kerja perakitan sebuah produk. Pendistribusian elemen kerja yang dilakukan untuk setiap stasiun harus memperhatikan *Precedent Diagram*.

2.3 Tujuan Line Balancing

Banyak pendapat dilontarkan mengenai tujuan keseimbangan lini, diantaranya adalah menurut James L. Rigg yang mengatakan : untuk meminimumkan waktu menganggur dari operasi yang ditetapkan adalah dengan bekerja menurut prosedur yang berurutan. Pendapat yang hampir sama pula dilontarkan oleh James M. Moore, yang mengatakan bahwa tujuan dari keseimbangan lini adalah untuk meminimumkan waktu menganggur pada suatu lini dari seluruh stasiun kerja dengan cara tertentu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tujuan dari keseimbangan lini adalah untuk menghindari adanya waktu menganggur dari satu tingkat proses ke tingkat proses lainnya, dengan cara mengaktifkan sejumlah mesin yang ada serta menghindari bertumpuknya bahan dalam proses-proses tertentu, yang pada akhirnya akan memperlancar jalannya proses produksi secara keseluruhan.

Dengan adanya seimbangannya kapasitas pada setiap stasiun kerja yang berbeda maka hasil yang diharapkan dari proses line balancing adalah :

1. Menghindari penumpukan barang dalam proses pada suatu bagian produksi
2. Menghindari pengangguran pada bagian produksi lainnya
3. Mendapatkan efisien sistem yang cukup tinggi
4. Memenuhi rencana produksi yang telah ditetapkan

2.4 Beberapa Cara untuk mencapai line Balancing

1. Penumpukan material

Cara ini merupakan cara yang paling mudah bila dibandingkan dengan cara yang lainnya, yaitu dengan membuat tumpukan material di daerah kerja yang lambat. Dan pada saat ini harus dilakukan kerja lembur atau menambah pekerja. Sehingga cara ini bukan cara yang terbaik, karena penumpukan dalam jumlah besar material pada area kerja mengakibatkan pemborosan penggunaan ruangan.

2. Pergerakan operator

Cara ini dilakukan apabila terdapat operator yang mempunyai waktu proses yang lebih singkat dari proses kerja yang lainnya. Sehingga operator tersebut dapat menangani lebih dari satu operasi.

3. Pemecahan elemen kerja

Cara ini dilakukan bila suatu operasi membutuhkan waktu yang lebih singkat dari operasi yang lainnya. Cara ini paling umum digunakan pada penyeimbangan operasi-operasi perakitan, karena biasanya operasi perakitan lebih mudah dibagi-bagi sehingga diproses keseimbangan yang tinggi dan sedikit waktu menganggur.

4. Perbaikan Informasi

Dengan cara ini dilakukan perbaikan metode kerja pada operasi yang lebih lambat dibandingkan operasi lainnya, dan juga memerlukan waktu setup yang lebih lama. Dengan studi kerja akan menghasilkan cara kerja yang lebih baik untuk melakukan pekerjaan dan akan mengurangi waktu kerja yang dibutuhkan.

5. Perbaikan performansi operator

Selain perbaikan metode kerja, penyeimbangan lintasan dapat dilakukan melalui penggantian operator dengan operator lain yang dapat bekerja dengan lebih baik dan lebih cepat. Selain itu juga dengan memberikan bonus apabila operator tersebut dapat bekerja sama dengan yang lainnya dan memberikan pelatihan.

6. Pengelompokan operasi

Penyeimbangan dengan cara ini adalah mengelompokkan beberapa operasi atau elemen kerja kedalam elemen kerja ke dalam stasiun-stasiun kerja secara seimbangan, sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu kerja yang sama.

7. Mengubah kecepatan mesin

Cara ini dilakukan bila terdapat mesin yang waktunya lebih lambat dari operasi yang lain, dengan meningkatkan kecepatan mesin maka masalah keseimbangan lintasan mudah diatasi.

2.5 Metode yang digunakan untuk mencapai line Balancing

1. Metode Heuristic

a. Metode pengurutan waktu terbesar (*largest candidat rule*)

b. Metode pendekatan daerah (*region approach*)

c. Metode bobot posisi peringkat (*ranked positional weight*)

2. Metode Analitis

3. Metode Simulasi dan Komputerisasi

2.6 Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah teknik pengukuran kerja untuk mencatat jangka waktu dan perbandingan kerja mengenai unsur pekerjaan tertentu yang dilaksanakan dalam keadaan tertentu pula, serta untuk menganalisa keterangan tersebut pada tingkat prestasi tertentu (Barnes, 1980).

Waktu standar dapat digunakan untuk hal-hal berikut ini (Purnomo, 2004), yaitu :

1. Penentuan jadwal dan perencanaan kerja
2. Penentuan biaya standar dan sebagai alat bantu dalam mempersiapkan anggaran
3. Estimasi biaya produk sebelum memproses produk
4. Penentuan efektifitas mesin
5. Penentuan waktu standar dapat digunakan sebagai dasar untuk upah insentif tenaga kerja langsung
6. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar untuk upah tenaga kerja tidak langsung
7. Penentuan waktu standar yang digunakan sebagai dasar untuk pengawasan biaya tenaga kerja.

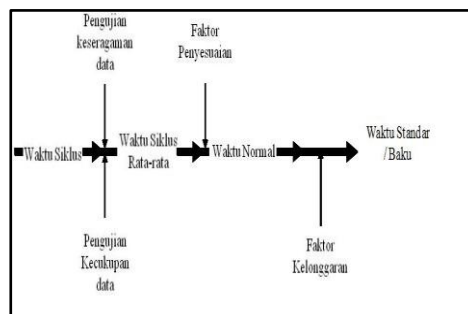
Secara garis besar, teknik pengukuran waktu kerja dapat dibagi kedalam dua bagian (Sutalaksana et al., 1979), yaitu :

1. Pengukuran waktu secara langsung
2. Pengukuran waktu secara tidak langsung

Pengukuran kerja ini dilakukan dengan langkah-langkah yang dimulai dengan pengambilan sejumlah pengamatan kerja dengan *stop watch* untuk setiap elemen kegiatan, menetapkan *rating factor* dan *Allowance* dari kegiatan yang dilakukan operator, melakukan uji keseragaman data dan kecukupan data. Dalam penelitian ini, dalam melakukan pengujian keseragaman dan kecukupan data digunakan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%.

Secara garis besar langkah-langkah untuk pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan jam henti ini dapat diuraikan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2008), Yaitu :

1. Definisi pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan diberitahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan supervisor yang ada.
2. Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan seperti layout, karakteristik atau spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan, dan lain-lain.
3. Bagi operasi kerja dalam elemen-elemen kerja sedetail mungkin, tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
4. Lakukan pengamatan, pengukuran dan catat waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
5. Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti apakah jumlah siklus yang dilaksanakan ini sudah memenuhi syarat atau tidak. Test pula keseragaman data yang diperoleh.
6. Tetapkan *rate performance* dari operator saat saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut.
7. Sesuaikan waktu pengamatan berdasarkan *performance* yang ditunjukkan oleh operator tersebut sehingga akhirnya akan diperoleh waktu kerja normal.
8. Tetapkan waktu longgar (*Allowance Time*) guna memberikan fleksibilitas. Waktu longgar yang akan diberi ini guna menghadapi kondisi-kondisi seperti kebutuhan personil yang bersifat pribadi, faktor kelelahan, keterlambatan material dan lain-lain.
9. Tetapkan waktu kerja baku (*standar time*) yaitu jumlah total antara waktu normal dan waktu longgar.



Gambar 2.2 Urutan Pengukuran waktu kerja dengan jam henti

3. Metodologi Penelitian

Langkah-langkah dalam pemecahan masalah dalam penelitian ini diawali dari studi pendahuluan dan identifikasi masalah, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan, pengolahan, pengujian data serta analisa sebelum dan sesudah penelitian dilakukan. Pada tahap pengumpulan dan pengolahan data dilakukan uji Kecukupan, uji keseragaman dan uji kenormalan data.

Setelah data yang dihasilkan normal, maka pengukuran data dilanjutkan dengan menghitung waktu baku. Pada prinsipnya data waktu baku berisi dari waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang telah

4. Pengolahan Data

Jumlah stasiun kerja (*workstation*) yang didapat berdasarkan pengamatan dan penelitian pada lantai produksi Drive Assy di PT. Jideco Indonesia saat ini berjumlah 8 stasiun kerja. Berikut ini data pembagian kerja PT. Jideco Indonesia yang sedang berjalan.

diteliti pada waktu yang lalu. Adapun waktu yang dihitung diantaranya :

- a. Perhitungan Waktu Standar
- b. Perhitungan Waktu Normal

Tahapan analisis berikutnya perhitungan waktu sudah didapatkan adalah menghitung Efisiensi, *Balance Delay* dan *Smoothing Indeks* dengan menggunakan metode *Heuristik*

- a. Metode *Rank Position Weight (RPW)*
- b. Metode *Largest Candidate Rule (LCR)*
- c. Metode *Killbridge Wester Heuristic (Region Approach/ RA)*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Keterangan
I	O-1	Pengepresan pipa 1 untuk frame
	O-2	Pengepresan pipa 2 untuk frame
	O-3	Pembuatan lubang screw untuk motor assy
II	O-4	Pemasangan rubber untuk penahan getaran
	O-5	Pengepresan collar untuk dudukan bolt
III	O-6	Pengencangan mut Link A untuk penyambung putaran motor
	O-8	Pengepresan Shaft pada Link
	O-9	Penguncian shaft agar tidak berputar
IV	O-10	Penguncian ball joint untuk dudukan rod unit
	O-11	Pengepresan Shaft pada Link
	O-12	Penguncian shaft agar tidak berputar
V	O-13	Penguncian ball joint untuk dudukan rod unit
	O-7	Penggabungan Frame pada motor dengan memasang screw
VI	O-14	Pemasangan seal joint untuk penutup retainer
	O-15	Penggabungan Link dengan Rod Unit
VII	O-16	Penggabungan Link dan Frame dengan memasang stopper 1
	O-17	Penggabungan Link dan Frame dengan memasang stopper 2
	O-18	Koneksi Rod pada Link A pada Motor wiper
VIII	O-19	Pengecekan performa dari barang yang sudah dirakit
	O-20	Melakukan visual check dan stamp Lot Produksi

Tabel 4.1 Data Stasiun kerja
(Work Station) Saat ini

4.1 Pengujian Tahap Awal

Pengujian tahap awal ini menguji waktu yang didapat dari pengambilan sample sebanyak 30 kali pada tiap-tiap operasi. Data-data yang telah diambil dikelompokkan dan dihitung rata-ratanya. Untuk contoh perhitungan diambil data untuk elemen kerja no.1. Sedangkan untuk waktu rata-rata elemen kerja lainnya dapat dilihat pada tabel.

1. Uji kecukupan Data waktu Siklus

Dari sample yang dihitung didapatkan hasil

$$N' = \left[\frac{K/S \sqrt{N (\sum X_1^2) - (\sum X_1)^2}}{\sum X_1} \right]^2$$

$$= \left[\frac{2/0,05 \sqrt{30 (5975.31) - (179251)}}{423.38} \right]^2$$

$$= 0,08$$

Karena $N' < N$, maka kecukupan data memenuhi syarat.

2. Uji Keceragaman Data Waktu Siklus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada data waktu siklus yang berasal dari pengamatan berada diluar batas kontrol atau tidak. Pengujian keceragaman data dilakukan dengan menentukan kontrol atas dan batas kontrol bawah. Pengujian ini berdasarkan tingkat keyakinan 95%.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

$$\sigma = 0,10$$

$$BKA = x + k\sigma$$

$$= 14,11 + 2 \cdot (0,10)$$

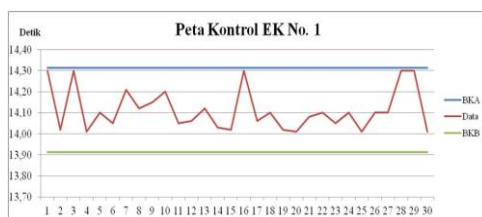
$$= 14,31$$

$$BKB = x - k\sigma$$

$$= 14,11 - 2 \cdot (0,10)$$

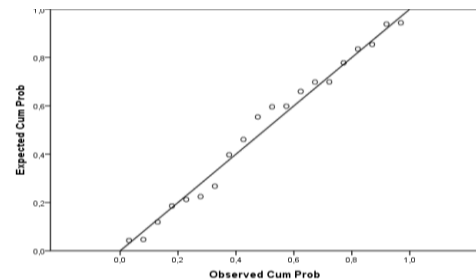
$$= 13,91$$

Untuk mempermudah dalam dalam melakukan pengecekan data. Apakah data sudah seragam atau tidak dapat dilihat pada peta kontrol dibawah ini



Gambar 4.1 : Peta kontrol Elemen Kerja No. 1

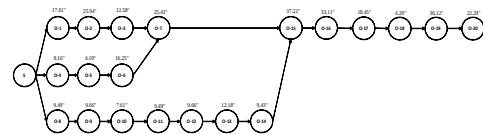
3. Uji Kenormalan Data Waktu Siklus



One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		EK_1
N		20
Normal	Mean	11,3270
Parameters,	Std. Deviation	7,41738
b		
Most Extreme	Absolute	,195
Differences	Positive	,195
	Negative	-,107
Kolmogorov-Smirnov Z		,872
Asymp. Sig. (2-tailed)		,433

Gambar 4.2 : Distribusi Normal pada Elemen kerja 1



Gambar 4.3 : Precedence Diagram Proses Drive Assy

4.1 Perhitungan Keseimbangan Lintasan Largest Candidate Rule (LCR)

Elemen Kerja	Waktu Baku	Elemen yang mendahului
O-15	37,22	O-7, O-14
O-19	36,12	O-18
O-16	33,11	O-15
O-2	25,94	O-1
O-7	25,43	O-3, O-6
O-20	22,29	O-19
O-17	18,45	O-6
O-1	17,61	-
O-6	16,25	O-5
O-3	12,58	O-2
O-13	12,18	O-12
O-9	9,66	O-8
O-12	9,66	O-11
O-8	9,49	-
O-11	9,49	O-10
O-14	9,43	O-13
O-4	8,16	-
O-10	7,61	O-9
O-18	4,29	O-17
O-5	4,19	O-4

Tabel 4.2 Pengurutan waktu baku Operasi pada metode *Largest Candidate Rule*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)	Waktu per Stasiun Kerja (detik)
I	O-1	17,61	35,26
	O-4	8,16	
	O-8	9,49	
II	O-2	25,94	35,6
	O-9	9,66	
	O-3	12,58	
III	O-5	4,19	33,02
	O-6	16,25	
	O-7	25,43	
IV	O-10	7,61	25,43
	O-11	9,49	
	O-12	9,66	
V	O-13	12,18	21,61
	O-14	9,43	
	O-15	37,22	
VII	O-16	33,11	37,22
VIII	O-17	18,45	33,11
IX	O-18	4,29	22,74
	O-19	36,12	
X	O-20	22,29	36,12
XI	O-20	22,29	22,29

Tabel.4.3:Hasil PenegelompokanWork station LCR

Berdasarkan tabel diatas maka didapatkan perhitungan performansi untuk metode *Largest Candidate Rules*, sebagai berikut :

1. *Line Efficiency* (LE)

$$LE = \frac{\sum ST_k}{(k) (Wmaks)} \times 100\%$$

$$LE = 80,40 \%$$

2. *Total Idle Time* (ID)

$$ID = (k) (Wmaks) - \sum ST_k$$

$$ID = 80,26 \text{ detik}$$

3. *Balance Delay* (BD)

$$BD = \frac{(k) (Wmaks) - \sum ST_k}{(k). Wmaks} \times 100\%$$

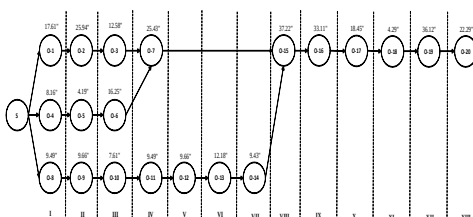
$$BD = 19,60 \%$$

4. *Smoothness Index* (SI)

$$SI = \sqrt{\sum (CT_R - ST_k)^2}$$

$$SI = 31,094$$

4.2 Perhitungan dengan Metode *Killbridge Wester Heuristic* (*Region Approach/ RA*)



Gambar 4.4 : *Precedence Diagram Region Approach*

Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)	Region	Elemen yang Mendahului
O-1	17,61	I	-
O-4	8,16	I	-
O-8	9,49	I	-
O-2	25,94	II	O-1
O-5	4,19	II	O-4
O-9	9,66	II	O-8
O-3	12,58	III	O-2
O-6	16,25	III	O-5
O-10	7,61	III	O-9
O-7	25,43	IV	O-3,O-6
O-11	9,49	IV	O-10
O-12	9,66	V	O-11
O-13	12,18	VI	O-12
O-14	9,43	VII	O-13
O-15	37,22	VIII	O-7,O-14
O-16	33,11	IX	O-16
O-17	18,45	X	O-17
O-18	4,29	XI	O-18
O-19	36,12	XII	O-19
O-20	22,29	XIII	O-20

Tabel 4.4 : Pengurutan proses *Region Approach*

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)	Waktu per Stasiun Kerja (detik)
I	O-1	17,61	35,26
	O-4	8,16	
	O-8	9,49	
II	O-2	25,94	30,13
	O-5	4,19	
	O-3	12,58	
III	O-6	16,25	28,83
	O-7	25,43	
	O-9	9,66	
IV	O-10	7,61	26,76
	O-11	9,49	
	O-12	9,66	
V	O-13	12,18	31,27
	O-14	9,43	
	O-15	37,22	
VII	O-16	33,11	37,22
VIII	O-17	18,45	33,11
IX	O-18	4,29	22,74
	O-19	36,12	
X	O-20	22,29	36,12
XI	O-20	22,29	22,29

Tabel 4.5 : Hasil pengelompokan Stasiun kerja *Region Approach*

Dari tabel diatas didapat perhitungan sebagai berikut :

1. *Line Efficiency* (LE)

$$LE = \frac{\sum ST_k}{(k) (Wmaks)} \times 100\%$$

$$LE = 80,40 \%$$

2. *Total Idle Time* (ID)

$$ID = (k) (Wmaks) - \sum ST_k$$

$$ID = 80,26 \text{ detik}$$

3. *Balance Delay* (BD)

$$BD = \frac{(k) (Wmaks) - \sum ST_k}{(k). Wmaks} \times 100\%$$

$$BD = 19,60 \%$$

4. Smoothness Index (SI)

$$SI = \sqrt{\sum (CT_R - ST_k)^2}$$

SI = 29,308

4.3 Perhitungan dengan Metode Rank Position Weight (RPW)

Elemen Kerja	Positional Weight																				Total		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	0	18,12	8,4	0	0	0	17,6	0	0	0	0	0	0	0	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	147,58		
2	0	0	8,4	0	0	0	17,6	0	0	0	0	0	0	0	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	129,46		
3	0	0	0	0	0	0	17,6	0	0	0	0	0	0	0	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	121,06		
4	0	0	0	0	22	11,4	17,6	0	0	0	0	0	0	0	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	134,66		
5	0	0	0	0	0	11,4	17,6	0	0	0	0	0	0	0	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	122,46		
6	0	0	0	0	0	0	17,6	0	0	0	0	0	0	0	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	121,06		
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	103,66		
8	0	0	0	0	0	0	0	0	6,04	4,98	6,24	6,04	4,98	6,24	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	139,92		
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,98	6,24	6,04	4,98	6,24	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	121,06		
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,24	6,04	4,98	6,24	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	138,1			
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,04	4,98	6,24	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	121,06			
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,98	6,24	6,04	4,98	6,24	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	115,02
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,24	6,04	4,98	6,24	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	110,04
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,64	23,4	22,6	22,2	35	13,8	103,66		
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,4	22,6	22,2	35	13,8	77,02		
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,6	22,2	35	13,8	53,62		
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,2	35	13,8	41,02			
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	13,8	38,8		
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,8	13,8		
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Tabel 4.6 : Pembobotan Ranked Positional Weights

Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)	Bobot RPW	Elemen yang mendahului
O-1	17,61	147,58	-
O-8	9,49	139,92	-
O-4	8,16	134,66	-
O-9	9,66	133,08	O-8
O-5	4,19	132,46	O-4
O-2	25,94	129,46	O-1
O-10	7,61	128,1	O-9
O-11	9,49	121,86	O-10
O-3	12,58	121,06	O-2
O-6	16,25	121,06	O-5
O-12	9,66	115,02	O-11
O-13	12,18	110,04	O-12
O-7	25,43	103,66	O-3, O-6
O-14	9,43	103,66	O-13
O-15	37,22	77,02	O-7, O-14
O-16	33,11	53,62	O-15
O-17	18,45	41,02	O-16
O-18	4,29	38,8	O-17
O-19	36,12	13,8	O-18
O-20	22,29	0	O-19

Tabel 4.7

Pengurutan operasi metode Rank Position Weights

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu Baku (detik)	Waktu per Stasiun Kerja (detik)
I	O-1	17,61	35,26
	O-4	9,49	
	O-8	8,16	
II	O-2	25,94	25,94
	O-3	12,58	
III	O-10	7,61	29,68
	O-11	9,49	
	O-5	4,19	
IV	O-6	16,25	30,1
	O-9	9,66	
	O-7	25,43	
V	O-12	9,66	31,27
	O-13	12,18	
	O-14	9,43	
VII	O-15	37,22	37,22
	O-16	33,11	
VIII	O-17	18,45	22,74
	O-18	4,29	
X	O-19	36,12	36,12
	O-20	22,29	

Tabel 4.8 : Hasil Pengelompokan stasiun kerja RPW

Dari tabel diatas didapat perhitungan sebagai berikut :

1. Line Efficiency (LE)

$$LE = \frac{\sum ST_k}{(k) (Wmaks)} \times 100\%$$

LE = 80,40 %

2. Total Idle Time (ID)

$$ID = (k) (Wmaks) - \sum ST_k$$

ID = 80,26 detik

3. Balance Delay (BD)

$$BD = \frac{(k) (Wmaks) - \sum ST_k}{(k). Wmaks} \times 100\%$$

BD = 19,60 %

4. Smoothness Index (SI)

$$SI = \sqrt{\sum (CT_R - ST_k)^2}$$

SI = 29,388

5. Kesimpulan

Hasil proses perhitungan line balancing yang menggunakan metode *Larges Candidat Rules* (LCR), Metode *Killbridge & Wester* atau *Region Approach* (RA), metode *Ranked Positional Weight* (RPW). yang telah dilakukan mendapatkan hasil sebagai berikut :

a. Larges Candidat Rules (LCR)

Line Effisiensi 80,40%

Idle Time 80,26 Detik

Balance Delay 19,60 %

Smoothness Index 31,094

b. Region Approach (RA)

<i>Line Effisiensi</i>	80,40 %
<i>Idle Time</i>	80,26 Detik
<i>Balance Delay</i>	19,60 %
<i>Smoothness Index</i>	29,308

c. *Ranked Positional Weight (RPW)*

<i>Line Effisiensi</i>	80,40 %
<i>Idle Time</i>	80,26 Detik
<i>Balance Delay</i>	19,60 %
<i>Smoothness Index</i>	29,388

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat dilihat perbedaan pada tiap-tiap metode yang digunakan. Metode yang mendapatkan hasil hitungan *Smoothing Index* terendah pada metode *Region Approach (RA)* 29,308 dengan 11 stasiun kerja.

6. Saran

Pada penelitian ini semua metode *line balancing* yang digunakan hasilnya hampir sama, perbedaan hanya pada hasil hitung *Smoothing Index*, oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan metode yang tepat dalam keseimbangan lintasan

7. Daftar Pustaka

- Barnes, Ralph M. 1980. *Motion and Time Study : Design and Measurement of Work*, 7th edition, Newyork : Wiley
- Purnomo, H. 2004. Pengantar Teknik Industri, Edisi Kedua, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu
- Sutalaksana, I. Z. John H. Tjakraatmadja, dan Ruhana Anggawisatra. 1979. Teknik Tata Cara Kerja, Bandung : Penerbit Departemen Teknik Industri – ITB
- Talbot, F.B., James H Patterson and William V. Gehrlein. 1986. *A Comparative Evaluation Of Heuristic Line Balancing Techniques*, Management Science, 30, 7
- Wignjosobroto, S. 2008. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu : Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja. Surabaya : Penerbit Guna Widya