

ANALISIS ASSEMBLY LINE BALANCING PRODUK HEAD LAMP TYPE K59A DENGAN PENDEKATAN METODE HELGESON-BIRNIE

Studi Kasus PT. Indonesia Stanley electric

Heru Saptono¹⁾, Alif Wardani²⁾

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto, SH., Tembalang, Kotak Pos 6199/SMS, Semarang 50329
Telp. 7473417, 7466420 (Hunting), Fax. 7472396
Email: herusaptono57@yahoo.co.id

Abstrak

PT. Indonesia Stanley Electric merupakan perusahaan penghasil produk penerangan kendaraan dari berbagai macam tipe kendaraan bermotor, baik roda dua maupun roda empat. Sistem produksi yang digunakan adalah make to order. PT. Indonesia Stanley Electric ingin meningkatkan hasil produksi dengan memaksimalkan proses produksi yang ada di lantai produksi agar keseimbangan lintasan dalam proses produksi dapat berjalan dengan lancar sehingga dapat memenuhi pesanan dengan tepat waktu. Penelitian ini bertujuan menyeimbangkan lintasan pada stasiun kerja untuk keperluan perbaikan kerja selanjutnya dengan meningkatkan dan mengoptimalkan keseimbangan lini proses produksi. Dengan menggunakan metode Helgeson-Birnie/Ranked Positional Weight (RPW) mengelompokkan pekerjaan berdasarkan jumlah stasiun kerja minimal dan melakukan pengalokasian sesuai waktu siklus yang dimiliki. Dari hasil penelitian tersebut, telah didapatkan pengukuran waktu per stasiun kerja yang dilakukan oleh tenaga kerja dalam mengerjakan sebuah produk dengan jumlah shift kerja 3 shift dengan main line aktif shift (1) 3 main line, Shift (2) 3 main line, dan shift (3) 2 main sesuai 22 hari kerja sebanyak 99.531 pcs head lamp selama satu bulan dengan waktu siklus 43,5 detik. Jumlah stasiun kerja dengan analisa keseimbangan lini, memberikan informasi tentang tingkat efisiensi kerja sehingga diperoleh 5 stasiun kerja dengan balance delay 17% tingkat efisiensi lintasan sebesar 87% memperlihatkan tingkat efisiensi, berdasarkan perhitungan manual maupun dengan software hasilnya tetap sama dengan demikian efisiensi stasiun kerja harus tetap dipertahankan untuk stasiun kerja selanjutnya.

Kata Kunci : "Keseimbangan lintasan", " Helgeson Birnie", " Efisiensi. ".

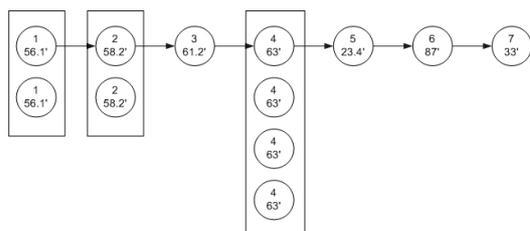
1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan dunia industri dari hari ke hari yang saat ini semakin meningkat, perusahaan harus memenuhi permintaan dengan meningkatkan produktivitas produksinya. Salah satu yang harus ditinjau untuk peningkatan produktivitas adalah keseimbangan lintasan. Menurut Purnomo (2004), permasalahan keseimbangan lintasan produksi paling banyak terjadi pada proses perakitan adanya kombinasi penugasan kerja terhadap operator yang menempati stasiun kerja tertentu juga merupakan awal masalah keseimbangan lintasan, sebab penugasan elemen kerja yang berbeda akan menimbulkan perbedaan jumlah waktu yang tidak produktif dan variasi jumlah pekerjaan yang dibutuhkan untuk menghasilkan keluaran produksi

tertentu dalam lintasan tersebut Keseimbangan yang sempurna tercapai apabila ada persamaan keluaran (output) dari setiap operasi dalam suatu lini. Bila output yang dihasilkan tidak sama, maka hasil output maksimum mungkin tercapai untuk lini operasi yang paling lambat. Operasi yang paling lambat menyebabkan ketidak seimbangan dalam lintasan produksi. Keseimbangan lintasan pada stasiun kerja berfungsi sebagai keluaran yang efisien. Hasil yang bisa diperoleh dari lintasan yang seimbang akan membawa ke arah yang lebih serius terhadap analisa dalam proses produksi khususnya di bagian assembly PT. Indonesia Stanley Electric, dimana keseimbangan lintasan digunakan untuk analisa Assembly Line Balancing pada main line Assembly Head Lamp Type K59A supaya mendapatkan waktu kerja yang lebih efektif dan efisien,

juga dapat memenuhi pesanan dengan tepat waktu. Lini produksi menurut Gaspersz (2000), penempatan area-area kerja dimana operasi diatur secara berturut-turut dan material bergegerak secara kontinyu melalui operasi yang seimbang. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan dan mengoptimalkan lini proses dengan menggunakan aplikasi penyeimbang lintasan pada stasiun kerja untuk keperluan perbaikan stasiun kerja selanjutnya.

Penelitian ini untuk mengetahui pemecahan masalah line balancing yang ada di perusahaan. Menurut Heizer dan Render (2006), permasalahan dalam penyeimbangan lini, yaitu penyeimbangan antara stasiun kerja (work station) dan menjaga kelangsungan produksi dalam lini perakitan. Menurut Buffa dan Sarin (1999), permasalahan line balancing dapat diselsaikan dengan beberapa metode. Salah satu metode yang digunakan dalam pemecahan masalah dalam line balancing, yaitu dengan metode bobot posisi (Ranked Positional Weight) atau metode HelgesonBirnie merupakan metode untuk memecahkan masalah penentuan jumlah orang dan mesin beserta tugas-tugas yang diberikan dalam suatu lintasan produksi, sehingga dicapai efisiensi kerja ang tinggi di setiap setasiun kerja. Menurut Baroto (2002), tujuan dari penyeimbang lintasan adalah memaksimalkan kecepatan di setiap stasiun kerja, sehingga dicapai efiseinsi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja tersebut seperti gambar contoh line balancing berikut:



Gambar 1. Contoh Visualisasi dari Line Balancing

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan keseimbangan lintasan sistem produksi pada lini perakitan pada main line *assembly* HL-K59A belum optimal dalam memenuhi pesanan dari konsumen. Dengan penerapan konsep keseimbangan lintasan pada lini produksi mampu memberikan tingkat efisiensi produktivitas kerja yang ditandai dengan kapasitas produksi, stasiun kerja yang dibuat, jadwal kerja, urutan kerja, sehingga dalam proses produksi tidak ada waktu penundaan. Menurut Nasution (2003), keseimbangan lintasan untuk memperoleh arus produksi yang lancar dalam memperoleh utilitas, tenaga kerja, dan peralatan melalui penyeimbangan waktu kerja antarstasiun kerja dimana setiap elemen tugas dalam suatu kegiatan dikelompokkan dalam beberapa stasiun kerja yang telah ditentukan sehingga diperoleh keseimbangan waktu kerja yang efisien.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Metode Keseimbangan Kerja (*Line Balance*)

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:

- 1) Terlambatnya bahan baku
- 2) Material handling yang kurang sempurna
- 3) Terjadinya kerusakan mesin
- 4) Bertumpuknya barang dalam proses pada tingkat proses tertentu
- 5) Kondisi mesin yang sudah tua
- 6) Kelemahan dalam merencanakan kapasitas mesin
- 7) Layout yang kurang baik
- 8) Kualitas tenaga kerja yang kurang baik
- 9) Adanya working condition yang kurang baik

2.2. Metode Helgeson Birnie

Metode Ranked Positional Weights (RPW) diperkenalkan pertama kali oleh W.B. Helgeson dan D.P. Birnie. Metode ini merupakan metode gabungan antara metode Large Candidate Ruler dengan metode Region Approach. Nilai RPW merupakan perhitungan antara Te elemen kerja tersebut dengan posisi masing-masing elemen kerja dalam precedence diagram. Adapun langkah-langkah dari metode RPW adalah sebagai berikut: (A. Nasution, 2003, h, 152)

- 1) Membuat precedence diagram atau diagram jaringan kerja dari OPC
- 2) Menghitung waktu siklus
- 3) Membuat matiks lintasan berdasarkan

precedence diagram.

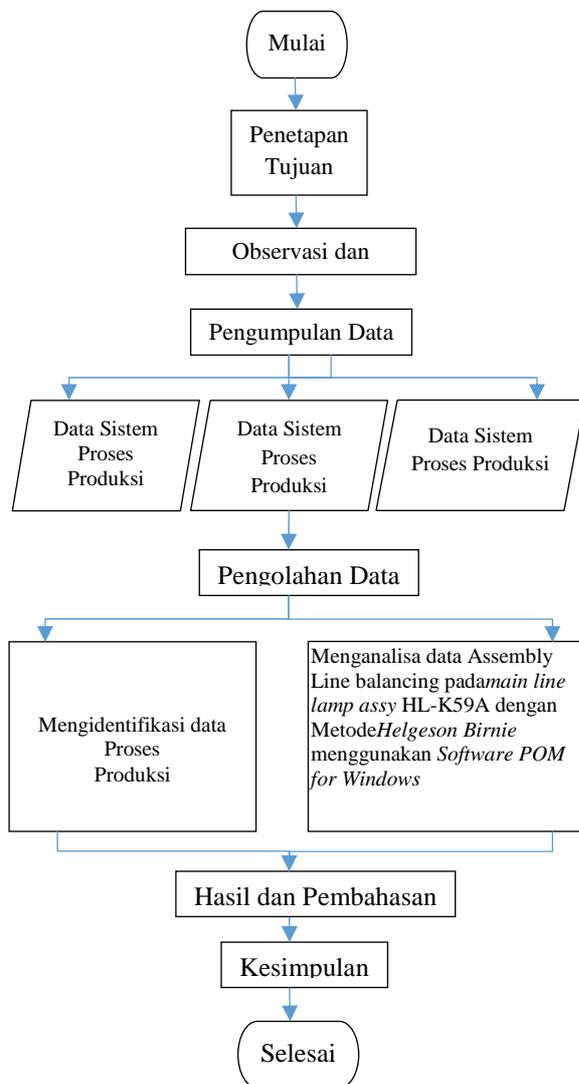
- 4) Hitung bobot posisi tiap operasi yang dihitung berdasarkan jumlah waktu operasi tersebut dan operasi-operasi yang mengikutinya
- 5) Urutan operasi-operasi mulai bobot operasi terbesar sampai dengan terkecil
- 6) Hitung jumlah stasiun kerja minimum
- 7) Buatlah flow diagram untuk stasiun kerja minimum tersebut lalu lakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja mulai dari operasi dari bobot operasi terbesar sampai dengan terkecil, dengan kriteria total waktu operasi lebih kecil dari waktu siklus yang diinginkan
- 8) Lakukan trial and error untuk mendapatkan efisiensi lintasan yang paling tinggi.
- 9) Hitung balance delay lintasan
- 10) Hitung efisiensi lintasan baru yang terbentuk
- 11) Hitung output produksi

3. Metodologi

Obyek pada penelitian ini dilakukan di PT. Indonesia Stanley Electric yang memproduksi produk penerangan kendaraan bermotor, produk ini. Sebagai produsen penghasil produk penerangan PT. Indonesia Stanley Electric menempatkan standar kualitas dan kecepatan kerja, serta tingkat fleksibilitas yang tinggi, hal ini membuat produk penerangan memiliki kelebihan khusus. Untuk memenuhi kebutuhan *customer* penghasil kendaraan bermotor, diperlukan pemahaman terhadap permintaan konsumen itu sendiri. Membuat PT. Indonesia Stanley Electric sebagai penghasil produk penerangan harus bekerja dengan kecepatan tinggi, menghasilkan produk yang efisien merupakan target utama.

Pemenuhan permintaan *customer* diperlukan keseimbangan lintasan yang seimbang,

tujuan pokok dari keseimbangan lintasan dengan memaksimalkan kecepatan di setiap stasiun kerja, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja. Untuk memperoleh hasil yang diinginkan, maka tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut seperti disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alur penelitian

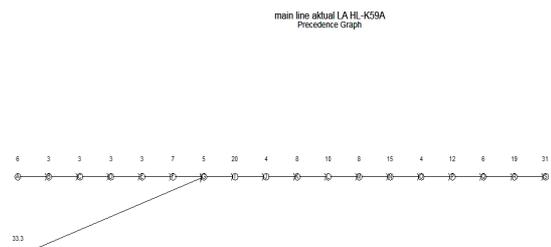
Analisa data yang digunakan untuk mengolala data adalah keseimbangan lintasan, kemudian mengalokasikan dengan metode bobot posisi atau Helgeson-Birnie untuk menyeimbangkan dalam setiap lintasan produksi, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja.

4. Hasil dan Pembahasan

PT. Indonesia Stanley Electric dalam operasinya memiliki beberapa *section*, salah satunya yaitu *section lamp assy* yang merupakan muara dari seluruh *section* dan sebagai tempat terjadinya proses perakitan komponen hingga menjadi sebuah produk penerangan kendaraan. Peneliti difokuskan pada *main line assembly* 13, 15, dan 16. Ketiga *main line* tersebut memproduksi *head lamp* tipe HL-K59A dengan *tack time* 43,5 detik/pcs. Selama pengamatan pada *main line* tersebut selalu memberlakukan *overtime* / jam kerja lembur untuk mengejar target produksi agar memenuhi order dari customer, yang tentunya akan menambah biaya produksi. Hal ini dikarenakan kapasitas terpasang pada *main line* sebanding dengan kapasitas *order* dari *customer* sehingga pada saat terjadi permasalahan yang ada di *main line* tersebut mengakibatkan *backlog* produksi.

Adapun stasiun operasi kerja beserta waktu per stasiun kerja yang dilakukan oleh tenaga kerja dalam mengerjakan sebuah produk khususnya di *main line assembly* HL-K59A. Maka gambar Precedence diagram proses pembuatan *Head Lamp Type* K59A tersaji pada Gambar 3.

Data pengukuran waktu per stasiun kerja yang dilakukan oleh tenaga kerja dalam mengerjakan sebuah produk dengan menggunakan penyeimbang lintasan untuk melakukan perbaikan kerja dengan memanfaatkan hasil pengukuran waktu kerja.



Gambar 3. Precedence diagram proses kerja pada main line assembly HL-K59A

Hasil pengukuran data-data waktu kerja adalah sebagai berikut :

- Jumlah Permintaan *Head Lamp Type* HL-K59A di bulan Januari 2017 sebesar 103.400 unit
- Jumlah hari kerja 1 bulan adalah 27 hari
- Jumlah shift adalah 3 shift dengan komposisi jam kerja Shift 1, Shift 2, dan Shift 3 adalah 460, 400, dan 350 menit
- *Main line* aktif pershift dengan komposisi Shift 1, Shift 2, dan Shift 3 adalah 3, 3, dan 2 *main line* aktif

Sehingga kecepatan lintasan yang diinginkan adalah sebagai berikut :

$$\frac{\sum \text{Waktu Produksi Tersedia}}{\sum \text{Unit yang Diproduksi}} = \frac{27 \text{ hari} \times ((3 \times 460) + (3 \times 400) + (2 \times 350)) \text{ menit}}{103.400 \text{ unit}}$$

$$= 0,697 \frac{\text{menit}}{\text{pcs}} / 41,872 \frac{\text{detik}}{\text{pcs}}$$

Hasil Perhitungan diatas, maka dapat dilihat bahwa kecepatan lintasan yang diinginkan

atau waktu siklus lebih kecil dari pada operasi terpanjang yang ada pada stasiun kerja ($41,87 < 43,5$)detik/pcs, maka waktu yang digunakan untuk menentukan kecepatan lintasan aktual atau waktu siklus yaitu dengan menggunakan waktu operasi terpanjang sebesar 43,5detik, sehingga perkiraan jumlah produksi sebagai berikut:

$$\frac{27 \text{ hari} \times ((3 \times 460) + (3 \times 400) + (2 \times 350)) \text{ menit}}{43,5 \text{ detik/pcs}} = 99.531 \text{ pcs}$$

Workstation merupakan tempat pada lini perakitan dimana proses perakitan dilakukan, menentukan jumlah stasiun kerja dapat ditetapkan dengan rumus:

$$\frac{\text{Total waktu operasi}}{\text{Waktu siklus stasiun kerja}} = \frac{180,2 \text{ detik/pcs}}{43,5 \text{ detik}} = 4,15$$

$$= 5 \text{ workstation}$$

Dengan jumlah stasiun kerja yang diperoleh adalah sebesar 5 stasiun kerja (*workstation*). Berikut stasiun kerja dengan waktu siklus (cycle time) sebesar 180,2 detik/*pcs*, dengan Metode Helgeson-Birnie maka tahap selanjutnya membuat tabel precedence diagram matrix, dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1: Precedence Diagram Matrix

Operasi	Operasi Pengikut																		
Pendahulu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	0	0	0	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Tahap selanjutnya mengurutkan bobot posisi waktu proses operasi dari yang waktu yang terbesar ke terkecil, maka tabel bobot posisi waktu proses operasi sebagai berikut :

Tabel 2: Bobot Posisi Waktu Proses Operasi

Operasi	Waktu	Operasi Pengikut																		Bobot	
		Pendahulu	Operasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
1	6 detik	-	3	3	3	3	7	5	33	20	4	8	10	8	15	4	6	6	4	31	176
2	3 detik	0	-	3	3	3	7	5	33	20	4	8	10	8	15	4	6	6	4	31	173
3	3 detik	0	0	-	3	3	7	5	33	20	4	8	10	8	15	4	6	6	4	31	170
4	3 detik	0	0	0	-	3	7	5	33	20	4	8	10	8	15	4	6	6	4	31	167
5	3 detik	0	0	0	0	-	7	5	33	20	4	8	10	8	15	4	6	6	4	31	164
6	7 detik	0	0	0	0	0	-	5	33	20	4	8	10	8	15	4	6	6	4	31	161
7	5 detik	0	0	0	0	0	0	-	33	20	4	8	10	8	15	4	6	6	4	31	154
8	33detik	0	0	0	0	0	7	5	-	20	4	8	10	8	15	4	6	6	4	31	149
9	20 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	-	4	8	10	8	15	4	6	6	4	31	128
10	4 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	8	10	8	15	4	6	6	4	31	96
11	8 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	10	8	15	4	6	6	4	31	92
12	10 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	8	15	4	6	6	4	31	84
13	8 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	15	4	6	6	4	31	74
14	15 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	4	6	6	4	31	66
15	4 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	6	6	4	31	51
16	6 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	6	4	31	47
17	6 detilk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	4	31	41
18	4 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	31	35
19	31 detik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	32

Berdasarkan perhitungan diatas dengan metode *Helgeson-Birnie*, ada 5 stasiun kerja dimana kecepatan lintasan aktualnya 43,5 detik dengan tingkat efisiensi 100%. Sehingga hasil penyusunan stasiun kerja dengan demikian efisiensi rata-rata aliran kerja proses pada *main line lamp assy*, dapat dilihat pada Tabel 3. Berikut hasil optimalisasi lini proses dengan metode bobot posisi dengan tingkat efisiensi 83%. *Balance delay* merupakan jumlah waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna diantara stasiun-stasiun kerja dengan *balance delay* 17 %, *Smoothness index* 9,1 memperlihatkan tingkat efisiensi yang sama dari sebelumnya. Dengan demikian efisiensi stasiun kerja harus tetap dipertahankan.

Tabel 3. Efisiensi Rata-rata

WS	Operasi	Waktu Stasiun	Idle	Waktu Siklus	Efisiensi
1	A,B,C,D,E,F,G	30	13,5	43,5	69 %
2	H	33,3	10,2	43,5	77 %
3	I,J,K,L	42,6	0,9	43,5	98 %
4	M,N,O,P,Q,R	43,5	0	43,5	100 %
5	S	30,8	12,7	43,5	71 %
Jumlah					4014 %
Rata-Rata					83 %

Keseimbangan lintasan Dengan menggunakan software POM for Windows melandaskan perhitungan pada cara perhitungan manual, berikut cara penggunaannya:

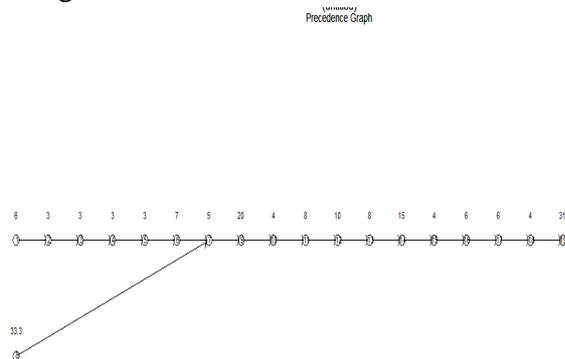
TASK	Seconds	Predecessor 1	Predecessor 2	Predecessor 3	Predecessor 4	Predecessor 5	Predecessor 6
1	5						
2	3	1					
3	3	2					
4	3	3					
5	3	4					
6	7	5					
7	5	6	8				
8	33,3						
9	20	7					
10	4	9					
11	8	10					
12	10	11					
13	8	12					
14	15	13					
15	4	14					
16	6	15					
17	6	16					
18	4	17					
19	31	18					

Gambar 4. Input Assembly Line

Station	Task	Time (seconds)	Time left (seconds)	Ready tasks (unit)
	5	3	33,3	6(128)
	6	7	26,3	7(121)
	7	5	21,3	9(116)
	9	20	1,299999	10(96)
3	10	4	38,3	11(92)
	11	8	30,3	12(84)
	12	10	20,3	13(74)
	13	8	12,3	14(66)
4	14	15	27,3	15(51)
	15	4	23,3	16(47)
	16	6	17,3	17(41)
	17	6	11,3	18(35)
	18	4	7,299999	19(31)
5	19	31	11,3	

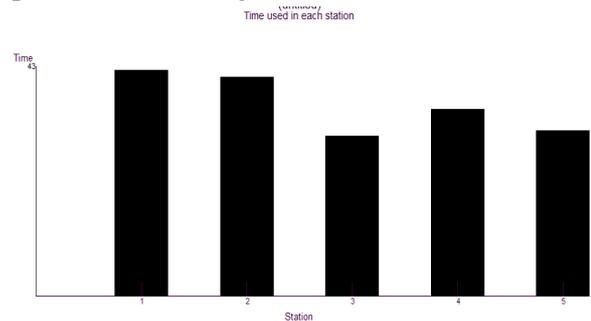
Gambar 5. Input Assembly Lin

Berikut precedence diagram dari POM for Windows untuk waktu per stasiun kerja yang dilakukan oleh tenaga kerja dalam mengerjakan sebuah produk dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 6. Precedence Diagram dari POM for Windows

Dan berikut hasil grafik waktu per stasiun kerja *main line assembly* dengan menggunakan *Software POM for Windows*, maka waktu per stasiun kerja hasilnya pada Gambar 6. Berikut hasil dengan menggunakan software POM for Windows. Dan hasil di atas memperlihatkan tingkat penyeimbangan lini dan optimalisasi yang sama dengan tingkat efisiensi 83%. Dan proses stasiun kerja tertata secara teratur.



Gambar 7. Waktu per Stasiun dengan POM for Windows

5. Kesimpulan

Kecepatan lintasan aktual atau waktu siklus, menentukan waktu setiap stasiun kerja pada setiap stasiun kerja sebesar 43,5detik dengan jumlah produksi per bulan sebanyak 99.531pcs. *Line balancing* pada proses produksi *Head Lamp type K59A* pada waktu per stasiun kerja dimana proses produksi yang harus terselesaikan pada batas waktu yang sudah ditentukan, dengan penyeimbangan lini dan optimalisasi menggunakan metode, sehingga hasil efisiensi sebesar 87%, balance delay 17%, Smoothness index 9,1 menggunakan software POM for Windows waktu proses produksi mempunyai hasil efisiensi yang sama dengan perhitungan konvensional, yaitu waktu efisiensi proses produksi sebesar 83,4%, balance delay 16,6%, Smoothness index 9,1.

7. Daftar Pustaka

- Buffa, E.S. and Rakesh K.S. (1999) *Manajemen Operasi dan produksi Modern Edisi kedelapan*, Penerbit Binarupa Aksara, Jakarta.
- Gaspersz, V. (2002) *Planning and Inventory Control, Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi*
- *MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Heizer, J.B.R. (2006) *Operations Management Buku 2 edisi ketujuh*, Penerbit Salemba Empat, Jakarta.
- Nasution, A.H. (2003) *Perencanaan dan pengendalian produksi*, Edisi pertama, Gunawidya, Surabaya.
- Purnomo, H. (2004) *Pengantar Teknik Industri*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.