

# Analisa Keseimbangan Lintasan Dengan Menggunakan Metode Helgeson-Birnie (*Ranked Positional Weight*) Studi Kasus PT. D

**Adi Kristianto**<sup>†</sup>

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa  
Jl. Kusumanegara No. 157, Yogyakarta  
Email: adikristianto26@gmail.com

**V. Reza Bayu Kurniawan**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa  
Jl. Kusumanegara No. 157, Yogyakarta

**Abstract.** PT. D merupakan perusahaan penerbit buku pendidikan yang menjadi anggota IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia) yang bergerak dalam spesialis buku pendidikan dan percetakan. Sistem produksi yang digunakan adalah *just in time* dan *make to order* demi menciptakan kepuasan dan kepercayaan konsumen. PT. D ingin meningkatkan hasil produksi dengan memaksimalkan proses produksi yang ada di rantai 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 jam kerja selama satu hari sebesar 7 jam kerja sesuai 27 hari kerja sebanyak 3.949 eksemplar selama satu bulan dengan waktu siklus 250 menit. Jumlah stasiun kerja dengan analisa keseimbangan lini, memberikan informasi tentang tingkat efisiensi kerja sehingga diperoleh 4 stasiun kerja dengan *balance delay* 7,5% tingkat efisiensi lintasan sebesar 92,5% memperlihatkan tingkat efisiensi, berdasarkan perhitungan manual maupun dengan *software* hasilnya tetap sama dengan demikian efisiensi stasiun kerja harus tetap dipertahankan untuk stasiun kerja selanjutnya.

**Keywords:** 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 ketidakseimbangan 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 penerbitan

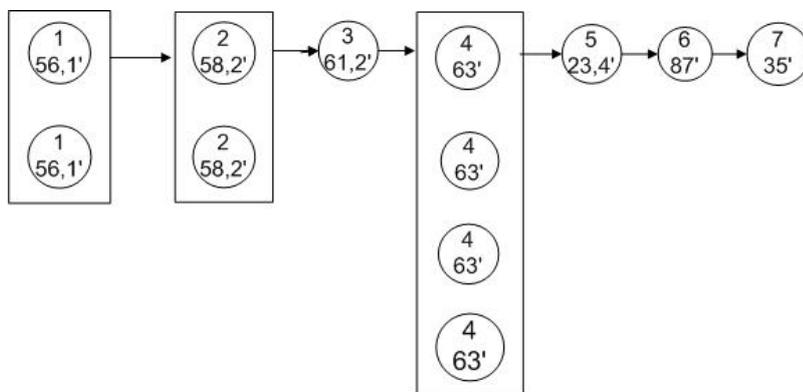
---

<sup>†</sup> :Corresponding Author

buku, dimana keseimbangan lintasan digunakan untuk analisa perencanaan pengawasan proses produksi penerbitan buku 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 kontinu 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 *Helgeson-Birnie* 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 *Line Balancing*

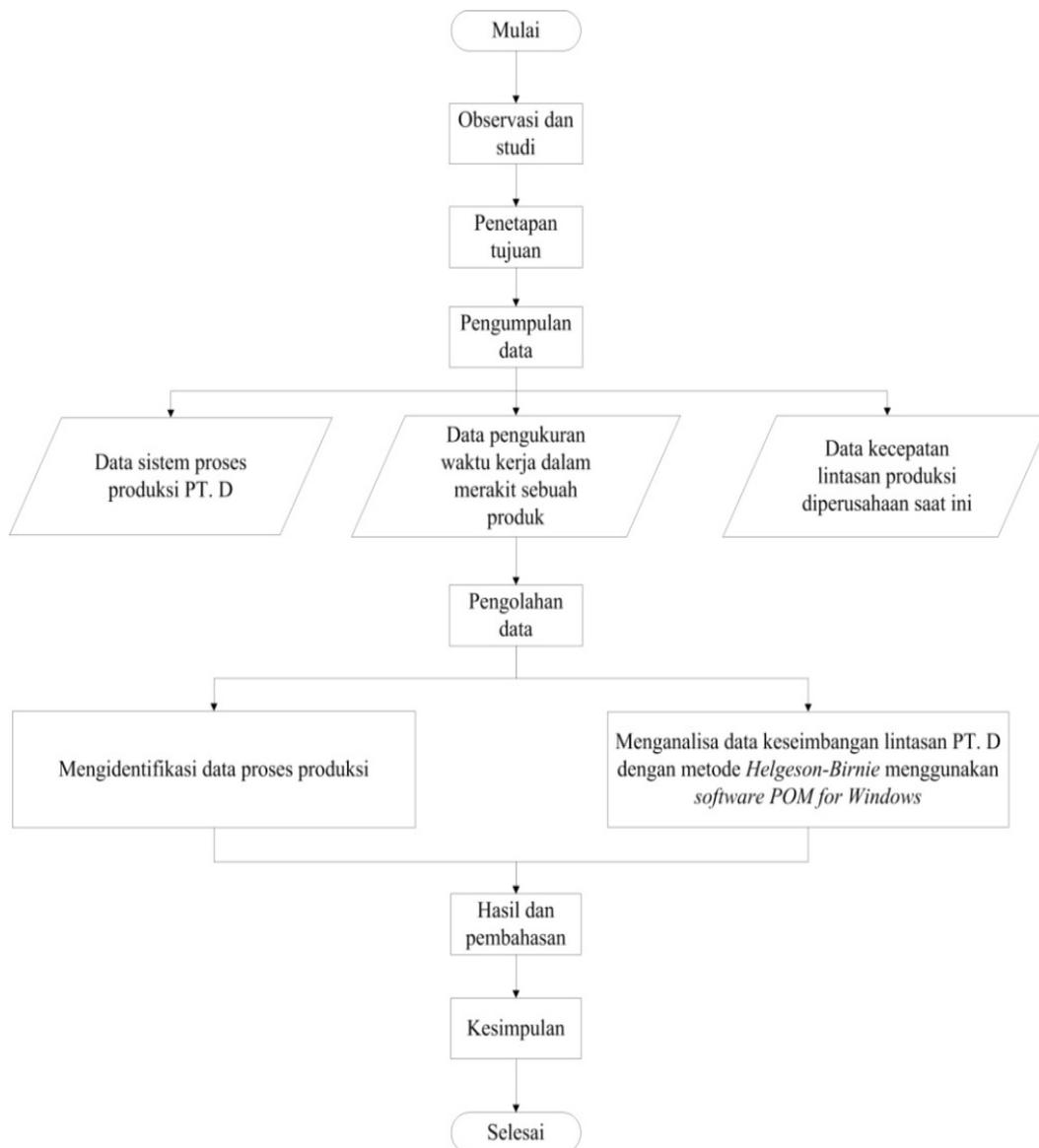
Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan keseimbangan lintasan sistem produksi pada penerbit buku pendidikan belum optimal dalam memenuhi pesanan dari konsumen. Dengan penerapan konsep keseimbangan lintasan pada lini produksi mampu memberikan tingkat efisiensi produktivitas kerja yang ditandai dengan 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. METODOLOGI

Obyek pada penelitian ini dilakukan di PT. D Daerah Istimewa Yogyakarta yang memproduksi produk

buku ajar dan buku referensi untuk keperluan kegiatan belajar, produk ini mengemukakan tentang ketetapan materi yang disajikan, sesuai dengan kurikulum, serta biaya dan harga jual sesuai dengan kantong pembaca. Sebagai produsen buku pendidikan PT. D sebagai penerbit buku pendidikan menempatkan standar kualitas dan kecepatan kerja, serta tingkat fleksibilitas yang tinggi, hal ini membuat produk penerbit buku pendidikan memiliki kelebihan khusus. Untuk memenuhi kebutuhan akademis, diperlukan pemahaman terhadap permintaan konsumen itu sendiri. Membuat PT. D sebagai penerbit buku pendidikan harus bekerja dengan kecepatan tinggi, menghasilkan produk yang efisien merupakan target utama.

Dalam memenuhi permintaan konsumen 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 alir 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.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

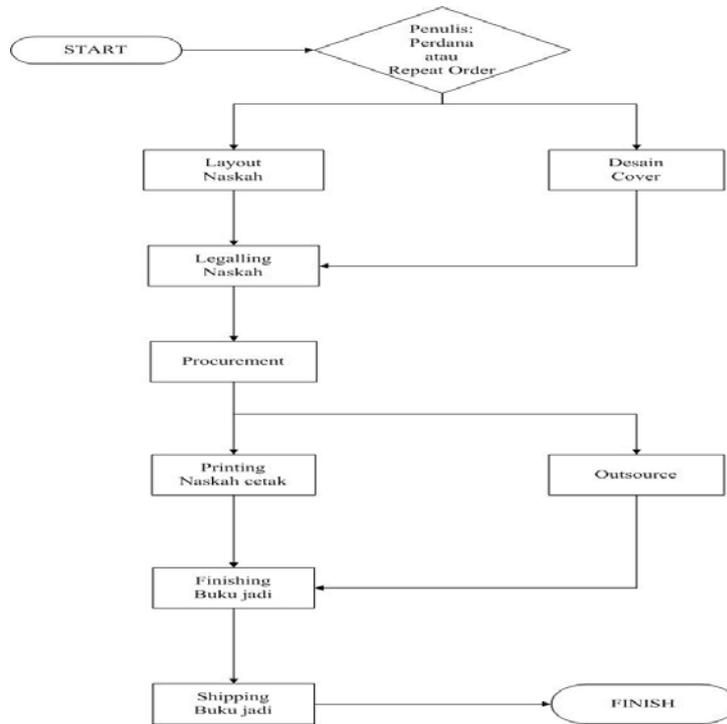
PT. D adalah perusahaan penerbit buku pendidikan yang memproduksi produk buku ajar, dan buku referensi untuk keperluan kegiatan belajar mengajar. Produk ini mengemukakan tentang ketetapan materi yang disajikan, kesesuaian dengan kurikulum, susuai target dan jenis buku

yang dicetak berdasarkan pesanan. Analisa penerapan konsep keseimbangan lintasan adalah untuk memperoleh suatu arus produksi yang lancar dalam memenuhi pesanan, maka Flowchart proses produksi Penerbit Buku Pendidikan PT. D tersaji pada Gambar 3.

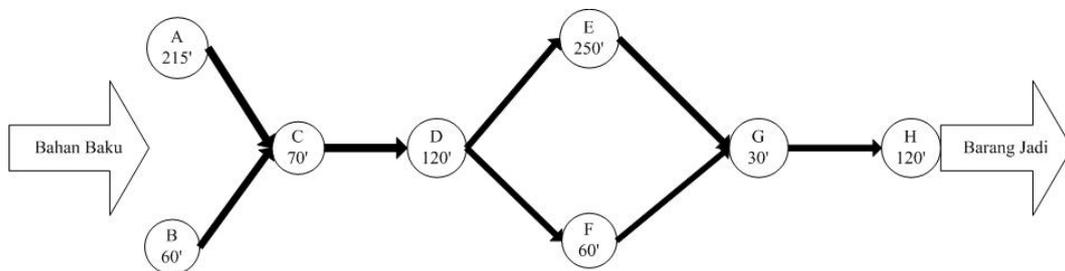
Adapun stasiun operasi kerja beserta waktu per stasiun kerja yang dilakukan oleh tenaga kerja dalam mengerjakan sebuah produk dari awal sampai produk jadi. Maka gambar *Precedence diagram* proses pembuatan buku pendidikan PT. D tersaji pada Gambar 4.

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: Flowchart proses produksi.



Gambar 4: Precedence diagram proses kerja.

Hasil pengukuran data-data waktu kerja adalah sebagai berikut:

- Jumlah permintaan di bulan Oktober 2014 = 3.949 eksemplar
- Jumlah hari kerja 1 bulan = 27 hari
- Jumlah jam 1 hari = 7 jam
- Waktu operasi terpanjang = 250 menit

Sehingga kecepatan lintasan yang diinginkan sebagai berikut:

$$\frac{\sum \text{waktu yang tersedia}}{\sum \text{unit yang diproduksi}} = \frac{27 \text{ hari} \times 7 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}{3949} = 2872 \text{ min/eks}$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka dapat dilihat bahwa kecepatan lintasan yang diinginkan atau waktu

siklusnya lebih kecil dari pada operasi terpanjang yang ada pada stasiun kerja ( $2,87 < 250$ ), maka waktu yang digunakan untuk menentukan kecepatan lintasan aktual atau waktu siklus yaitu dengan menggunakan waktu operasi terpanjang sebesar 250 menit. Perkiraan jumlah produksi sebagai berikut:

$$\frac{27 \text{ hari} \times 7 \text{ jam} \times 60 \text{ menit}}{250 \text{ min/eks}} = 45,36 = 46 \text{ eksemplar}$$

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

$$\frac{\text{total waktu operasi}}{\text{waktu siklus stasiun kerja}} = \frac{925 \text{ min}}{250 \text{ min}} = 3,70 \approx 46 \text{ workstation}$$

Dengan jumlah stasiun kerja yang diperoleh adalah sebesar 4 stasiun kerja (*work station*). Berikut stasiun kerja dengan waktu siklus (*cycle time*) sebesar 250 menit/eksemplar. Dengan Metode *Helgeson-Birnie* atau

*Ranked Positional Weight (RPW)*, 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
1	-	-	1	1	1	1	1	1	1
2	0	-	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	-	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	-	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	-	-	1	1	1
6	0	0	0	0	0	-	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	-	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	-	1

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
		Operasi	1	2	3	4	5	6	7	
1	215	-	0	70	120	250	60	30	120	865
2	60	0	-	70	120	250	60	30	120	710
3	70	0	0	-	120	250	60	30	120	650
4	120	0	0	0	-	250	60	30	120	580
5	250	0	0	0	0	-	0	30	120	400
6	60	0	0	0	0	0	-	30	120	210
7	30	0	0	0	0	0	0	-	120	150
8	120	0	0	0	0	0	0	0	-	120

Berdasarkan perhitungan diatas dengan metode *ranked positional weight (RPW)*, ada 4 stasiun kerja dimana kecepatan lintasan aktualnya 250 menit dengan tingkat efisiensi 100%. Sehingga hasil penyusunan stasiun kerja dengan demikian efisiensi rata-rata aliran kerja proses operasi Penerbit Buku Pendidikan PT. D, dapat dilihat pada Tabel 3.

Berikut hasil optimalisasi lini proses dengan metode bobot posisi dengan tingkat efisiensi 92,5%. *Balance delay* merupakan jumlah waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna diantara stasiun-stasiun kerja dengan *balance delay* 7,5%, *Smoothness index* 53,15 menit waktu kerja memperlihatkan tingkat efisiensi yang sama dari sebelumnya. Dengan demikian efisiensi stasiun kerja harus tetap dipertahankan.

Tabel 3: Efisiensi Rata-rata Produksi

WS	Operasi	Waktu Stasiun	Idle	Waktu Siklus	Effisiensi
1	A	215	35	250	86%
2	B,C,D	250	0	250	100%
3	E	250	0	250	100%
4	F,G,H	210	40	250	84%
Jumlah					370%
Rata-rata					92,5%

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

TASK	Minutes	Predecessor 1	Predecessor 2	Predecessor 3	Predecessor 4	Predecessor 5	Predecessor 6
A	215						
B	60						
C	70	A	B				
D	120	C					
E	250	D					
F	60	D					
G	30	E	F				
H	120	G					

Gambar 5: Input Assembly Line.

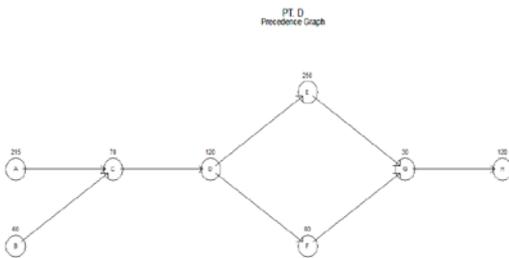
Station	Task	Time (minutes)	Time left (minutes)	Ready tasks (potential unit)
1	A	215	35	A(85), B(710)
2	B	60	150	C(850)
	C	70	120	D(580)
	D	120	0	E(400), F(210)
3	E	250	0	F(210)
4	F	60	150	G(150)
	G	30	180	H(120)
	H	120	40	

Summary Statistics	
Cycle time	250 minutes
Site (theoretical) # of stations	4
Actual # of stations	4
Time allocated (cycle time * # stations)	1000 minutes/cycle
Time needed (sum of task times)	925 minutes/cycle
Site time (allocated-needed)	75 minutes/cycle
Efficiency (needed/allocated)	92.5%
Balance Delay (1-efficiency)	7.5%

Gambar 6: Output Hasil Komputasi POM for Windows.

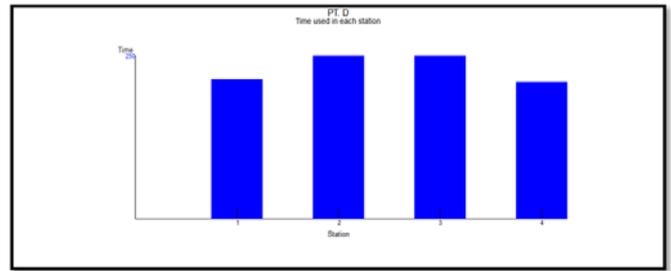
Berikut *precedence diagram* dari POM for Windows untuk waktu per stasiun kerja yang dilakukan oleh tenaga kerja dalam mengerjakan sebuah produk dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 7: Precedence Diagram dari POM for Windows.

Dan berikut hasil grafik waktu per stasiun kerja di PT. D dengan menggunakan POM for Windows, maka waktu per stasiun kerja hasilnya pada Gambar 7.

Berikut hasil dengan menggunakan software POM for Windows. Dan hasil di atas memperlihatkan tingkat penyeimbangan lini dan optimalisasi yang sama dengan tingkat efisiensi 92,5%. Dan proses stasiun kerja tertata secara teratur.



Gambar 7: Waktu per Stasiun dengan POM for Windows.

#### 4. KESIMPULAN

Kecepatan lintasan aktual atau waktu siklus, menentukan waktu setiap stasiun kerja pada setiap stasiun kerja sebesar 250 menit dengan jumlah produksi per bulan sebanyak 46 unit. *Line balancing* pada proses produksi Penerbit Buku Pendidikan PT. D pada waktu per stasiun kerja dimana proses produksi yang harus terselsaikan pada batas waktu yang sudah ditentukan, dengan penyeimbangan lini dan optimalisasi menggunakan metode, sehingga hasil efisiensi sebesar 92,5%, *balance delay* 7,5%, *Smoothness index* 53,15 menit dengan menggunakan software POM for Windows waktu proses produksi mempunyai hasil efisiensi yang sama dengan perhitungan konvensional, yaitu waktu efisiensi proses produksi sebesar 92,5%, *balance delay* 7,5%, *Smoothness index* 53,15 menit.

#### REFERENCES

Buffa, E.S. and Rakesh K.S. (1999) *Manajemen Operasi dan produksi Modern Edisi kedelapan*, Penerbit Binarupa Aksara, Jakarta.

Gaspersz, V. (2002) *Production 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.