

ANALISIS LINE BALANCING UNTUK KESEIMBANGAN PROSES PRODUKSI ANTIMO TABLET DI PT. PHAPROS SEMARANG

Muhammad Faqih Mujahidulloh^{*)}, Dr. rer. Oec. Arfan Bakhtiar, S.T., M.T.

*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof Soedarto, SH. Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

PT. Phapros, Tbk merupakan perusahaan farmasi yang memproduksi berbagai jenis obat yang beredar di pasaran. Salah satu produk yang menjadi andalan PT. Phapros, Tbk adalah produk antimo tablet. Produk antimo tablet merupakan produk dengan demand tertinggi dan merupakan sumber pemasukan terbesar bagi PT. Phapros, Tbk. Setelah dilakukan pengamatan pada proses produksi antimo tablet di PT. Phapros, Tbk, masih terdapat beberapa permasalahan produksi. Beberapa di antaranya adalah terjadinya waktu tunggu, dan adanya penyimpanan produk setengah jadi yang tidak menambah value. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis line balancing pada proses produksi antimo tablet agar menghasilkan proses produksi dengan stasiun kerja optimal untuk memenuhi demand yang tinggi. Penelitian ini membahas beberapa alternatif line balancing untuk proses produksi antimo tablet di PT. Phapros Tbk dan memberikan saran alternatif terbaik.

Kata Kunci: *Line Balancing, Stasiun Kerja, Line Efficiency, Smoothness Index*

Abstract

Line Balancing Analysis for the Balance of Antimo Tablet Production Process at PT. Phapros Semarang. PT. Phapros, Tbk is a pharmaceutical company that produces various types of drugs circulating in the market. One of the products that become the mainstay of PT. Phapros, Tbk is Antimo tablet. Antimo tablet among other products has the highest demand and is by far the biggest source of income for PT. Phapros, Tbk. After observation on Antimo tablet production process at PT. Phapros, Tbk, there were some production problems. Some of them are the occurrence of waiting times, and the storage of semi-finished products that do not add value to the product. The purpose of this research is to conduct line balancing analysis on Antimo tablet production process to outcome a production process with optimal work station to fulfill high demand. This research discusses some alternatives of balancing line for antimo tablet production process at PT. Phapros Tbk and provide the best alternative advice.

Keywords: *Line Balancing, Work Station, Line Efficiency, Smoothness Index*

PENDAHULUAN

Pada perusahaan manufaktur, proses produksi merupakan suatu rutinitas sehingga pihak perusahaan menganggap bahwa proses tersebut sudah baik dan optimal untuk produknya. Namun jika diamati kembali, sangat memungkinkan bahwa dalam proses produksi tersebut masih terdapat permasalahan yang menyebabkan kurang maksimalnya produktivitas perusahaan.

PT Phapros, Tbk merupakan perusahaan nasional yang bergerak di bidang farmasi. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang cukup di kenal secara nasional dengan berbagai macam sertifikasi ISO dan OHSAS. Produk yang dihasilkan bervariasi namun dibagi dalam 2 kategori yaitu TTSK (tablet, tablet salut, kapsul) dan ISS (injeksi, sirup, salep). Perusahaan juga melayani jasa toll in dan toll out bagi pelanggan yang ingin customize produknya. Produk-produk yang dihasilkan didistribusikan secara nasional maupun diekspor ke mancanegara.

Setelah dilakukan pengamatan pada proses produksi PT Phapros, Tbk, terdapat permasalahan khususnya pada produksi produk antimo tablet. Proses produksi

^{*)} Penulis Korespondensi.

E-mail: faqih.mf@live.com

untuk semua produk pada PT Phapros saat ini didasarkan pada diagram pareto setiap bulan. Diagram ini memuat data mengenai jenis produk yang diproduksi dan jumlahnya. Dari diagram tersebut kemudian ditentukan produk apa yang merupakan prioritas untuk diproduksi pada bulan tersebut. Hal ini menyebabkan tidak menentunya proses produksi khususnya untuk produk animo di mana terdapat beberapa permasalahan yang dapat diamati, antara lain:

- Banyak terjadi waktu tunggu
- Terjadi penyimpanan barang setengah jadi
- Tidak menentu dalam jumlah mesin yang digunakan khususnya proses pengemasan terkadang menggunakan 3 mesin KDS dan terkadang hanya menggunakan 2 mesin KDS

Pada proses produksi animo tablet terdapat permasalahan pada keseimbangan lintasan produksi. Proses permesinan dalam produksi animo yang tidak seimbang mengakibatkan banyak waktu terbuang sehingga produksi kurang optimal. Pada penelitian ini, penulis akan melakukan analisis line balancing pada produk animo untuk meningkatkan produktivitas produk animo pada PT Phapros, Tbk.

KAJIAN LITERATUR

Line balancing merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen tugas dari suatu assembly line ke work station untuk meminimumkan banyaknya work station dan meminimumkan total harga idle time pada semua stasiun untuk tingkat output tertentu. Dalam penyeimbangan tugas ini, kebutuhan waktu per unit produk yang dispesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan sekuensial harus dipertimbangkan (Gaspersz, 2004).

Line balancing merupakan penyeimbangan sumberdaya yang diberikan dalam setiap lintasan produksi kepada sekelompok orang ataupun mesin yang melakukan tugas-tugas sekuensial dalam merakit suatu produk, sehingga dicapai efisiensi kerja yang tinggi di setiap stasiun kerja. Untuk mendesain tata letak lini, masalah utamanya adalah menyusun proses kerja agar dihasilkan arus produksi yang mulus. Proses penyusunan tersebut dinamakan *line balancing* (Buffa & Rakesh, 1999). Dalam line balancing dilakukan penugasan ke dalam stasiun-stasiun kerja yang saling berkaitan dalam satu lintasan atau lini produksi. Stasiun kerja tersebut memiliki waktu yang tidak melebihi waktu siklus dan stasiun kerja.

Tujuan Line Balancing

Tujuan line balancing adalah membuat suatu lintasan produksi yang seimbang dalam proses yang dilakukan pada setiap stasiun kerja. Tujuan pokok dari line balancing adalah meminimumkan waktu menganggur (idle time) pada lintasan yang ditentukan oleh operasi yang paling lambat (Baroto, 2002).

Dengan dilakukannya line balancing maka dapat diperoleh suatu arus produksi yang lancar dalam rangka memperoleh utilisasi yang tinggi atas sumberdaya yang tersedia, di mana setiap elemen kerja dikelompokkan sedemikian rupa sehingga diperoleh keseimbangan waktu kerja yang baik. Permulaan munculnya teori line balancing berasal dari ketidakseimbangan lintasan produksi yang berupa adanya work in process pada beberapa workstation.

Metode Line Balancing

Metode-metode yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah dalam line balancing adalah sebagai berikut (Hartini, 2011):

- a. Metode heuristik
Metode heuristik merupakan metode yang berdasarkan pengalaman, intuisi maupun aturan-aturan empiris untuk memperoleh solusi yang lebih baik daripada solusi yang telah dicapai sebelumnya.
- b. Metode analitis atau matematis
Metode analitis atau matematis merupakan metode yang menggambarkan keadaan pada dunia nyata melalui simbol-simbol matematis berupa persamaan dan pertidaksamaan untuk menyelesaikan permasalahan *line balancing*.
- c. Metode probabilistik
Metode probabilistik merupakan metode yang dikembangkan karena sering kali kesulitan untuk mengatasi permasalahan *line balancing*, terutama disebabkan oleh adanya perubahan kecepatan kerja (konsistensi kerja) yang menyebabkan waktu siklus bervariasi dan tidak menentu.
- d. Metode simulasi
Metode simulasi merupakan metode yang meniru tingkah laku sistem dengan mempelajari interaksi komponen-komponen. Karena tidak memerlukan fungsi-fungsi matematis secara eksplisit untuk merealisasikan variabel-variabel sistem, maka model simulasi ini dapat digunakan untuk memecahkan sistem kompleks yang tidak dapat diselesaikan secara matematis.
- e. Metode *branch and bound*
Pada dasarnya metode ini adalah prosedur diagram pohon keputusan. Setiap iterasi dan prosedur ini dimulai dengan sebuah simpul yang menggambarkan penugasan elemen-elemen kerja pada sebuah stasiun kerja. Apabila ditemukan bahwa tidak ada solusi terdekat, prosedur bercabang pada sejumlah simpul turunan yang sebelumnya tidak terdominasi tetapi *feasible* kemudian dihitung batas bawah untuk setiap simpul. Simpul yang batas bawahnya paling kecil akan diambil

sebagai patokan untuk iterasi berikutnya, seandainya solusi awalnya baik.

Ranked Positional Weight (RPW)

Ranked Position Weight merupakan salah satu metode heuristik yang diusulkan oleh Helgeson dan Birnie sebagai pendekatan untuk memecahkan permasalahan pada keseimbangan lini dan menemukan solusi dengan cepat. Konsep metode ini adalah menentukan jumlah stasiun kerja minimal dan melakukan pembagian *task* ke dalam stasiun kerja dengan cara memberikan bobot posisi kepada setiap *task* sehingga semua *task* telah ditempatkan kepada sebuah stasiun kerja. Langkah-langkah metode ini adalah sebagai berikut (Heizer & Render, 2006):

1. Lakukan penghitungan bobot posisi untuk setiap *task*. Bobot posisi setiap *task* dihitung dari bobot suatu *task* ditambah dengan bobot *task-task* setelahnya.
2. Lakukan pengurutan *task* berdasarkan bobot posisi, yaitu dari bobot posisi besar ke bobot posisi kecil.
3. Tempatkan *task* dengan bobot terbesar ke sebuah stasiun kerja sepanjang tidak melanggar *precedence constraint* dan waktu stasiun kerja tidak melebihi waktu siklus.
4. Lakukan langkah 3 hingga semua *task* telah ditempatkan kepada suatu stasiun kerja.

Performansi Lintasan

Secara matematis, kriteria yang umum digunakan dalam performansi keseimbangan lintasan perakitan adalah:

- a. Waktu menganggur (*idle time*)
Idle time adalah selisih atau perbedaan waktu antara waktu siklus dan waktu stasiun kerja.
- b. Keseimbangan waktu senggang (*balance delay*)
Balance delay merupakan ukuran tingkat tidak efisiennya lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang optimal di antara stasiun kerja
- c. Efisiensi stasiun kerja
Efisiensi stasiun kerja merupakan persen rasio antara waktu operasi tiap stasiun kerja dengan waktu operasi terbesar pada stasiun kerja tersebut.
- d. *Work station*
Work station merupakan tempat pada lini produksi di mana proses perakitan dilakukan. Setelah menentukan interval waktu siklus, maka jumlah stasiun kerja yang efisien dapat ditentukan dengan membagi jumlah waktu yang tersedia dengan waktu siklus.
- e. Efisiensi lintasan produksi (*line efficiency*)
Line efficiency merupakan rasio dari total waktu stasiun kerja dibagi dengan siklus dikalikan jumlah stasiun kerja atau jumlah efisiensi stasiun kerja

dibagi jumlah stasiun kerja (Nasution, 2003). Berikut rumus perhitungan *Line Efficiency*:

$$LE = \frac{\sum STk}{K.Ct} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

- STk = waktu baku stasiun kerja
- K = jumlah stasiun kerja
- Ct = waktu siklus

f. Smoothness index

Smoothness index merupakan indeks yang menunjukkan kelancaran relatif dari penyeimbangan lini perakitan tertentu. Berikut rumus perhitungan *Smoothness index*:

$$SI = \sqrt{\sum (Stmax - STk)^2} \quad (2)$$

Keterangan:

- Stmax = waktu baku stasiun kerja maksimal
- Stk = waktu baku stasiun kerja

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT Phapros pada bagian produksi, khususnya proses pembuatan produk antimo tablet. Penelitian dilakukan sejak tanggal 3 Januari 2018 sampai dengan 31 Januari 2018.

Teknik Pungumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wawancara
Data dikumpulkan dengan melakukan tanya jawab secara langsung dengan pihak-pihak terkait dengan penelitian, yaitu bagian PPIC dan bagian produksi TTSK pada PT Phapros.
2. Observasi
Data dikumpulkan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap hal-hal yang berkaitan dengan penelitian.

Teknik Pengolahan Data

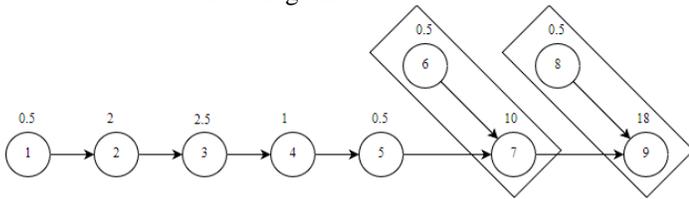
Pada penelitian mengenai *line balancing* produk pada PT Phapros, data yang dikumpulkan diolah dengan:

1. Mengidentifikasi lini produksi yang saat ini digunakan oleh PT Phapros untuk produksi antimo tablet
2. Mengidentifikasi waktu pemrosesan tiap mesin yang digunakan dalam produksi antimo tablet.
3. Menyeimbangkan waktu pemrosesan yang dilakukan pada mesin-mesin yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dilakukan dengan cara tanya jawab secara langsung pada bagian PPIC dan bagian produksi TTSK, selain itu juga melalui pengamatan secara langsung terhadap proses produksi antimo tablet. Berikut data yang diperoleh:

- Precedence diagram



Gambar 1. Precedence Diagram Produksi Antimo Tablet

- Waktu Baku

Tabel 1. Waktu Baku Produksi Antimo Tablet

No	Nama Operasi (Mesin)	Waktu Baku (jam)
1	Persiapan granulasi	0.5
2	Granulasi (SM)	2
3	Drying (FBD)	2.5
4	Milling (Cone Mill)	1
5	Lubrikasi (BIN)	0.5
6	Persiapan cetak	0.5
7	Cetak (Manesty)	10
8	Persiapan stripping	0.5
9	Stripping (KDS)	18

- Forecast demand

Tabel 2. Demand Antimo Tablet Tahun 2018

Bulan	Qty (butir)
1	20,050,000
2	26,800,000
3	25,250,000
4	30,700,000
5	30,700,000
6	31,600,000
7	25,440,000
8	25,440,000
9	21,300,000
10	15,780,000
11	25,250,000
12	21,140,000
Total	299,450,000

- Jam kerja

Berikut merupakan jam kerja yang tersedia untuk semua produksi PT Phapros, Tbk tahun 2018:

Total demand = 299,450,000 butir \approx 300 batch
 3 shift per hari = Senin - Jumat 19 jam, Sabtu 15 jam
 1 pekan = 110 jam
 1 bulan = 440 jam
 12 bulan = 5280 jam

- Perhitungan Jumlah Stasiun Kerja Optimum
 Berikut merupakan perhitungan jumlah stasiun kerja optimum:

- Pendekatan teknis

Waktu siklus = 10 jam

$$\text{Jumlah stasiun kerja optimum} = \frac{\text{Waktu baku total}}{\text{waktu siklus}}$$

$$= \frac{26,5}{10}$$

$$= 2,65 \approx 3 \text{ stasiun kerja}$$

- Pendekatan demand

$$\text{Waktu siklus} = \frac{\text{Efisiensi jam kerja}}{\text{Demand total}}$$

$$\text{Waktu siklus} = \frac{5280}{300}$$

$$\text{Waktu siklus} = 17,6 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah stasiun kerja optimum} = \frac{\text{Waktu baku total}}{\text{waktu siklus}}$$

$$= \frac{26,5}{17,6}$$

$$= 1,5 \approx 2 \text{ stasiun kerja}$$

- Pembentukan Stasiun Kerja

Pembentukan stasiun kerja menggunakan metode heuristik untuk penyederhanaan urutan kerja dan pengelompokan beberapa elemen kerja ke dalam stasiun kerja. Metode *line balancing* yang digunakan adalah metode *Ranked Position Weight (RPW)*. Berikut merupakan tabel urutan bobot elemen kerja metode RPW:

Tabel 3. Rank Bobot RPW

Rank	Elemen Kerja (Mesin)	Bobot
1	Persiapan granulasi	25.5
2	Granulasi (SM)	25
3	Drying (FBD)	23
4	Milling (Cone Mill)	20.5
5	Lubrikasi (BIN)	19.5
6	Persiapan cetak	19.5
7	Cetak (Manesty)	19
8	Persiapan stripping	9.5
9	Stripping (KDS)	9

Selanjutnya penyusunan stasiun kerja diutamakan dari elemen kerja dengan bobot terbesar dengan memperhatikan *precedence diagram* dan waktu siklus

yang ditetapkan. Berikut merupakan hasil pembentukan stasiun kerja berdasarkan 2 pendekatan waktu siklus:

- Pendekatan teknis

Tabel 4. Hasil Pendekatan Teknis

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu	Jumlah Waktu	Slack Time
1	Persiapan granulasi	0.5	6.5	3.5
	Granulasi (SM)	2		
	Drying (FBD)	2.5		
	Milling (Cone Mill)	1		
	Lubrikasi (BIN)	0.5		
2	Persiapan cetak	0.5	10	0
	Cetak (Manesty)	10		
3	Persiapan stripping	0.5	9	1
	Stripping (KDS)	9		

Proses persiapan cetak dapat dilakukan sebelum proses pada stasiun kerja 1 selesai sehingga tidak menambah waktu baku stasiun kerja 2, begitu juga dengan proses persiapan stripping pada stasiun kerja 3. Proses stripping menggunakan 2 mesin KDS sehingga waktu baku menjadi 9 jam. Berikut perhitungan performansi lintasan pendekatan teknis:

$$LE = \frac{\sum STk}{K.Ct} \times 100\% = \frac{25.5}{3 \times 10} \times 100\% = 85\%$$

$$SI = \sqrt{\sum (Stmax - STk)^2} = \sqrt{13,25} = 3,64$$

- Pendekatan demand

Tabel 5. Hasil Pendekatan Demand

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Waktu	Jumlah Waktu	Slack Time
1	Persiapan granulasi	0.5	17	0
	Granulasi (SM)	2		
	Drying (FBD)	2.5		
	Milling (Cone Mill)	1		
	Lubrikasi (BIN)	0.5		
	Persiapan cetak	0.5		
2	Persiapan stripping	0.5	9	8
	Stripping (KDS)	9		

Proses persiapan stripping dapat dilakukan sebelum proses pada stasiun kerja 1 selesai sehingga tidak menambah waktu baku stasiun kerja 2. Proses stripping menggunakan 2 mesin KDS sehingga waktu baku menjadi 9 jam. Berikut perhitungan performansi lintasan pendekatan demand:

$$LE = \frac{\sum STk}{K.Ct} \times 100\% = \frac{26}{2 \times 17,6} \times 100\% = 76,47\%$$

$$SI = \sqrt{\sum (Stmax - STk)^2} = \sqrt{64} = 8$$

c. Pemilihan Metode Terbaik

Pemilihan metode line balancing dapat dilihat dari nilai LE dan SI. Berikut rekap nilai LE dan SI:

Tabel 6. Rekap Performansi

No.	Metode	LE	SI	Jumlah SK
1	Pendekatan Teknis	85%	3.64	3
2	Pendekatan Demand	76.47%	8	2

Berdasarkan perbandingan LE dan SI dari kedua metode, diperoleh LE dan SI metode pendekatan teknis sebesar 85% dan 3,64. Sedangkan metode pendekatan demand diperoleh nilai LE dan SI sebesar 76,47% dan 8. Metode terbaik dipilih dari metode dengan nilai SI yang terkecil dan nilai LE yang terbesar yaitu metode pendekatan teknis dengan nilai SI 3,64 dan nilai LE 85%.

KESIMPULAN

Terdapat 9 proses atau elemen kerja yang dilakukan untuk memproduksi produk antimo tablet. Alur produksi antimo tablet pada PT Phapros diawali dengan persiapan granulasi dengan melakukan set up mesin Super Mixer, kemudian proses granulasi dilakukan pada mesin Super Mixer, selanjutnya proses drying pada mesin FBD, proses milling pada mesin Cone Mill, proses lubrikasi pada mesin BIN Tumbling, kemudian dilakukan persiapan cetak, proses cetak pada mesin Manesty, terakhir persiapan stripping dan proses stripping yang dilakukan pada mesin KDS.

Ketidakeimbangan proses produksi antimo tablet terlihat dari data waktu baku proses yang dikumpulkan. Waktu baku proses granulasi adalah 2 jam, proses drying 2,5 jam, proses milling 1 jam, proses lubrikasi 0,5 jam, proses cetak 10 jam, dan proses stripping 18 jam. Waktu yang tidak seimbang antar stasiun kerja mengakibatkan timbulnya waktu menganggur, juga terjadi *work in process* atau penyimpanan produk setengah jadi yang tidak menambah *value* pada produk.

Metode *line balancing* heuristik digunakan untuk menyusun stasiun kerja yang optimal bagi proses

produksi antimo tablet pada PT Phapros Semarang khususnya metode *Ranked Positional Weight* (RPW). Alternatif terbaik yang digunakan adalah metode heuristik *Ranked Positional Weight* (RPW) dengan menggunakan waktu siklus pendekatan teknis yaitu 10 jam. Dengan menggunakan metode RPW dan waktu siklus pendekatan teknis, diperoleh nilai *line efficiency* 85% dan nilai *smoothness index* 3,64. Ditetapkannya usulan perbaikan penyusunan stasiun kerja menggunakan metode tersebut menimbulkan dampak positif dan negatif bagi perusahaan. Dampak positifnya adalah dapat mengurangi jumlah operator yang dibutuhkan pada proses produksi antimo tablet, dan dapat memenuhi demand dalam waktu yang cepat. Sedangkan dampak negatifnya adalah jika proses dilakukan selama setahun penuh maka akan terjadi *over production* antimo tablet, sementara jika produksi dihentikan setelah demand terpenuhi maka akan terdapat beberapa mesin yang menganggur pada sisa waktu produksi.

Daftar Pustaka

- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Buffa, E. S., & Rakesh, K. S. (1999). *Manajemen Operasi dan Produksi Modern Edisi kedelapan*. Jakarta: Penerbit Binarupa Aksara.
- Gaspersz, V. (2004). *Production Planning And Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.
- Ginting, R. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hartini, S. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal: Cetakan Ketiga*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Heizer, J., & Render, B. (2006). *Operations Management Buku 2 edisi ke tujuh*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Nasution. (2003). *Metode Research*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.