

MINIMALISIR ANTRIAN DENGAN PENERAPAN LINE BALANCING DI PT. KEBON AGUNG

Sudarto

Abstrak : Perusahaan PG. Kebun Agung Malang adalah salah satu perusahaan penghasil gula yang ada di Kabupaten Malang yang mana terletak disebelah selatan kota Malang. Perusahaan yang memproduksi gula dengan kualitas baik. Perusahaan ini adalah peninggalan jaman Belanda namun sampai saat ini masih eksis dan masih produksi dengan baik dengan manusia-manusia yang terlatih yang bisa memproduksi gula dengan kualitas super. Dengan baiknya produksi gula maka secara tidak langsung membantu kebutuhan bangsa ini dengan menghasilkan dan memenuhi kebutuhan masyarakat baik masyarakat lokal maupun nasional dengan lancarnya produksi gula secara tidak langsung pula menghambat import dan paling penting perusahaan bisa mengangkat perekonomian pekerja, masyarakat sekitar dan pemerintah. Penelitian dan pengamatan dilakukan dibagian proses produksi di salah satu stasiun kerja yang sering mengalami hambatan bottleneck pada stasiun persiapan. Pada stasiun kerja tersebut truk atau armada lain yang mengangkut tebu diharuskan ditimbang sebelum tebu dibawa ke stasiun kerja giling. Bahan baku tebu yaitu tebu yang berasal dari para petani maupun dari perkebunan perusahaan sendiri diwajibkan melalui stasiun kerja timbangan yang sudah diatas truck maupun truck yang tidak ada muatan supaya tahu berat bersihnya truck maupun isinya yaitu tebu. Oleh karena itu maka terjadilah suatu antrian di stasiun kerja timbangan yang mana tidak sesuai dengan jadwal proses produksi yang mana apabila kelamaan antri dikawatirkan menurunnya kualitas tebu itu sendiri. Mencegah hal atau masalah itu terjadi maka penerapan teori bottleneck supaya produksi dapat efisien dan efektif dengan menerapkan analisis Line Balancing dari proses produksi.

Kata Kunci : Antrian, Bottleneck, Line Balancing.

PENDAHULUAN

Proses produksi dikatakan memenuhi standar dan sesuai harapan makan mulai bahan baku masuk proses produksi mulai stasiun kerja pertama sampai stasiun kerja terakhir harus terencana sesuai harapan. Karena masalah tersebut dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan kelancaran proses produksi maka kebutuhan pelanggan akan terpenuhi. Dengan kelancaran proses dalam sistim produksi dapat menjadi jembatan yang akan terjadinya proses transformasi dari input menjadi output di perusahaan tersebut. Baik perusahaan, karyawan, supplier mengharapkan proses produksi lancar yang akan menjaga keberlangsungan, pengendalian proses produksi yang sesuai harapan maka pelaksanaan proses produksi akan terpenuhi. Kemacetan (bottleneck) merupakan terjadi antrian barang yang menunggu proses produksi lebih lanjut. Untuk itu langkah yang dilakukan memperlancar produksi antara lain menghindari atau meminimalisir antrian pada setiap stasiun kerja atau unit kerja dalam proses produks. Pelaksanaan dalam suatu proses stasiun kerja pada pekerjaan diperlukan metode yang bisa mengoptimalkan produktivitas dengan cara mengganti cara atau metode yang sudah mempertimbangkan faktor yang mengenai aktifitas pekerjaan distasiun kerja tersebut. Metode yang digunakan untuk meningkatkan potensi tenaga kerja dan khususnya yang berada di stasiun kerja tersebut baik itu mesin maupun peralatan-peralatan yang mendukung di proses produksi. Dengan metode atau cara yang dilakukan supaya bisa mendapatkan waktu atau dengan cara lain yang bisa mendapatkan hasil yang efisien dan efektif pada kegiatan proses produksi distasiun kerja di perusahaan yaitu di PT Pabrik Gula Kebun Agung Malang. Dengan sudah diketahui

Sudarto adalah dosen Teknik Industri Universitas Wisnuwardhana Malang.

permasalahannya maka diperlukan suatu Line Balancing yang bisa memetakan (cycle time) kapasitas yang terpasang dan kapasitas yang optimum dari masing-masing proses stasiun kerja, apabila terjadi adanya line yang bottleneck atau tidak maka cycle time dan line balancing dilanjutkan buat layout.

METODE

Menurut Arikunto, 2010 Dalam penelitian dititik beratkan pada studi kasus yang dilaksanakan secara berkesinambungan, terencana, detail yang dalam terhadap segala sesuatu perubahan yang akan diteliti. Dalam hal ini penelitian penerapan metode *line balancing* untuk meminimalisasi *bottleneck*. di PT. Pabrik Gula Kebun Agung Malang. Data - data yang berasal dari sumber internal maupun eksternal perusahaan yang terdiri dari data primer dan data sekunder yang meliputi anatar lain.

1. Data Primer :

Aliran proses produksi distasiun kerja

2. Data Sekunder,

Berupa : Sejarah perusahaan, proses produksi, data aktual persediaan baha baku. Dalam pengumpulan dan analisa digunakan data sebagai berikut : Interview, dokumentasi.

Analisis data:

1. Besarnya tingkat pelayanan rata-rata (μ) $\mu = \frac{\sum X}{\sum n}$
2. Besarnya tingkat kedatangan objek yang akan diamati (λ)
 $\lambda = \frac{\text{jumlah kedatangan obyek pengamatan}}{\text{lama waktu pengamatan}}$
3. Besarnya tingkat pelayanan staf (ρ) $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$
4. Tingkat kemungkinan tidak ada pelanggan (ρ_0) $\rho_0 = 1 - \rho$
5. Rata-rata pelanggan dalam suatu antrian (Lq) $Lq = \frac{\rho^2}{(1 - \rho)}$
6. Rata-rata banyaknya suatu pelanggan (Ls) $Ls = \frac{\rho}{(1 - \rho)}$
7. Lamanya waktu antrian (Wq) $Wq = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}$
8. Lamanya waktu sistem (Ws) $Ws = \frac{1}{\mu(1 - \rho)}$

Menurut Baroto, 2002, Perhitungan dalam *Line Balancing*

1. *Idle Time* (waktu Menganggur) : Selisih [*Cycle Time* (CT) dan *Stasiun Time* (ST), atau CT dikurangi ST

$$Idle Time = n.Ws - \sum_{i=1}^n W_i$$

2. *Balance Delay* (Keseimbangan Waktu Senggang) : Kurang sempurnanya pengalokasian antara stasiun-stasiun kerja dikarenakan ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya. (Baroto, 2002):

$$D = \frac{n.C - \sum t_i}{(n.t_i)} \times 100\%$$

3. Efisiensi Stasiun Kerja : (Nasution, 2003):

$$\text{Efisiensi stasiun kerja} = \frac{W_i}{W_s} \times 100\%$$

Ket : W_i : Waktu operasi stasiun kerja terbesar

W_s : Efisiensi stasiun kerja

4. Efisiensi Lintasan Produksi (*Line Efficiency*) : (Nasution, 2003).

$$\text{Line Efficiency} = \frac{\sum_{i=1}^k ST_i}{(K)(CT)} \times 100\%$$

Ket : ST_i = Waktu stasiun kerja dari ke i

K = Jumlah stasiun kerja

CT = Waktu siklus

5. *Smoothest Indeks*

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{\max} - ST_i)}$$

Ket : ST_{\max} = Maksimum waktu stasiun

ST_i = Waktu stasiun kerja i

6. *Work Station*. : (Baroto, 2002):

$$K_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{C}$$

Ket : t_i = Waktu operasi (elemen)

C = Waktu siklus stasiun kerja

K_{\min} = Jumlah stasiun kerja minimal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur model keseimbangan yang digunakan pada stasiun kerja timbangan tebu di PT Pabrik Gula Kebon Agung Malang adalah *Single Channel Single Phase* dan antrian dan *First Come First Served* (FCFS) dalam menggunakan antrian.

- Tingkat kedatangan (λ) sebesar 84 truk/jam,
- Tingkat pelayanan (μ) 39 truk/jam,

Perhitungan kondisi awal keseimbangan di stasiun timbangan tebu sebagai berikut.:

Tabel 1. Data awal di Stasiun Timbangan Tebu Pabrik Gula. Kebon Agung Malang

No	Waktu Pengamatan	Kedatangan (Truk/jam)	Pelayanan (Truk/jam)
1	Hari I	85	88
2	Hari II	83	89
3	Hari III	85	91
4	Hari IV	84	90
5	Hari V	84	89
6	Hari VI	85	91
Jumlah		506	536
Rata-rata		84,33	89,33

Perhitungan:

1) Tingkat pelayanan rata-rata (μ)

$$\mu = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{536}{6} = 89,33 \text{ truk/jam}$$

2) Tingkat kedatangan objek pengamatan (λ)

$$\lambda = \frac{\text{jumlah kedatangan obyek pengamatan}}{\text{lama waktu pengamatan}} = \frac{506}{6} = 84,33 \text{ truk/jam}$$

3) Tingkat pelayanan staf (ρ) $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{84,33}{89,33} = 0,944 \text{ menit/truk}$

4) Tingkat kemungkinan tidak ada pelanggan (ρ_0) $\rho_0 = 1 - \rho = 1 - 0,944 = 0,056 \text{ menit}$

5) Rata-rata truk di dalam sistem (L_s) $L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{84,33}{89,33 - 84,33} = 16,87 \text{ truk/jam}$

6) Jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian (L_q)

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{84,33^2}{89,33(89,33 - 84,33)} = 16,87 \text{ truk/jam}$$

7) Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk di dalam sistem (W_s)

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{89,33 - 84,33} = 0,2 \text{ jam}$$

8) Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk apabila terjadi antrian (W_q)

$$W = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{84,33}{89,33(89,33 - 84,33)} = 0,2 \text{ jam}$$

9) Kemungkinan fasilitas pelayanan dalam keadaan menganggur/*idle*

$$(1 - \rho) \times 100\% = (1 - 0,944) \times 100\% = 5,60\%$$

10) Kemungkinan fasilitas dalam keadaan sibuk (ρ)= $\rho \times 100\% = 94,40\%$

Hasil perhitungan di atas dapat dirangkum seperti tabel berikut.

Tabel 2. Kondisi Awal keseimbangan di Stasiun Timbangan Tebu PG. Kebon Agung

No	Pengukuran Performa Antrian	Nilai
1	Rata-rata kedatangan truk tiap jam (λ)	84,33 truk
2	Rata-rata pelayanan fasilitas tiap jam (μ)	89,33 truk
3	Probabilitas fasilitas layanan sibuk atau faktor utilisasi fasilitas (ρ)	0,94 menit/truk
4	Rata-rata truk di dalam sistem (L_s)	16,87 truk/jam
5	Rata-rata truk apabila terjadi antrian (L_q)	16,87 truk/jam
6	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk di dalam sistem (W_s)	0,20 jam
7	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk apabila terjadi antrian (W_q)	0,20 jam
8	Kemungkinan fasilitas pelayanan dalam keadaan menganggur/ <i>idle</i>	5,60%
9	Kemungkinan fasilitas dalam keadaan sibuk	94,40%

Sumber : Hasil Analisis Data Primer, 2014

Berdasarkan hasil penelitian didapat kondisi yang perlu dilakukan pembenahan dengan analisis terhadap sistem keseimbangan melalui analisis sistem antrian. Menurut Subagyo, 2000 Menganalisis sistem antrian, ada tiga komponen utama yang menyusun sistem tersebut: Kedatangan atau input, Sistem antrian itu sendiri dan Fasilitas pelayanan

Untuk mengatur kedatangan truk diperlukan pengaturan sistem lain di luar timbangan tebu.

1. Mempercepat waktu pelayanan

Mempercepat pelayanan di stasiun kerja penimbangan tebu sebagai alternatif yang untuk memecahkan masalah antrian. Tujuan memperkecil waktu pelayanan sehingga tingkat pelayanan bisa meminimalisir kedatangan truk. Berdasarkan penelitian, pelatihan dan penggantian kertas surat jalan berpengaruh terhadap waktu pelayanan yang diberikan. Perhitungan penurunan waktu siklus setelah dilakukan perbaikan sebagai berikut. Tabel 3.

Tabel. 3 Data Perbaikan dengan Mempercepat Waktu Pelayanan

No	Waktu Pengamatan	Kedatangan (Truk/jam)	Pelayanan (Truk/jam)
1	Hari I	85	93
2	Hari II	83	94
3	Hari III	85	94
4	Hari IV	84	94
5	Hari V	84	93
6	Hari VI	85	94
	Jumlah	506	562
	Rata-rata	84,33	93,67

Perhitungan:

$$1) \text{ Tingkat pelayanan rata-rata } (\mu) \mu = \frac{\sum X}{\sum n} = 93,67 \text{ truk/jam}$$

2) Tingkat kedatangan objek pengamatan

$$(\lambda) \lambda = \frac{\text{jumlah kedatangan obyek pengamatan}}{\text{lama waktu pengamatan}}$$

$$= \frac{506}{6} = 84,33 \text{ truk/jam}$$

$$3) \text{ Tingkat pelayanan staf } (\rho) \rho = \frac{\lambda}{\mu} = 0,90 \text{ menit/truk}$$

4) Tingkat kemungkinan tidak ada pelanggan (ρ_0) = $1 - 0,90 = 0,10$ menit

$$5) \text{ Rata-rata truk di dalam sistem } (L_s) L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{84,33}{93,67 - 84,33} = 9,04 \text{ truk/jam}$$

$$6) \text{ Rata-rata pelanggan dalam antrian } (L_q) L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{84,33^2}{93,67(93,67 - 84,33)} = 9,04 \text{ truk/jam}$$

$$7) \text{ Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk di dalam sistem } (W_s) W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{93,67 - 84,33} = 0,11 \text{ jam}$$

$$8) \text{ Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk yang mengalami antrian } (W_q) W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{84,33}{93,67(93,67 - 84,33)} = 0,11 \text{ jam}$$

$$9) \text{ Kemungkinan fasilitas pelayanan dalam keadaan menganggur/idle } (1 - \rho) \times 100\% = (1 - 0,90) \times 100\% = 10,00\%$$

10) Kemungkinan fasilitas dalam keadaan sibuk (ρ) = $\rho \times 100\% = 90,00\%$

Menurut, Barnes, 1980 penurunan waktu siklus setelah dilakukan perbaikan yang dilakukan dapat meningkatkan kemampuan karyawan dalam menyelesaikan tugasnya. Dari hasil analisis yang dilakukan yaitu antrian jumlah rata-rata truk dalam sistem (L) dan jumlah rata-rata truk apabila terjadi antrian (Lq) berturut-turut adalah 9 truk. Waktu tunggu rata-rata truk di dalam sistem (W) dan waktu tunggu rata-rata truk ketika terjadi antrian (Wq) adalah sebesar $\pm 0,11$ jam. Kemungkinan fasilitas dalam keadaan menganggur/*idle* (ρ_0) sebesar 9,96% dan yang terjadi antrian ketika truk datang (ρ_w) sebesar 90,04%.

2. Penambahan Fasilitas Pelayanan

Pemecahan dengan cara lain: Masalah antrian dengan menambah jumlah fasilitas pelayanan yang sebelumnya hanya fasilitas pelayanan dengan model antrian (M/M/2) (FIFO/ ∞/∞).

Tabel 4. Data Perbaikan dengan Menambah Fasilitas Pelayanan

No	Waktu Pengamatan	Kedatangan (Truk/jam)	Pelayanan (Truk/jam)
1	Hari I	85	98
2	Hari II	83	97
3	Hari III	85	98
4	Hari IV	84	98
5	Hari V	84	97
6	Hari VI	85	98
	Jumlah	506	586
	Rata-rata	84,33	97,67

Perhitungan:

$$1) \text{ Tingkat pelayanan rata-rata } (\mu) \mu = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{586}{6} = 97,67 \text{ truk/jam}$$

2) Tingkat kedatangan objek pengamatan

$$(\lambda) \lambda = \frac{\text{jumlah kedatangan obyek pengamatan}}{\text{lama waktu pengamatan}}$$

$$= \frac{506}{6} = 84,33 \text{ truk/jam}$$

$$3) \text{ Tingkat pelayanan staf } (\rho) \rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{84,33}{97,67} = 0,86 \text{ menit/truk}$$

4) Tingkat kemungkinan tidak ada pelanggan (ρ_0) $\rho_0 = 1 - \rho = 1 - 0,86 = 0,14$ menit

$$5) \text{ Rata-rata truk di dalam sistem } (L_s) L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{84,33}{97,67 - 84,33} = 6,32 \text{ truk/jam}$$

$$6) \text{ Rata-rata pelanggan dalam antrian } (L_q) L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{84,33^2}{97,67(97,67 - 84,33)}$$

$$= 6,32 \text{ truk/jam}$$

$$7) \text{ Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk di dalam sistem } (W_s) W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} =$$

$$\frac{1}{97,67 - 84,33}$$

$$= 0,07 \text{ jam}$$

- 8) Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk apabila terjadi antrian (W_q) $W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$
 $= \frac{84,33}{97,67(97,67 - 84,33)} = 0,07 \text{ jam}$
- 9) Kemungkinan fasilitas pelayanan dalam keadaan menganggur/*idle*
 $(1 - \rho) \times 100\% = (1 - 0,86) \times 100\% = 13,65\%$
- 10) Kemungkinan fasilitas dalam keadaan sibuk
 $= \rho \times 100\% = 0,86 \times 100\% = 86,35\%$

3. Fasilitas Pelayanan dan Untuk Mempercepat Waktu Pelayanan

Adalah gabungan dari alternatif pertama fasilitas pelayanan dan mempercepat waktu pelayanan. Perhitungan disajikan berikut ini.

Tabel 5. Data Perbaikan dengan Menambah Fasilitas dan Mempercepat Waktu Pelayanan

No	Waktu Pengamatan	Kedatangan (Truk/jam)	Pelayanan (Truk/jam)
1	Hari I	85	99
2	Hari II	83	98
3	Hari III	85	101
4	Hari IV	84	99
5	Hari V	84	101
6	Hari VI	85	98
Jumlah		506	596
Rata-rata		84,33	99,33

Perhitungan:

- 1) Tingkat pelayanan rata-rata (μ) $\mu = \frac{\sum X}{\sum n} = \frac{298}{3} = 99,33 \text{ truk/jam}$
- 2) Tingkat kedatangan objek pengamatan
 $(\lambda) \lambda = \frac{\text{jumlah kedatangan obyek pengamatan}}{\text{lama waktu pengamatan}}$
 $= \frac{506}{6} = 84,33 \text{ truk/jam}$
- 3) Tingkat pelayanan staf (ρ) $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{84,33}{99,33} = 0,849 \text{ menit}$
- 4) Tingkat kemungkinan tidak ada pelanggan (ρ_0) $\rho_0 = 1 - \rho = 1 - 0,849 = 0,151 \text{ menit}$
- 5) Rata-rata truk di dalam sistem (L_s) $L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{84,33}{99,33 - 84,33} = 5,62 \text{ truk/jam}$
- 6) Jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian (L_q)
 $L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{84,33^2}{99,33(99,33 - 84,33)}$
 $= 5,62 \text{ truk/jam}$
- 7) Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk di dalam sistem (W_s) $W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{99,33 - 84,33} = 0,07 \text{ jam}$

8) Waktu Rata-rata yang dibutuhkan truk apabila terjadi antrian (W_q)

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{84,33}{99,33(99,33 - 84,33)} = 0,07 \text{ jam}$$

9) Kemungkinan fasilitas pelayanan dalam keadaan menganggur/*idle*

$$(1 - \rho) \times 100\% = (1 - 0,849) \times 100\% = 15,10\%$$

10) Kemungkinan fasilitas dalam keadaan sibuk = $\rho \times 100\% = 0,849 \times 100\% = 84,90\%$

Sumber : Hasil Analisis Data, 2014

4. Perbandingan Model Antrian Sebelum Perbaikan dan Sesudah Perbaikan

Perbandingan model antrian sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan dapat dilihat di tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Model Antrian Sebelum dan Sesudah Perbaikan di PG. Kebon Agung Malang

No	Komponen Analisis	Sebelum Perbaikan	Mempercepat Waktu Pelayanan	Penambahan Fasilitas Pelayanan	Mempercepat dan Menambah Fasilitas Pelayanan
1	Rata-rata truk di dalam sistem (L)	17 truk	9 truk	6 truk	6 truk
2	Rata-rata truk apabila terjadi antrian (L_q)	17 truk	9 truk	6 truk	6 truk
3	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk di dalam sistem (W)	0,20 jam	0,11 jam	0,07 jam	0,07 jam
4	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk apabila terjadi antrian (W_q)	0,20 jam	0,11 jam	0,07 jam	0,07 jam
5	Probabilitas tidak ada truk dalam sistem (P_0)	5,60%	9,96%	13,65%	15,10%
6	Probabilitas menunggu dalam antrian (P_w)	94,40%	90,04%	86,35%	84,90%

Sumber : Hasil Analisis Data

5. Pemilihan Alternatif Terbaik

Kinerja sistem antrian yang baik adalah apabila kondisi steady state dapat terpenuhi. Kondisi steady state adalah kondisi dimana terjadi keseimbangan antara laju kedatangan dengan tingkat pelayanan yang dapat diberikan oleh fasilitas

pelayanan (Balachandran, 1993). Rasio antara tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan disebut dengan faktor utilisasi (ρ).

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan. analisa keseimbangan lintasan untuk minimalisasi *bottleneck* pada PT. Pabrik Gula Kebun Agung Malang dilakukan dengan metode *line balancing*. Kedatangan truk dianalisis menggunakan distribusi Poisson sedangkan pelayanan timbangan mengikuti distribusi Eksponensial. Berdasarkan hasil analisis, sistem keseimbangan terbaik diperoleh dari alternatif penambahan fasilitas pelayanan dan mempercepat waktu pelayanan. Alternatif ini memiliki persentase terjadinya antrian (*bottleneck*) terkecil yaitu 84,90%.

SARAN

Saran peneliti sehubungan dengan hasil penelitian ini yaitu :

1. Pihak manajemen perusahaan dalam hal ini PG. Kebon Agung Malang perlu mempertimbangkan kapasitas peralatan dan kemampuan SDM, dalam proses produksi sehingga tidak sering mengalami kemacetan (*bottleneck*), yang menghambat kelancaran proses produksi.
2. Pelatihan SDM dalam hal ini tenaga kerja bagian penimbangan perlu terus ditingkatkan, agar dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas kerja mereka.
3. Perusahaan perlu mempertimbangkan penambahan fasilitas kerja mengingat *bottleneck* yang terjadi cukup tinggi.
4. Dalam penelitian selanjutnya, untuk analisis hendaknya dapat dipertimbangkan adanya kemacetan yang tak terduga dalam transportasi bahan baku tebu ke pabrik gula dalam hal ini rambu-rambu lalu lintas, sehingga perhitungan dilakukan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Assauri, Sofjan. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi, Jakarta : Universitas Indonesia.
- Baroto, Teguh. 2002. *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*, Edisi 1. Indonesia. Ghalia.
- Gazpersz, V. 2000. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Hillier, F. S. 2001. *Introduction to Operations Research 7th Edition*. McGraw-Hill Higher Education, New Jersey.
- Kurnia. 2010. *Pengurangan Bottleneck dengan Pendekatan Theory of Constraints Pada Bagian Produksi Kaos Kaki Di PT. Matahari Sentosa Jaya*.