

PENGEMBANGAN MODEL ANTRIAN PADA STASIUN TIMBANGAN TEBU DI PG PANDJIE SITUBONDO

Cane-Scale Queuing System Modelling at PG Pandjie Situbondo

Isti Purwaningsih*, Usman Effendi, dan Muhammad Rizqi

Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Brawijaya Jl. Veteran Malang
Penulis korespondensi: email

ABSTRACT

Research was aimed to develop the cane-scale queuing system at PG Pandjie, Situbondo, and to find good solution to fix the waiting line problem. Based on this research the queuing model that used in cane scale is $(M/M/1):(FIFO/\infty/\infty)$ with arrival rate (λ) 84 truck/hour, service rate (μ) 39 truck/hour, and average waiting time in the system is 7 hours and 3 minutes. To improve this system performance, there are 3 alternative, first alternative is to decrease the service time. Therefore, the service rate will increase to 45 trucks per hour. This alternative will decrease average waiting time in the system to 5 hours 45 minutes. Second alternative is to add a service facility. This alternative will decrease average waiting time to 47 minutes. Third alternative is combining the first alternative and second alternative. Average waiting time in the system decreases until 11 minutes if this alternative is implemented. Based on utility factor and probability, costumer must wait. The best alternative to solve the waiting line problem in cane scale station is third alternative. This is due to this alternative has utility factor that equal than 1 and the probability for costumer to wait is smaller than the other alternative.

Keywords: cane-scale station queuing system, modelling, utility factor

PENDAHULUAN

Persoalan antrian (*waiting lines*) merupakan bagian dari kehidupan sehari-hari. Antrian terjadi karena operasi dari fasilitas atau sistem pelayanan dan pola kedatangan dari obyek yang perlu dilayani bersifat acak (*random*). Salah satu tujuan sistem antrian adalah mengurangi ketidakpastian dalam pembuatan perencanaan sehingga output dari sistem dapat dimanipulasi sesuai tujuan yang diharapkan (Dharma, 2001).

Demikian juga pada sistem ekonomi dan dunia usaha (bisnis) sebagian beroperasi sebagai sumber daya yang relatif terbatas. Sering terjadi orang-orang, barang-barang, atau komponen-komponen lain harus menunggu untuk

mendapatkan jasa pelayanan, yang disebut antrian (*queues*). Antrian berkembang karena masalah fasilitas pelayanan (*server*) relatif mahal untuk memenuhi permintaan pelayanan dan sangat terbatas (Liu, 2002).

Permasalahan antrian juga muncul pada sistem produksi. Kelancaran proses produksi dipengaruhi juga oleh kelancaran tersedianya bahan baku. Pada perusahaan yang memiliki tipe proses berkesinambungan atau *continuous* seperti pada pabrik gula, bahan baku tebu harus selalu ada tiap waktu untuk menjamin lancarnya proses produksi (Anonymous, 2005).

Tebu merupakan bahan baku utama dalam industri gula. Kualitas tebu sebagai bahan baku akan berpengaruh pada

kualitas gula yang dihasilkan. Salah satu penyebab turunnya kualitas tebu yang akan digiling adalah karena tebu terlalu lama tertahan di stasiun timbangan, mengantri untuk ditimbang beratnya. Waktu tunggu dari tebang sampai giling idealnya adalah 24 jam. Lebih dari itu tebu akan mengalami inversi menjadi gula reduksi. Selain itu juga akan terbentuk dextran. Untuk menghindari kehilangan gula selama proses tebang angkut, hendaknya proses ini dijalankan dengan optimal sehingga tidak memakan waktu lama, paling tidak sebelum 36 jam tebu harus digiling (Anonymous, 2009).

Di stasiun ini truk yang mengangkut tebu harus menunggu untuk dilayani agar dapat diketahui beratnya sebelum tebu dibawa ke stasiun gilingan. Truk yang memuat tebu baik dari kebun milik perusahaan atau tebu sendiri (TS) dan tebu dari kebun milik rakyat atau tebu rakyat (TR) harus melalui stasiun timbangan tebu untuk dihitung dalam keadaan isi dan kosong sehingga diketahui berat bersih tebu.

Antrian di stasiun timbangan tebu terjadi karena belum ada keseimbangan antara laju kedatangan truk sebagai sumber masukan dan pelayanan di stasiun timbangan tebu. Di PG Pandjie Situbondo, pada pengamatan awal diketahui bahwa rata-rata lamanya waktu pelayanan adalah 87 detik dan waktu rata-rata antar kedatangan truk adalah sebesar 45 detik. Sehingga, dapat diketahui bahwa dalam 1 jam petugas di timbangan dapat melayani $41,38 \approx 42$ truk sedangkan dalam 1 jam terdapat 80 kedatangan truk.

Terjadinya antrian di stasiun timbangan tebu akan mengakibatkan menurunnya kualitas tebu yang akan digiling karena tebu menunggu terlalu lama untuk digiling, selain itu akan menyebabkan kehilangan kesempatan untuk memperoleh tebu. Tujuan dari penelitian adalah mengembangkan model antrian di stasiun timbangan tebu Pabrik Gula Pandjie, Situbondo, untuk mendapatkan alternatif pemecahan

masalah antrian yang terjadi di stasiun tersebut

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Pabrik Gula Pandjie Situbondo, Jalan Raya Situbondo-Banyuwangi, Kecamatan Panji, Situbondo. Penelitian dilaksanakan mulai 1 Mei 2009 sampai 1 Juni 2009. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Komputasi dan Analisis Sistem, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Untuk analisis biaya total antrian, yang diperhitungkan hanya untuk truk dengan muatan tebu saja, karena truk dengan muatan lainnya tidak mungkin meninggalkan antrian yang terjadi di stasiun timbangan tebu. Jumlah kedatangan truk muatan lainnya dalam sehari hanya $\pm 8\%$ dari total seluruh kedatangan.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kedatangan pelanggan, yaitu jumlah pelanggan (truk) yang masuk dalam antrian dan waktu pelayanan, yaitu waktu yang digunakan *server* (tenaga kerja) melayani (menimbang berat truk).

Parameter yang digunakan dalam penelitian adalah:

- Untuk menentukan besarnya tingkat pelayanan rata-rata (μ)

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum x}{\sum n}$$

- Untuk menentukan besarnya tingkat kedatangan objek pengamatan (λ)

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kedatangan Objek Pengamatan}}{\text{Lama Waktu Pengamatan}}$$

- Besarnya tingkat pelayanan staf (ρ)

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

- Tingkat kemungkinan tidak ada pelanggan (ρ_0)

$$\rho_0 = 1 - \rho$$

- e. Jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian (L_q)

$$L_q = \frac{\rho^2}{(1 - \rho)}$$

- f. Rata-rata banyaknya pelanggan (Ls)

$$L_s = \frac{\rho}{(1 - \rho)}$$

- g. Lamanya waktu menunggu dalam sistem antrian (W_q)

$$W_q = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}$$

- h. Lamanya waktu menunggu dalam sistem (W_s)

$$W_s = \frac{1}{\mu(1 - \rho)}$$

Untuk Analisis Biaya Total Sistem Antrian terdiri atas 2 komponen yaitu total biaya pelayanan dan total biaya menunggu. Kedua biaya tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan total biaya sistem antrian. Biaya pelayanan mencakup biaya investasi awal pengadaan fasilitas pelayanan dan biaya upah petugas pelayanan, atau :

$$\sum(C_s) = S.C_s + F_s$$

Biaya menunggu mencakup biaya kehilangan kesempatan sopir truk pengangkut tebu akibat menunggu didalam sistem antrian, atau:

$$\sum(C_w) = n_t.c_w.w$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Antrian di Stasiun Timbangan Tebu PG. Pandjie – Situbondo

Untuk mengidentifikasi model antrian dilakukan dengan mengamati kondisi yang ada di stasiun timbangan milik PG Pandjie, Situbondo. Secara garis besar, struktur model antrian yang diterapkan di stasiun timbangan tebu milik PG Pandjie Situbondo adalah *Single Channel Single Phase*. Sistem antrian di stasiun timbangan tebu ini menggunakan disiplin antrian *First Come First Served* (FCFS) pelanggan yang datang pertama akan dilayani terlebih dahulu.

Berdasarkan pada identifikasi yang dilakukan maka model antrian pada penelitian adalah (M/M/1) : (FIFO/∞/∞) dengan input antara lain : tingkat kedatangan (λ) sebesar 84 truk/jam, tingkat pelayanan (μ) 39 truk/jam, distribusi waktu kedatangan *Poisson* dan pelayanan *Eksponensial* serta jumlah sumber populasi tak terhingga. Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah truk dalam sistem (L) dan dalam antrian (L_q) setiap kali terjadi antrian berturut-turut adalah 562 truk dan 561 truk. Rata-rata waktu menunggu truk dalam sistem (W) dan dalam antrian (W_q) setiap kali terjadi antrian berturut-

Tabel 1. Kondisi awal antrian di stasiun timbangan tebu PG Pandjie

No	Pengukuran Performa Antrian	Hasil
1	Rata-rata kedatangan truk tiap jam	84
2	Rata-rata pelayanan fasilitas tiap jam	39
3	Rata-rata truk didalam sistem (L)	562 truk
4	Rata-rata truk apabila terjadi antrian (L_q)	561 truk
5	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk didalam sistem (W)	7 jam 3 menit
6	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk apabila terjadi antrian (W_q)	7 jam 2 menit
7	Kemungkinan fasilitas pelayanan dalam keadaan <i>menganggur/idle</i>	0,03
8	Kemungkinan fasilitas dalam keadaan sibuk	99,97%

turut adalah ± 7 jam 3 menit dan ± 7 jam 2 menit. Probabilitas tidak ada individu dalam sistem (Po) sangat kecil yaitu 0,03%, artinya hampir tidak ada kemungkinan fasilitas dalam keadaan menganggur. Hal ini dapat dilihat juga pada probabilitas menunggu dalam antrian (Pw) yang mencapai 99,97%.

Berdasarkan kondisi tersebut maka perlu dilakukan analisis terhadap sistem antrian tersebut. Dalam menganalisis sebuah sistem antrian, ada tiga komponen utama yang menyusun sistem tersebut yaitu, kedatangan atau *input*; sistem antrian itu sendiri; dan fasilitas pelayanan (Subagyo, 2000). Penentuan alternatif pemecahan masalah antrian dapat diketahui dengan mempelajari sistem antrian yang terdapat di stasiun timbangan tebu milik PG Pandjie, Situbondo. Ada empat kemungkinan alternatif pemecahan masalah antrian di stasiun timbangan tebu yaitu (Willig, 1999):

1. Tingkat kedatangan truk ke stasiun timbangan tebu tiap jamnya diatur sedemikian rupa sehingga lebih sedikit dari jumlah kemampuan fasilitas dalam melayani truk yang datang ke stasiun timbangan tebu
2. Mempercepat waktu pelayanan truk sehingga dapat meningkat dan mendekati atau bahkan menyamai tingkat kedatangan truk tiap jamnya
3. Menambah fasilitas pelayanan, yang diharapkan dapat memecah antrian yang terjadi di stasiun timbangan tebu agar tidak terjadi penumpukan truk dan waktu pelayanan truk lebih cepat
4. Gabungan antara alternatif kedua dan ketiga

Dari keempat alternatif di atas hanya alternatif kedua, ketiga, dan keempat yang mungkin dapat diterapkan di stasiun timbangan tebu milik PG Pandjie, Situbondo. Alternatif pertama yaitu mengatur tingkat kedatangan tidak mungkin dapat dilakukan. Tingkat kedatangan truk di stasiun timbangan tebu bersifat acak atau random. Apabila ingin mengatur kedatangan truk

diperlukan juga mengatur sistem-sistem lain di luar timbangan tebu.

Mempercepat Pelayanan Penimbangan Tebu

Salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk memecahkan masalah antrian yang terjadi di stasiun timbangan tebu adalah dengan mempercepat pelayanan penimbangan truk. Tujuan alternatif ini adalah memperkecil waktu pelayanan sehingga tingkat pelayanan di stasiun timbangan tiap jamnya dapat mendekati bahkan menyamai tingkat kedatangan truk tiap jamnya.

Kondisi awal pelayanan yang diberikan dapat dilihat dengan menggambarannya menggunakan peta tangan kiri dan tangan kanan (*Left and Right Hand Chart*). Peta tangan kiri dan tangan kanan atau peta operator adalah peta kerja setempat yang bermanfaat untuk menganalisa gerakan tangan manusia didalam melakukan pekerjaan-pekerjaan yang bersifat manual (Wignjosoebroto, 2003). Dengan menganalisa detail gerakan yang terjadi maka langkah-langkah perbaikan bisa diusulkan (Mundel dan David, 1994).

Mempercepat waktu pelayanan dapat dilakukan dengan memberikan pelatihan kepada petugas timbangan dalam mengoperasikan fasilitas pelayanan. Upaya untuk memperkecil waktu pelayanan dapat dilakukan juga dengan mengganti surat jalan yang menggunakan kertas biasa dengan kertas yang dapat mengganti peran kertas karbon agar petugas timbangan tidak perlu menyisipkannya di setiap rangkap surat jalan.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, pelatihan dan penggantian kertas surat jalan berpengaruh terhadap waktu pelayanan yang diberikan. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa waktu siklus pelayanan turun menjadi 60,478 detik dari sebelumnya yaitu sebesar 71,423 detik. Penurunan waktu siklus setelah dilakukan perbaikan

Tabel 2. Hasil analisis sistem antrian setelah percepatan pelayanan

No	Pengukuran Performa Antrian	Hasil
1	Rata-rata kedatangan truk tiap jam	84
2	Rata-rata pelayanan fasilitas tiap jam	45
3	Rata-rata truk didalam sistem (L)	461 truk
4	Rata-rata truk apabila terjadi antrian (Lq)	460 truk
5	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk didalam sistem (W)	5 jam 45 menit
6	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk apabila terjadi antrian (Wq)	5 jam 43 menit
7	Kemungkinan fasilitas pelayanan dalam keadaan mengganggu/ <i>idle</i>	0,03%
8	Kemungkinan fasilitas dalam keadaan sibuk	99,97%

Tabel 3. Hasil analisis sistem antrian setelah penambahan fasilitas pelayanan

No	Pengukuran Performa Antrian	Hasil
1	Rata-rata kedatangan truk tiap jam	84
2	Rata-rata pelayanan fasilitas tiap jam	39
3	Rata-rata truk didalam sistem (L)	67 truk
4	Rata-rata truk apabila terjadi antrian (Lq)	65 truk
5	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk didalam sistem (W)	47 menit
6	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk apabila terjadi antrian (Wq)	46 menit
7	Kemungkinan fasilitas pelayanan dalam keadaan mengganggu/ <i>idle</i>	0,47%
8	Kemungkinan fasilitas dalam keadaan sibuk	99,03%

menunjukkan perbaikan yang dilakukan dapat meningkatkan kemampuan operator dalam menyelesaikan tugasnya (Barnes, 1980). Waktu normal dan waktu baku juga akan turun menjadi 70,578 detik dan 80,202 detik yang artinya, dalam satu jam fasilitas pelayanan mampu melayani sebanyak $44,887 \approx 45$ truk (Tabel 2).

Dari hasil analisis antrian diketahui bahwa jumlah rata-rata truk dalam sistem (L) dan jumlah rata-rata truk apabila terjadi antrian (Lq) berturut-turut adalah 461 truk dan 460 truk. Waktu tunggu rata-rata truk didalam sistem (W) dan waktu tunggu rata-rata truk ketika terjadi antrian (Wq) adalah sebesar ± 5 jam 45 menit dan ± 5 jam 43 menit. Kemungkinan fasilitas dalam keadaan mengganggu/*idle* (Po) sebesar 0,03 % sedangkan kemungkinan ketika truk datang terjadi antrian (Pw) adalah sebesar 99,97%.

Penambahan Fasilitas Pelayanan

Alternatif kedua dalam memecahkan masalah antrian yang terjadi adalah dengan menambah jumlah fasilitas pelayanan. Jumlah fasilitas pelayanan ditambah menjadi dua fasilitas pelayanan dari sebelumnya hanya satu fasilitas pelayanan saja sehingga, model antrian yang dipakai adalah (M/M/2) : (FIFO/ ∞/∞).

Berdasarkan perhitungan (Tabel 3), dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah truk dalam sistem (L) dan dalam antrian (Lq) setiap kali terjadi antrian berturut-turut adalah 67 truk dan 65 truk. Rata-rata waktu menunggu truk dalam sistem (W) dan dalam antrian (Wq) berturut-turut adalah ± 47 menit dan ± 46 menit. Probabilitas tidak ada truk dalam sistem (Po) sebesar 0,47%, probabilitas menunggu dalam antrian (Pw) sebesar 99,03%.

Tabel 4. Hasil analisis sistem antrian setelah penambahan fasilitas pelayanan dan mempercepat waktu pelayanan

No	Pengukuran Performa Antrian	Hasil
1	Rata-rata kedatangan truk tiap jam	84
2	Rata-rata pelayanan fasilitas tiap jam	45
3	Rata-rata truk didalam sistem (L)	15 truk
4	Rata-rata truk apabila terjadi antrian (Lq)	13 Truk
5	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk didalam sistem (W)	11 menit
6	Rata-rata waktu yang dibutuhkan truk apabila terjadi antrian (Wq)	9 menit
7	Kemungkinan fasilitas pelayanan dalam keadaan menganggur/ <i>idle</i>	3,45%
8	Kemungkinan fasilitas dalam keadaan sibuk	90,11%

Penambahan Fasilitas Pelayanan dan Mempercepat Waktu Pelayanan

Alternatif ketiga ini merupakan gabungan dari alternatif pertama yaitu dengan mempercepat waktu pelayanan sehingga kemampuan fasilitas pelayanan dalam melayani truk yang datang setiap jamnya meningkat serta alternatif kedua yaitu dengan menambah jumlah fasilitas pelayanan menjadi dua fasilitas pelayanan dari sebelumnya hanya satu fasilitas pelayanan saja.

Berdasarkan perhitungan, dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah truk dalam sistem (L) dan dalam antrian (Lq) setiap kali terjadi antrian berturut-turut adalah 15 truk dan 13 truk. Rata-rata waktu menunggu truk dalam sistem (W) dan dalam antrian (Wq) berturut-turut adalah ± 11 menit dan ± 9 menit. Probabilitas tidak ada truk dalam sistem (Po) sebesar 3,45%, probabilitas menunggu dalam antrian (Pw) sebesar 90,11%.

Perbandingan Biaya Total Sistem Antrian Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Biaya total penerapan sistem antrian terdiri atas dua komponen yaitu total biaya pelayanan dan total biaya menunggu untuk dilayani (Nafees, 2007). Biaya total sistem antrian diperoleh dari penjumlahan total biaya pelayanan dan total biaya menunggu. Biaya total sistem antrian sebelum dan sesudah perbaikan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Perbandingan Model Antrian Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Perbandingan model antrian sebelum dan sesudah perbaikan dilakukan dengan membandingkan kondisi awal sistem antrian dengan kondisi setelah perbaikan. Perbandingan model antrian sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Biaya total sistem antrian tiap bulan di stasiun timbangan tebu

No	Komponen	Kondisi Awal (Rp)	Mempercepat Pelayanan (Rp)	Menambah Fasilitas Pelayanan (Rp)	Mempercepat dan Menambah Fasilitas Pelayanan (Rp)
1	Total Biaya Pelayanan	2.449.845,032	2.664.844,832	3.976.545,932	4.406.545,532
2	Total Biaya Menunggu	8.302.530,350	6.761.976,00	928.448,680	202.741,68
3	Biaya Pelatihan*	-	850.000,00	-	850.000,00
Total Biaya		10.752.375,38	10.276.820,83	4.904.994,612	5.459.287,208

Keterangan : * Biaya pelatihan hanya diterapkan pada bulan pertama

Tabel 6. Perbandingan model antrian sebelum dan sesudah perbaikan

No.	Kondisi	Sebelum Perbaikan	Mempercepat Waktu Pelayanan	Penambahan Fasilitas Pelayanan	Mempercepat dan Menambah Fasilitas Pelayanan
1	Rata-rata jumlah truk dalam sistem (L)	562 truk	461 truk	67 truk	15 truk
2	Rata-rata jumlah truk dalam antrian (Lq)	561 truk	460 truk	65 truk	13 truk
3	Waktu rata-rata truk dalam sistem (W)	7 jam 3 menit	5 jam 45 menit	47 menit	11 menit
4	Waktu rata-rata truk dalam antrian (Wq)	7 jam 2 menit	5 jam 43 menit	46 menit	9 menit
5	Probabilitas tidak ada truk dalam sistem (Po)	0,03%	0,03%	0,47%	3,45%
6	Probabilitas menunggu dalam antrian (Pw)	99,97%	99,97%	99,03%	90,11%

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan tingkat antrian yang terjadi di stasiun timbangan tebu milik PG Pandjie, Situbondo, baik pada alternatif dengan mempercepat waktu pelayanan, dengan penambahan fasilitas pelayanan pada alternatif kedua maupun dengan menggabungkan kedua alternatif sebelumnya sebagai alternatif ketiga. Turunnya jumlah rata-rata individu dalam sistem dan rata-rata waktu tunggu dalam sistem menunjukkan dengan perbaikan sistem antrian yang ada dapat mengurangi terjadinya antrian di stasiun timbangan tebu karena waktu pelayanan yang semakin cepat akan memperkecil antrian yang terjadi (Takagi, 1993).

Bertambahnya fasilitas pelayanan mampu memecah garis antrian menjadi lebih banyak sehingga jumlah truk yang dapat dilayani tiap jamnya akan semakin banyak (Robertazzi, 1994). Menurut Suprpto (1998), penambahan atau perbaikan fasilitas pelayanan akan dapat mempercepat waktu pelayanan dan mengurangi jumlah individu yang ada dalam sistem antrian. Penambahan fasilitas atau perbaikan fasilitas akan meningkatkan biaya pelayanan tapi sebaliknya biaya menunggu akan turun (Nafees, 2007).

Tiap individu yang terlibat dalam antrian memiliki batas waktu tunggu masing-masing, apabila mereka merasa terlalu lama untuk dilayani dalam sebuah sistem antrian maka mereka akan keluar dari antrian untuk mencari tempat lain yang mampu melayani mereka lebih cepat (Iswiyanti, 2004). Berkurang atau tidak adanya individu yang meninggalkan antrian akan meningkatkan keuntungan yang diterima karena kehilangan kesempatan untuk memperoleh pelanggan dapat dikurangi atau dihilangkan (Hillier, 2001).

Pemilihan Alternatif Terbaik Berdasarkan Kinerja Sistem Antrian

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). Apabila ρ lebih besar dari 1, maka, sistem antrian yang ada akan berhadapan dengan konsumen potensial yang tidak terbatas (*Infinite*). Juga apabila ρ sama dengan 1, dengan kedatangan

acak dan kedatangan dari pelayanan acak, panjang dari antrian akan menjadi tidak terbatas (*Infinite*) (Ashley, 2000). Faktor utilisasi pada perhitungannya sama dengan kemungkinan pelanggan yang datang harus menunggu didalam antrian (Markland, 1987).

Dari hasil diatas dapat diketahui bahwa alternatif ketiga adalah alternatif yang paling baik dari ketiga alternatif yang ditawarkan karena memiliki nilai faktor utilitas sistem antrian yang mendekati 1 yaitu 0.933 dan kemungkinan terjadinya antrian paling kecil yaitu 90.11%. Selain itu, lamanya waktu menunggu didalam sistem juga paling kecil yaitu hanya 11 menit sehingga akan dapat mengurangi bahkan menghilangkan kemungkinan truk yang meninggalkan antrian. Apabila tingkat kedatangan pelanggan dan tingkat pelayanan sama maka kondisi *steady state* didalam antrian dapat terpenuhi dengan nilai faktor utilitas adalah sama dengan 1 (Ashley, 2000).

Salah satu hal yang penting dalam menilai kualitas dari pelayanan tidak hanya bergantung pada lokasi dari fasilitas pelayanan dan jam buka pelayanan tetapi juga waktu tunggu minimum yang diperlukan untuk menerima pelayanan (Sridhar, 2009). Waktu tunggu yang semakin kecil akan meningkatkan kepuasan dari konsumen sehingga konsumen tidak akan keluar dari antrian (Sridhar, 1998). Berkurang atau hilangnya tingkat kemungkinan truk keluar dari antrian akan dapat meningkatkan keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena berkurang atau hilangnya tingkat kemungkinan kehilangan pendapatan dari truk yang keluar dari antrian (Norman, 2008).

KESIMPULAN

Model antrian yang diterapkan di stasiun timbangan tebu milik PG Pandjie adalah $(M/M/1) : (FIFO/\infty/\infty)$. Kedatangan truk mengikuti distribusi Poisson dengan tingkat kedatangan truk

(λ) sebesar 84 truk/jam dan pelayanan timbangan tebu mengikuti distribusi Eksponensial dengan tingkat pelayanan staf (μ) sebesar 39 truk/jam. Jumlah rata-rata individu dalam sistem adalah 562 truk dan waktu tunggu di dalam sistem selama 7 jam 3 menit.

Alternatif pertama yang diusulkan adalah dengan mempercepat waktu pelayanan. Tingkat pelayanan staff (μ) meningkat menjadi 45 truk/jam. Jumlah rata-rata individu dalam sistem turun menjadi 461 truk dan waktu tunggu rata-rata di dalam sistem turun menjadi 5jam 45 menit. Alternatif kedua menambah fasilitas pelayanan menjadi dua buah sehingga, model antrian yang diterapkan menjadi $(M/M/2) : (FIFO/\infty/\infty)$. Jumlah rata-rata individu dalam sistem menjadi 67 truk. Waktu tunggu rata-rata di dalam sistem 47 menit. Alternatif ketiga, yaitu dengan menggabungkan kedua alternatif sebelumnya, model antrian yang diterapkan adalah $(M/M/2):(FIFO/\infty/\infty)$ dengan tingkat pelayanan staff (μ) sebesar 45 truk/jam. Jumlah rata-rata individu dalam sistem menjadi 15 truk. Waktu tunggu rata-rata di dalam sistem turun menjadi hanya 11 menit.

Berdasarkan kinerja sistem antrian diperoleh alternatif ketiga adalah alternatif yang terbaik. Alternatif ketiga memiliki nilai faktor utilitas yang mendekati 1 yaitu 0,933 dan persentase terjadinya antrian terkecil yaitu 90,11%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2005. Pembuatan Gula Tebu <http://www.foodinfo.net/id/products/sugar/history.htm> diakses tanggal 13 Maret 2009.
- Ashley, D. W. 2000. Introduction to Waiting Line Models. In A. Kent (ed.). Encyclopaedia of Library and Information Science. Vol. 60
- Balachandran. 1993. Excellence on services: Focus on people, marketing and quality. Business Book Publishing House, Bombay
- Barnes, R. M. 1980. Motion and Time Study: Design and Measurement of Work. Wiley, New York

- Dharma, L. 2001. Model antrian $M^{[H]}/G/1$. INTEGRAL 6(2): 39
- Hillier, F. S. 2001. Introduction to Operations Research 7th Edition. McGraw-Hill Higher Education, New Jersey
- Iswiyanti, A. 2004. Analisis Antrian Loker Karcis Taman Margasatwa Ragunan DKI Jakarta. Majalah Ekonomi dan Komputer XII(3): 2-3
- Liu, H. 2002. Applying Queuing Theory to Optimizing the Performance of Enterprise Software Applications. West Maude Avenue, Sunnyvale, CA 94085, USA
- Markland, R. E. and J. R. Sweigart. 1987. Quantitative Methods: Application to Managerial Decision Making. John Wiley & Sons, New York
- Mundel, M. E. and L. D. David. 1994. Motion and Time Study: Improving Productivity. Englewood Cliffs, Prentice-Hall International Inc., New Jersey
- Nafees, A. 2007. Queuing Theory and Its Application: Analysis of The Sales Checkout Operation in ICA Supermarket. Department of Economics and Society University of Dalarna
- Norman, D. A. 2008. The Psychology of Waiting Line. Heath and Company, Lexington Books, Lexington
- Robertazzi T. G. 1994. Computer Networks and Systems – Queuing Theory and Performance Evaluation. Springer Verlag New York
- Sridhar, M. S. 1998. Customer Participation in Service Production and Delivery System. Library Science with a Slant to Documentation and Information Studies 35(3)
- _____.2009. Waiting Line and Costumer Satisfaction. Library Science with a Slant to Documentation 20(1)
- Subagyo, P. 2000. Dasar – Dasar Operations Research. BPFE, Yogyakarta
- Suprpto, J. 1998. Riset Operasi untuk Pengambilan Keputusan. UI Press, Jakarta
- Takagi, H. 1993. Queueing Analysis Vols. 2, 3. Elsevier, Amsterdam, North-Holland
- Wignjosoebroto, S. 2003. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja. Guna Widya, Jakarta
- Willig, A. 1999. A Short Introduction to Queueing Theory. Technical University Berlin, Telecommunication Networks Group, Berlin