

**ANALISIS KINERJA SISTEM ANTRIAN
PADA INDUSTRI PENGOLAHAN FILLET IKAN BEKU
(Studi Kasus di PT.GTS, Jawa Barat)**

**QUEUEING SYSTEM PRODUCTIVITY ANALYSIS IN FROZEN FISH FILLET PROCESS INDUSTRY
(CASE STUDY AT PT. GTS, WEST JAVA)**

Machfud dan Arviano Haryanto Sahar

Departemen Teknologi Industri Pertanian – FATETA IPB

ABSTRACT

Fishing industries are one of Indonesia huge source for Indonesia capital income, and Indonesia is one of the biggest exporter of fisheries commodity in the global market. In order to maintain and to expand its market, a study based on modern science is held to help the development of fishing industry in Indonesia. Performance of queuing system in a production line can be an indicator for effectivity and efficiency in the production system. PT. GTS is one of Indonesian companies that has a well known reputation in exporting frozen fish fillet.

Analysis technique that was used in this research was Monte Carlo simulation and line balancing model. Queuing system in the frozen fish fillet production line is composed by 13 work stations and 4 of the stations are a join work station (which handle material from all of production line). This queuing system simulation named SAPPFIB "Sistem Antrian Produksi Fillet Ikan Beku", consists of three models and four sub models. Those models are queuing model that simulate queuing condition of receiving station to panning and after curing station (Model A), line balancing model at freezing station (Model B), and model that simulate queuing system at packing station (Model C). The result for the main model simulation in the real state are balking in after curing station, queuing in the freezing station and there is no queuing in packing station. In order to improve the performance of production line, two scenario of queuing system were developed. The two scenario are changing the rate of incoming material (X's scenario) and changing the composition of operator in each work station (Y's scenario). The simulation of X's as well as Y's scenario showed that those scenario increase the server utilization and the processed material and the balking condition became zero. The Y's scenario is better than X's scenario in term of the queuing condition. The Y's scenario reduced the ice's cost and speed up the flow time.

Keywords: Queuing, Simulation, Frozen Fish Fillet

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan dengan potensi perikanan laut sebesar 6,7 juta ton per tahun Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor terbesar komoditas perikanan dunia. Selama periode 1999-2002 produk domestik bruto (PDB) sub sektor perikanan mengalami kenaikan sebesar 21,72%. (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2002). Industri perikanan merupakan salah satu sektor industri yang menjadi primadona sebagai penyumbang sumber devisa Indonesia (Departemen Perindustrian, 2007).

PT. GTS merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri perikanan yang berorientasi ekspor dengan salah satu produk unggulannya fillet ikan beku. Di tengah persaingan global, industri dituntut untuk meningkatkan produktivitasnya. Salah satu faktor penentu produktivitas adalah kelancaran proses produksi dan pemanfaatan sumberdaya produksi yang efisien dan efektif, dan hal ini dilihat dari terjadinya kondisi antrian aliran bahan dalam proses produksi. Terjadinya kondisi antrian akan memperpanjang "lead time" yang pada gilirannya menurunkan kinerja rantai pasok suatu industri (de Treville, *et al* 2004).

Pada industri pengolahan fillet ikan beku, terjadinya antrian dalam aliran proses produksi beresiko terhadap mutu produk yang dihasilkan. Pendekatan analitis yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah sistem aliran bahan yang bersifat acak secara efektif adalah dengan menggunakan analisis garis antrian atau teori antrian (Machfud, 1999). Teori Antrian telah diterapkan secara luas pada berbagai jenis industri dalam rangka meningkatkan efektivitas sumberdaya dan dalam rangka mengevaluasi dan menilai kapabilitas sistem produksi (Munro, 1999, Sproles and Noel, 2002; Shih-Pin C., 2005; Graves SC, 1982; Gaucher, *et al*, 2003; Pagell and Melnyk, 2004). Model antrian dalam lini produksi suatu perusahaan dapat dikembangkan dengan teori antrian untuk meningkatkan produktivitas kerja dari pendekatan tingkat utilitas unit pelayanan dan waktu tunggu bahan dengan memaksimalkan efisiensi dan efektifitas proses. Perbaikan kinerja sistem produksi dapat mengurangi tambahan biaya yang disebabkan oleh adanya antrian dan inefisiensi penggunaan sumber daya.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) memperoleh model antrian pada lini produksi pengolahan fillet beku (2) mengetahui kinerja sistem antrian pada lini produksi pengolahan fillet dan

faktor-faktor yang mempengaruhinya, dan (3) memperoleh alternatif skenario perubahan yang meningkatkan kinerja produktivitas lini produksi. Penelitian ini dibatasi hanya untuk bahan baku ikan kakap.

METODE PENELITIAN

Analisis kinerja sistem antrian di PT GTS, dilaksanakan terhadap model antrian yang diformulasikan berdasarkan hasil analisis komponen sistem antrian lini produksi fillet ikan beku. Oleh karena karakteristik komponen sistem antrian di PT. GTS belum tentu memenuhi asumsi pada model baku sistem antrian, maka diterapkan teknik simulasi untuk memprediksi kinerja sistem antrian dan mencari solusi yang memuaskan dan realistis (Law and Kelton, 2000; Wolff, 1989).

Tata laksana penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Kajian Pustaka dan Observasi Lapang
Kajian pustaka dilakukan untuk mempelajari teori antrian. Observasi lapang dilakukan dengan cara mengamati secara langsung kegiatan produksi pada industri yang bersangkutan.
2. Identifikasi Masalah
Identifikasi masalah merupakan observasi terhadap gejala permasalahan nyata dalam hal sistem antrian seperti *idle time*, kecepatan kedatangan bahan baku dan kondisi fasilitas pelayanannya.
3. Formulasi Masalah
Formulasi permasalahan dilakukan berdasarkan hasil identifikasi masalah yang dilakukan secara heuristik maupun prosedural. Formulasi masalah menjadi rujukan untuk mengetahui kebutuhan data.
4. Pengambilan Data
Pengumpulan data primer dan sekunder yang berhubungan dengan permasalahan antrian yang diperoleh dari berbagai pihak yang terkait dalam manajemen produksi dan dari sistem pelaporan yang telah ada sebelumnya. Data yang dibutuhkan antara lain data jumlah bahan baku, data waktu proses, waktu kedatangan, waktu

pelayanan serta data kapasitas fasilitas pelayanan dan target produksi.

5. Pengolahan Data
Pengolahan data dilakukan untuk mentransformasi data yang ada menjadi sebuah informasi yang berguna untuk menjadi parameter pengembangan model antrian yang ada. Pengolahan data ini dilakukan secara statistik sehingga akan mendapat sebuah kesimpulan informasi.
6. Pengembangan Model Antrian
Pada tahap ini dilakukan pengembangan model antrian berdasarkan kondisi nyata sistem produksi pengolahan fillet beku. Model antrian yang diperoleh kemudian dimodifikasi untuk memperoleh perbaikan kinerja sistem antrian berdasarkan parameter yang telah ditentukan sebelumnya.
7. Validasi dan Verifikasi
Model yang telah disusun di verifikasi dan divalidasi dengan menggunakan data aktual yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji distribusi data

Analisis distribusi data dilakukan untuk mengetahui dan menguji sebaran peluang waktu pelayanan dan waktu kedatangan yang terjadi di dalam sistem antrian. Waktu kedatangan bahan dan waktu pelayanan operator di peroleh melalui pengamatan penulis dan data historis perusahaan yang tercatat. Data yang ada dikonversi sehingga mempunyai satuan dengan basis yang sama, yang dalam hal ini adalah Kilogram bahan baku (RM).

Hasil uji distribusi data tersebut akan menentukan metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan antrian yang terjadi. Apabila populasi data memiliki distribusi peluang Poisson atau Eksponensial maka penyelesaian masalah antrian di selesaikan dengan analisa model antrian baku. Apabila populasi data memiliki distribusi selain poisson atau eksponensial maka analisa antrian dilakukan dengan menggunakan teknik simulasi.

Tabel 1. Hasil Uji distribusi waktu kedatangan bahan

No	Nama Stasiun	Jenis Distribusi	Parameter
1	Stasiun Penerimaan	Weibull (3P)	$\alpha=0.65549$ $\beta=9.5183$ $\gamma=0.16$
2	Stasiun Penerimaan Jenis Proses 1	Weibull (3P)	$\alpha=0.59931$ $\beta=5.5722$ $\gamma=0.6$
3	Stasiun Penerimaan Jenis Proses 2	Weibull (3P)	$\alpha=0.55653$ $\beta=2.9306$ $\gamma=1.25$
4	Stasiun Penerimaan Jenis Proses 3	Weibull	$\alpha=1.0393$ $\beta=1.1535$
5	Stasiun Penerimaan Jenis Proses 4	Weibull (3P)	$\alpha=0.57942$ $\beta=4.1059$ $\gamma=0.83$
6	Stasiun Penyisipan	Weibull	$\alpha=3.6479$ $\beta=3.2566$
7	Stasiun <i>Filleting</i>	Gamma (3P)	$\alpha=0.72012$ $\beta=4.4062$ $\gamma=1.99$
8	Stasiun <i>After Curing</i>	Gamma (3P)	$\alpha=0.92224$ $\beta=10.394$ $\gamma=13.108$
9	Stasiun <i>Freezing</i>	Lognormal	$\sigma=1.7512$ $\mu=1.2693$
10	Stasiun <i>Packing</i>	Weibull (3P)	$\alpha=0.45189$ $\beta=18.623$ $\gamma=0.11$

Tabel 2. Hasil Uji distribusi waktu pelayanan operator

No.	Nama Stasiun	Jenis Distribusi	Parameter
1	Stasiun Penerimaan	Weibull (3P)	$\alpha=0.86442$ $\beta=19.765$ $\gamma=3.63$
2	Stasiun Penerimaan Jenis Proses 1	Weibull (3P)	$\alpha=0.71844$ $\beta=20.551$ $\gamma=4.95$
3	Stasiun Penerimaan Jenis Proses 2	Weibull (3P)	$\alpha=0.5804$ $\beta=9.0434$ $\gamma=6.55$
4	Stasiun Penerimaan Jenis Proses 3	Weibull	$\alpha=3.1728$ $\beta=7.5644$
5	Stasiun Penerimaan Jenis Proses 4	Weibull	$\alpha=2.4041$ $\beta=23.808$
6	Arahan Produksi	Triangular	$\mu=0.9$ $\alpha=0.49066$ $\beta=1.7577$
7	Stasiun Penyisikan	Weibull (3P)	$\alpha=0.83686$ $\beta=32.912$ $\gamma=53.92$
8	Stasiun <i>Filleting</i>	Weibull (3P)	$\alpha=0.76051$ $\beta=15.188$ $\gamma=20.06$
9	Stasiun <i>Trimming</i>	Gamma (3P)	$\alpha=1.4953$ $\beta=61.847$ $\gamma=56.811$
10	Stasiun <i>Washing</i>	Gamma (3P)	$\alpha=1.5575$ $\beta=1.7432$ $\gamma=7.4394$
11	Stasiun <i>Sizing</i>	Gamma (3P)	$\alpha=1.3072$ $\beta=12.491$ $\gamma=18.733$
12	Stasiun <i>Bagging</i>	Lognormal	$\sigma=0.22714$ $\mu=4.0574$
13	Stasiun <i>Panning</i>	Gamma (3P)	$\alpha=1.7571$ $\beta=39.055$ $\gamma=26.28$
14	Stasiun <i>After Curing</i>	Weibull	$\alpha=2.7372$ $\beta=148.57$
15	Stasiun <i>Packing</i>	Gamma (3P)	$\alpha=1.5989$ $\beta=85.768$ $\gamma=7.917$

Uji distribusi data menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* (K-S) pada selang kepercayaan sebesar 90% ($\alpha = 10\%$) dengan bantuan software Easyfit 3.2. Hasil uji kesesuaian distribusi peluang data hasil pengukuran waktu kedatangan bahan di setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengujian kesesuaian distribusi peluang data hasil pengukuran waktu pelayanan operator di setiap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 2.

Data waktu pelayanan di stasiun *Curing* dan stasiun *Freezing* bersifat konstan, yakni pada stasiun *Curing* bahan disimpan pada suhu maksimal 0°C selama satu hari dan pada stasiun *Freezing* bahan dibekukan selama 8 jam. Oleh karena itu, terhadap data di kedua stasiun tersebut tidak dilakukan pengujian distribusi. Hasil uji distribusi menunjukkan bahwa model antrian tidak mengikuti model baku yang telah ada, sehingga analisis antrian dilakukan dengan cara membangun sebuah model simulasi.

Model Antrian

Pembentukan model antrian didasarkan pada kondisi nyata sistem produksi fillet ikan beku di PT. GTS dengan konfigurasi yang sesuai dengan sistem produksi lini tersebut. Pembuatan model antrian dilaksanakan dengan bantuan program QSS 1.0.

Model antrian yang dibentuk berisi komponen-komponen antrian seperti distribusi kedatangan bahan, distribusi pelayanan operator, kapasitas antrian, jumlah operator, dan variabel lain yang mendukung model tersebut. Selain mengikuti konfigurasi sistem produksi nyata fillet ikan beku, digunakan beberapa asumsi dalam membangun model dan menganalisis sistem antrian dari lini produksi fillet ikan beku yakni :

1. Waktu perpindahan bahan antara stasiun diabaikan kecuali yang memiliki nilai waktu perpindahan lebih besar dari dua detik, sehingga waktu pelayanan suatu tahapan produksi akan

menjadi waktu antar kedatangan tahapan produksi berikutnya.

- Kecepatan pelayanan operator sesuai dengan kondisi historis yang diperoleh selama penelitian.
- Kecepatan kedatangan bahan sesuai dengan kondisi historis yang diperoleh selama penelitian.

Simulasi sistem antrian lini produksi fillet ikan beku diberi nama Sistem Antrian Produksi Fillet Ikan Beku (SAPFIB). Sistem antrian tersebut terdiri dari tiga buah model dengan empat buah sub model. Jumlah model tersebut didasarkan pada konfigurasi yang ada pada sistem antrian lini produksi fillet ikan beku.

Kinerja Model Antrian dari Stasiun Penerimaan Hingga Stasiun Panning dan Stasiun After Curing (Model A)

Model A dibuat sesuai dengan keadaan sistem produksi yang berjalan secara riil di perusahaan. Pada model A bahan mengalir dari stasiun penerimaan hingga stasiun *aftercuring* untuk produk *smoke* dan stasiun *panning* untuk produk *non smoke*. Terdapat dua buah komponen kedatangan yakni (1) kedatangan bahan baku yang diterima oleh stasiun penerimaan dan mengalir hingga stasiun *panning* dan stasiun *bagging*, (2) kedatangan bahan dari stasiun *bagging* di stasiun *After Curing*.

Model yang telah dibuat kemudian disimulasikan selama 25.200 detik sesuai dengan jumlah jam kerja dalam satu hari yakni delapan jam kerja dikurangi satu jam istirahat. Simulasi dilakukan sebanyak tiga kali ulangan untuk mendapatkan hasil yang konsisten. Hasil simulasi dari SAPFIB menghasilkan output antara lain berupa analisis kedatangan bahan, analisis antrian, serta analisis tingkat utilitas pelayanan.

Hasil analisis terhadap keluaran simulasi kedatangan bahan menunjukkan terjadinya penolakan bahan (*balking*) pada stasiun *After Curing* rata-rata sebanyak 26,3 kg. Hal tersebut berarti bahwa kedatangan bahan pada stasiun *After Curing*

melebihi kemampuan pelayanan stasiun tersebut. Walaupun dalam kondisi nyata bahan tidak mungkin ditolak dalam proses produksi, kemungkinan yang terjadi pada bahan tersebut ialah bahan diproses oleh operator dengan tambahan waktu di luar jam kerja (lembur).

Untuk analisis stasiun pelayanan (*server analisis*) hasil simulasi menunjukkan tingkat utilitas operator secara rata-rata (*overall*) sebesar 34,13%. Hal tersebut menunjukkan bahwa operator mengalami banyak waktu *idle* dalam bekerja. Kondisi *idle* tersebut saat ini dimanfaatkan perusahaan dengan menginstruksikan operator melakukan pekerjaan lain seperti membersihkan ruang produksi beserta peralatannya ataupun operator dipindahkan pada lini produksi lainnya yang sedang mengalami kedatangan bahan baku dalam jumlah besar. Satu hal lagi yang diperhatikan dalam kegiatan sehari-harinya ialah proses produksi terkadang berhenti pada saat sebelum waktu kerja selesai yakni sebelum pukul 16.00 hal itu akan membuat operator menjadi *idle* dalam waktu yang panjang sesuai dengan hasil simulasi.

Analisis antrian menunjukkan bahwa secara *overall* jumlah bahan yang menunggu rata-rata sebanyak 58,15 kg. Waktu tunggu secara *overall* yang terjadi (Wq) adalah 141,75 detik. Berdasarkan pada hasil simulasi tersebut maka dapat disimpulkan terjadi antrian bahan pada model A, namun porsi antrian tersebut terjadi pada stasiun *After Curing*. Pada stasiun lain hampir dikatakan tidak mengalami antrian. Dari output simulasi yang dihasilkan ternyata tingkat utilitas operator terendah terjadi di stasiun Arahkan Produksi dengan tingkat utilitas berkisar antara 2-3%, sedangkan tingkat utilitas operator tertinggi terjadi pada stasiun *After Curing* dengan tingkat utilitas operator diatas selalu diatas 98%. Perbedaan tingkat utilitas antara dua stasiun yang tinggi tersebut menandakan terjadinya kondisi ketidak-seimbangan tingkat pelayanan antar tahapan produksi (*line unbalanced*).

Analisis *garbage collector* merupakan analisis jumlah bahan yang keluar dari sistem. Dalam SAPPFIB model A ini bahan yang keluar dari sistem merupakan bahan yang tidak masuk ke dalam lini produksi fillet ikan beku. Jumlah *customer collected* merupakan jumlah bahan baku yang keluar dari sistem antrian lini produksi fillet ikan beku.

Berdasarkan permasalahan di atas agar dapat membangun sebuah sistem alternatif untuk model A yang lebih baik, dibutuhkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai sistem antrian tersebut. Pembuatan sub model antrian dapat dilakukan untuk memberikan analisis yang lebih mendalam terhadap sistem antrian lini produksi fillet ikan beku. Sub model yang dibuat diharapkan dapat membantu memahami perilaku sistem secara lebih rinci.

Kinerja Model Antrian Pada Stasiun Freezing (Model B)

Model B merupakan model sistem antrian yang terjadi pada stasiun *Freezing*. Model ini dibuat

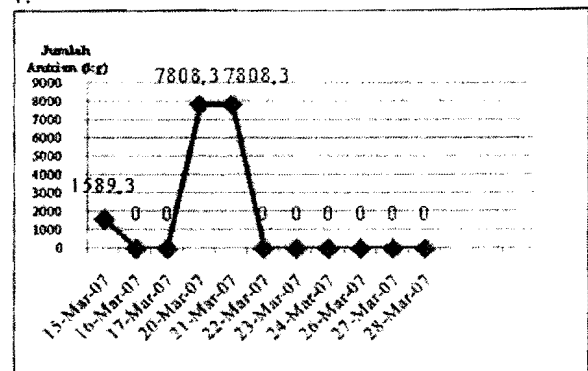
karena pada dasarnya di stasiun *Freezing* memiliki kedatangan tidak hanya dari lini produksi fillet ikan beku melainkan dari seluruh lini produksi di PT. GTS serta dari bahan baku yang perlu dibekukan. Waktu kerja stasiun *Freezing* selama 24 jam, dengan waktu proses yang konstan dan dengan pelayanan yang bersifat *batch*.

Oleh karena bentuk pelayanan stasiun *Freezing* bersifat *batch* dan tidak kontinu, maka model antrian yang dibuat ialah model keseimbangan antara jumlah bahan yang masuk dengan kapasitas pelayanan mesin pendingin.

Ketentuan dan asumsi yang diterapkan dalam menyusun simulasi penjadwalan pada stasiun *freezing* ialah sebagai berikut :

1. Penjadwalan waktu dan pemilihan mesin *Freezer* yang akan dijalankan dilakukan berdasarkan hasil sinkronisasi dengan penjadwalan harian produksi.
2. *Freezer* dapat dijalankan ketika jumlah bahan di dalam mesin mencapai 80% kapasitas mesin, namun terdapat pengecualian ketika produksi pada hari tersebut tidak memungkinkan untuk mencapai 80% kapasitas mesin.
3. Waktu pemuatan berkisar antara 30 menit hingga 120 menit untuk setiap kedatangan bahan, dan pemuatan dilakukan sesaat setelah bahan tiba di stasiun *Freezing*.
4. Waktu *unloading* dan *cleaning* mesin adalah selama 3 jam untuk setiap kali mesin dijalankan.
5. Prioritas jenis produk diabaikan.
6. Waktu *downtime* mesin diabaikan.

Berdasarkan ketentuan dan asumsi diatas dan data historis yang ada, maka dibuat simulasi penjadwalan di stasiun *Freezing*. Antrian yang dimaksud dalam simulasi tersebut ialah antrian sejumlah bahan yang disebabkan seluruh mesin pelayanan sedang sibuk digunakan. Jumlah antrian maksimum per hari yang terjadi selama simulasi antrian pada model B ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik antrian maksimum pada stasiun *Freezing*

Kinerja Model Antrian Pada Stasiun Packing (Model C)

Model C ini dibuat untuk memperlihatkan sistem antrian yang terjadi di stasiun *Packing*. Berbeda dengan stasiun lainnya, stasiun *Packing* mempunyai jam kerja selama 24 jam yang dibagi

menjadi tiga shift kerja. Kedatangan bahan dicatat berdasarkan output bahan dari stasiun *freezing* yaitu seluruh jenis produk PT. GTS. Jumlah operator tetap yakni tiga kelompok kerja dengan jumlah setiap kelompok kerja delapan orang operator.

Simulasi yang dilakukan selama 75600 detik (21 jam kerja). Analisis terhadap hasil simulasi menunjukkan tingkat utilitas operator secara *overall* adalah sebesar 13,48% dan rata-rata waktu tunggu bahan secara *overall* mendekati 0.

Kondisi nyata yang menyebabkan rendahnya utilitas operator ialah karena laju kedatangan bahan baku lebih kecil dibanding dengan kemampuan pelayanan pada stasiun *Packing* ini. Pada kondisi nyata jumlah operator dan jumlah shift di stasiun *Packing* ini ditentukan berdasarkan kebijakan perusahaan.

Pengembangan Model

Hasil analisis model antrian pada sistem nyata menunjukkan terjadinya waktu *idle* yang tinggi pada operator. Hal tersebut dapat memberikan kerugian pada perusahaan dalam hal nilai efisiensi penggunaan sumber daya perusahaan. Waktu tunggu yang terjadi dapat memberikan kerugian berupa resiko yang lebih tinggi terhadap kerusakan bahan.

Jumlah kedatangan bahan baku yang lebih besar dapat meningkatkan beban kerja sehingga waktu *idle* operator akan berkurang. Bertambahnya jumlah operator dan perubahan metode kerja operator pada sebuah stasiun kerja akan memberikan kecepatan pelayanan yang lebih tinggi. Hal tersebut terjadi karena beban kerja yang didistribusikan pada setiap operator akan terbagi secara paralel dan kemampuan kerja operator lebih terampil. Pendistribusian beban kerja akan membuat *idle time* setiap operator semakin tinggi akan tetapi dapat mengurangi waktu tunggu bahan karena bahan lebih cepat diproses.

Berdasarkan hasil analisis sistem antrian tersebut pengembangan model antrian perlu dilakukan untuk memperoleh kinerja sistem yang lebih baik. Pengembangan model antrian dilakukan dengan dua buah skenario, skenario pertama ialah dengan cara merubah kecepatan kedatangan bahan atau tingkat kedatangan bahan dan skenario kedua ialah dengan cara merubah kecepatan pelayanan antara stasiun melalui pengaturan jumlah operator di setiap stasiun.

Pengembangan Model Dengan Skenario Perubahan Tingkat Kedatangan

Pengembangan model dengan skenario perubahan tingkat kedatangan ditentukan karena pasokan bahan baku yang bersifat stokastik. Sifat stokastik itu adalah dikarenakan bahan baku yang digunakan merupakan produk perikanan yang didapat dari hasil laut yang berkaitan dengan alam dan bersifat musiman. Usaha yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk menambah atau mengurangi kedatangan bahan baku ialah dengan menjalin kerja sama yang baik dengan para pemasok bahan baku.

Dalam mengembangkan model antrian dengan berbagai tingkat kedatangan digunakan beberapa asumsi yaitu :

1. Sistem antrian bersifat *steady state*
2. Kecepatan unit pelayanan tetap sesuai data historis
3. Konfigurasi antrian mengikuti model pada kondisi nyata.

Stasiun Penerimaan Hingga Stasiun Panning dan Stasiun After Curing (Model A)

Untuk menetapkan jumlah kenaikan dan penurunan tingkat kedatangan dilakukan dengan metode *trial and error* yakni dengan mengkalikan jumlah kedatangan bahan dari data historis dengan suatu nilai tertentu

Analisis simulasi terhadap pengembangan model dengan berbagai skenario tingkat kedatangan dilaksanakan untuk mendapatkan kinerja sistem antrian yang paling efisien dengan kriteria waktu tunggu minimum dan tingkat utilitas operator maksimum. Skenario terbaik adalah apabila pabrik ini beroperasi dengan volume atau kapasitas produksi 3 kali lebih besar dari volume produksi yang ada pada saat dilakukan penelitian. Dengan kata lain efisiensi penggunaan sumber daya yang maksimum terjadi jika jumlah bahan yang diproduksi (*input*) atau tingkat kedatangan bahan di stasiun penerimaan adalah sebanyak 3 kali dari jumlah bahan pada data historis selama penelitian. Tingkat kedatangan yang lebih besar dari 3 kali ternyata tidak meningkatkan utilitas operator yang signifikan. Untuk pengembangan model A pada komponen kedatangan di stasiun *After Curing*, tingkat kedatangan yang menghasilkan penggunaan sumberdaya secara efektif dan efisien dengan kriteria waktu tunggu minimum dan tingkat utilitas operator maksimum serta tidak adanya *balking*, adalah apabila tingkat kedatangan bahan sebanyak 0,75 kali lipat dari tingkat kedatangan historis selama pengamatan penelitian. Hal tersebut didasari dari hasil simulasi yang menunjukkan pada tingkat kedatangan tersebut tingkat utilitas operator masih relatif tinggi, dengan waktu antrian minimum dan tidak ada *balking*.

Pengembangan model dengan skenario perubahan tingkat kedatangan ini memang memberikan kinerja lebih baik untuk tingkat utilitas operator namun jumlah bahan dan antrian yang terjadi ikut meningkat. Kombinasi tingkat kedatangan tersebut secara keseluruhan dapat meningkatkan kinerja dari sistem antrian, yaitu menjadi 76%. Namun demikian masih terjadi ketidakseimbangan tingkat utilitas operator. Pada stasiun arahan produksi tingkat utilitas operator berada pada kisaran 7% dan pada stasiun Penerimaan, *Sizing*, *Trimming*, *Panning*, dan *Bagging* tingkat utilitas operator berada pada tingkat lebih besar dari 80%. Hal tersebut merupakan penyebab naiknya waktu tunggu bahan (antrian), dan kondisi antrian yang padat pada stasiun penerimaan.

Akan tetapi kondisi tersebut tidak terjadi pada stasiun arahan produksi dan stasiun penyisikan.

Stasiun Freezing (Model B)

Pada model B simulasi sistem antrian yang terjadi menunjukkan terjadinya antrian hanya pada saat tertentu saja ketika produksi hariannya melebihi kapasitas mesin pendingin. Dalam model B ini pengembangan model dengan skenario perubahan tingkat kedatangan bahan berarti merubah tingkat kedatangan bahan agar sesuai dengan kapasitas pelayanan mesin. Perhitungan kedatangan bahan pada stasiun *freezing* dilakukan secara agregat dan dengan pola pelayanan konstan. Tingkat kedatangan yang disarankan ialah maksimal per harinya sebesar 18.000 kg sesuai dengan kapasitas mesin pendingin.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu *idle* rata-rata mesin setiap hari produksi yakni 67,8% untuk *Freezer* 1, 84,0% untuk *Freezer* 2 dan 33,7% untuk *Freezer* 3. Hal ini menunjukkan bahwa pada dasarnya *freezer* masih dapat melayani bahan pada kapasitas yang lebih besar dari 18.000 kg setiap harinya.

Pengembangan pola kedatangan bahan di stasiun *Freezing* dapat dilakukan dengan perbaikan sistem penjadwalan produksi dengan memperhatikan waktu servis mesin dan sinkronisasi produksi antar lini produksi serta kapasitas penyimpanan bahan baku yang tidak di analisis dalam penelitian khusus ini. Pengembangan model antrian dapat lebih baik jika dilakukan juga dengan perbaikan pola kedatangan bahan yang dilakukan dengan perubahan sistem penjadwalan.

Stasiun Packing (Model C)

Pengembangan model dengan skenario perubahan tingkat kedatangan pada model C ini bertujuan untuk memperlihatkan pada tingkat kedatangan seperti apa penggunaan sumber daya manusia sebagai unit pelayanan dapat bekerja secara efektif dan efisien. Hasil output simulasi dari model C memberikan gambaran bahwa terjadi *idle time* yang relatif tinggi pada stasiun kerja *Packing* selama 24 jam waktu kerja dengan komposisi operator seperti pada kondisi nyata.

Berdasarkan hasil uji coba berbagai tingkat kedatangan, tingkat utilitas operator tidak dapat mencapai 90% tanpa menghindari adanya antrian. Namun agar perusahaan dapat mengadakan waktu kerja sebanyak tiga shift setiap harinya dan dengan komposisi operator yang tetap secara efisien dan efektif, maka pabrik dapat meningkatkan kedatangan bahan pada stasiun *Packing* sebesar 6x dari data historis selama penelitian dilakukan.

Tingkat kedatangan sebesar 6x tersebut direkomendasikan oleh karena tingkat utilitas operator relatif tinggi dengan waktu antrian yang dapat ditoleransi. Pengembangan model antrian ini dapat didukung juga dengan pengembangan sistem penjadwalan. Pengembangan sistem penjadwalan tersebut dapat mewujudkan tingkat kedatangan yang diinginkan beserta pengaturan komposisi operator

dan shift kerja secara dinamis, sehingga dapat memperoleh kinerja yang lebih baik pada stasiun kerja *Packing*.

Pengembangan Model Dengan Skenario Perubahan Komposisi Unit Pelayanan

Penempatan jumlah operator dalam setiap stasiun kerja didasarkan pada tingkat utilitas operator dan rata-rata waktu antrian pada stasiun tersebut. Orientasi perubahan komposisi operator pada tiap stasiun kerja mengacu pada tingkat utilitas operator yang maksimal dengan waktu tunggu yang minimal. Stasiun kerja yang memiliki waktu tunggu yang besar dan tingkat utilitas operator yang tinggi akan ditambahkan jumlah operatornya sehingga waktu tunggu menjadi berkurang, sedangkan stasiun kerja dengan waktu tunggu yang kecil dan tingkat utilitas operator yang rendah akan dikurangi jumlah operatornya. Proses perubahan komposisi jumlah operator ini diuji coba (*trial and error*) dan disimulasikan hingga mendapatkan kinerja yang lebih baik dari model sebelumnya.

Dalam melakukan pengembangan model antrian ini digunakan beberapa asumsi yakni :

1. Sistem antrian bersifat *steady state*
2. Model antrian dikembangkan untuk satu lini produk yakni fillet ikan beku, dengan tahapan pengerjaan yang tetap
3. Kondisi kedatangan sama seperti data historis selama penelitian
4. Kecepatan pelayanan operator tetap seperti data historis selama penelitian
5. Kondisi tata letak beserta kapasitas dan disiplin antrian menyesuaikan dengan kondisi historis

Setelah dilakukan beberapa kali uji coba kombinasi jumlah operator pada setiap model, komposisi operator dengan hasil terbaik untuk SAPPFIB ditunjukkan pada Tabel 3.

Pengembangan model antrian untuk SAPPFIB menunjukkan bahwa pada tingkat kedatangan yang sesuai dengan data historis selama penelitian dilakukan, jumlah operator yang diperlukan ialah seperti yang ditunjukkan pada model alternatif. Namun seperti yang diketahui tingkat kedatangan bahan untuk produk perikanan tidak dapat dipastikan, sehingga pengembangan model alternatif ini hanya berlaku ketika tingkat kedatangan bahan baku sama seperti tingkat kedatangan hasil pengamatan penelitian.

Stasiun Penerimaan Hingga Stasiun Panning dan Stasiun After Curing (Model A)

Sesuai hasil uji coba perubahan komposisi operator pada model A, pengurangan jumlah operator dilakukan pada stasiun penerimaan, arahan produksi, penyisikan, *Filleting*, *Trimming*, *Washing* sedangkan pada stasiun *After Curing* jumlah operator ditambahkan.

Pada model A, perubahan jumlah komposisi operator dalam sistem antrian menunjukkan bahwa pada beberapa stasiun menunjukkan tingkat utilitas operator tidak dapat mencapai nilai 90%. Hal ini

terjadi karena tingkat kedatangan bahan pada stasiun tersebut lebih kecil dari pada tingkat pelayanan stasiun tersebut.

Perubahan komposisi operator pada model A ini ditunjukkan agar bahan baku yang datang dapat diolah secara maksimal, dengan jumlah operator yang minimal. Pengembangan model A ini merupakan sistem antrian dengan komposisi operator yang seimbang dalam menjaga tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan.

Stasiun Freezing (Model B)

Pengembangan model dengan skenario perubahan komposisi unit pelayanan pada model B dilakukan dengan menentukan kapasitas pelayanan yang dibutuhkan dalam memenuhi kedatangan bahan seperti pada kondisi historis.

Jika digunakan asumsi pola kedatangan bahan adalah sama dengan pola kedatangan historis selama penelitian berlangsung, kapasitas mesin pendingin perlu ditambahkan sebesar 7808,3 kg. Dengan menggunakan asumsi kapasitas mesin freezer seperti yang ada saat ini, penambahan kapasitas pelayanan di stasiun *Freezing* yang dapat menggunakan dua buah freezer dengan spesifikasi seperti mesin freezer 3. Dengan menambahkan mesin freezer tersebut, kapasitas pelayanan stasiun *freezing* dalam satu hari dapat naik dari 18000 kg menjadi 29.000 kg. Penggunaan dua buah mesin freezer berkapasitas kecil akan lebih efisien dibanding satu buah mesin freezer dengan kapasitas besar.

Stasiun Packing (Model C)

Pengembangan model C dilakukan untuk menentukan jumlah operator yang optimal pada stasiun *Packing*. Oleh karena waktu tunggu pada kondisi nyata telah mendekati 0 detik, maka pengembangan model C dilakukan untuk memaksimalkan tingkat utilitas operator pada stasiun tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan mengurangi jumlah operator sebagai unit pelayanan.

Pengurangan jumlah unit operator akan di hentikan ketika hasil analisis simulasi memberikan perubahan waktu tunggu rata-rata secara *overall* diatas 14 detik. Waktu tersebut ditentukan berdasarkan waktu proses bahan. berdasarkan hasil simulasi model C pada kondisi nyata, rata-rata waktu proses bahan pada stasiun *Packing* berkisar antara 140 detik hingga 150 detik. Dengan memperhitungkan peluang bahan akan rusak, rata-rata waktu tunggu yang boleh terjadi maksimal 10% dari rata-rata waktu proses bahan. Pada rentang waktu 140 – 160 detik, peluang bahan rusak akibat menunggu relatif kecil.

Hasil uji coba pengurangan jumlah operator memberikan hasil bahwa jumlah operator adalah sebanyak 12 orang. Pada jumlah tersebut, hasil simulasi menunjukkan bahwa tingkat utilitas operator meningkat dan rata-rata waktu tunggu yang masih dapat ditoleransi.

Secara keseluruhan, hasil simulasi dari ke dua skenario tersebut disajikan pada Tabel 4, 5, dan Gambar 2.

Tabel 3. Perubahan komposisi operator pada setiap stasiun kerja pada pengembangan model antrian SAPPFIB

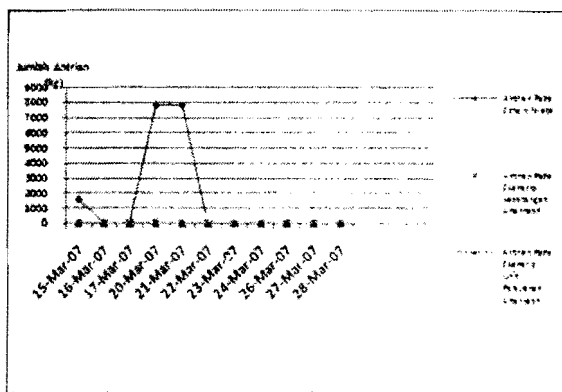
No.	Stasiun	Jumlah Unit Pelayanan (Model Nyata)	Jumlah Unit Pelayanan (Model Aternatif)
1	Stasiun Penerimaan	5 Orang	4 Orang
2	Stasiun Arahan Produksi	3 Orang	1 Orang
3	Stasiun Penyisikan	7 Orang	2 Orang
4	Stasiun <i>Filleting</i>	5 Orang	3 Orang
5	Stasiun <i>Trimming</i>	16 Orang (2 Line)	10 Orang (2 Line)
6	Stasiun <i>Washing</i>	2 Orang	1 Orang
7	Stasiun <i>Sizing</i>	4 Orang	4 Orang
8	Stasiun <i>Bagging</i>	2 Orang	2 Orang
9	Stasiun <i>Panning</i>	6 Orang	6 Orang
10	Stasiun <i>Freezing</i>	3 Unit	5 Unit
11	Stasiun <i>After Curing</i>	5 Orang	7 Orang
12	Stasiun <i>Packing</i>	24 Orang (3 Line)	12 Orang (3 Line)
	Total Unit Pelayanan	82 Unit	57 Unit

Tabel 4. Perubahan kinerja pada model A

Parameter	Model Nyata	Model Alternatif Skenario Tingkat Kedatangan bahan	Model Alternatif Skenario Komposisi Operator
Jumlah bahan yang ditolak (<i>balking</i>) (kg)	26,33	0	0
Jumlah Bahan yang terproses secara <i>overall</i> (kg)	1.856,67	3.099	1991,67
Tingkat Utilitas Operator (%)	27,50	75,36	42,75
Jumlah bahan yang mengantri secara <i>overall</i> (kg)	58,15	497,81	1,69
Rata-rata waktu antrian bahan secara <i>overall</i> (detik)	141,75	469,30	4,42
Rata-rata waktu aliran bahan (detik)	979,11	2.234,77	275,23
Biaya tambahan penggunaan es akibat antrian (Rp.)	296.020,93	6.466.394,72	40.651,86

Tabel 5. Perubahan kinerja pada model C

Parameter	Model Nyata	Model Alternatif Skenario Tingkat Kedatangan bahan	Model Alternatif Skenario Komposisi Operator
Jumlah bahan yang ditolak (<i>balking</i>) (kg)	0	0	0
Jumlah Bahan yang terproses secara <i>overall</i> (kg)	1.673,67	10.118,67	1.667,00
Tingkat Utilitas Operator (%)	13,49	80,79	26,48
Jumlah bahan yang mengantri secara <i>overall</i> (kg)	0,01	11,42	0,23
Rata-rata waktu antrian bahan secara <i>overall</i> (detik)	0,23	84,73	9,81
Rata-rata waktu aliran bahan (detik)	146,34	229,65	154,67



Gambar 2. Grafik perbandingan jumlah bahan yang mengantri pada stasiun *freezing*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Model antrian lini produksi fillet ikan beku pada PT. GTS adalah *multiple line-multiple server*, yang terdiri dari 13 Stasiun kerja dengan 4 stasiun yang membentuk suatu jaringan kerja (*net work*). Parameter sistem antrian, yaitu distribusi peluang waktu kedatangan dan waktu pelayanan tidak mengikuti distribusi peluang Poisson dan Eskponensial, sehingga kinerja sistem antrian dianalisa dengan teknik simulasi.

Faktor yang menentukan kinerja lini produksi adalah ketidakseimbangan proses produksi yang terjadi akibat perbedaan kecepatan pelayanan antar stasiun kerja dan kecepatan kedatangan bahan yang bersifat probabilistik.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kinerja lini produksi masih belum optimal yang ditunjukkan adanya bahan baku yang tidak terproses (*balking*) pada stasiun kerja *After Curing* sebanyak 26,33 kg, tingkat utilitas operator pada model A sebesar 27,50%, rata-rata waktu antrian bahan secara keseluruhan 141,75 detik, rata-rata waktu bahan mengalir secara keseluruhan dari 979,11 detik (16,3 menit), biaya tambahan penggunaan es akibat adanya antrian Rp 296.020,03/bulan. Antrian bahan

terjadi pada stasiun *freezing* sebesar 7808,3 kg. Pada stasiun *Packing* tidak terjadi antrian namun tingkat utilitas operatornya relatif rendah yakni 13,49%.

Skenario mengubah komposisi jumlah operator pada setiap stasiun kerja menunjukkan peningkatan kinerja lini produksi dalam hal jumlah bahan yang tidak terproses, tingkat utilitas operator, jumlah dan lama bahan menunggu untuk diproses serta waktu proses produksi. Dengan skenario ini biaya tambahan penggunaan es akibat antrian menurun dari Rp 296.023 menjadi Rp 40.651.

Hasil uji kesamaan nilai tengah waktu pelayanan antara dua populasi yakni dari data hasil simulasi dengan data historis selama penelitian memberikan hasil berupa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua data tersebut. Hal tersebut membuktikan hasil simulasi valid untuk digunakan sebagai model dari kondisi yang ada.

Saran

Pada kondisi jumlah operator seperti yang terjadi selama ini, untuk meningkatkan kinerja lini produksi perlu diupayakan peningkatan jumlah bahan baku yang diproduksi menjadi 3 kali lipat sesuai dengan kondisi penelitian.

Jika tingkat kedatangan bahan baku pada perusahaan berada pada tingkat kedatangan rata-rata perharinya 2160,68 kg/jam sesuai kondisi penelitian, maka agar sistem produksi berjalan secara efektif dan efisien maka jumlah operator pada stasiun Penerimaan dapat dikurangi dari 5 orang menjadi 4 orang, stasiun Arahan Produksi dari 3 orang menjadi 1 orang, stasiun *Filleting* dari 5 orang menjadi 3 orang, stasiun *Penyisikan* 7 orang menjadi 2 orang, stasiun *Trimming* dari 16 orang menjadi 10 orang, stasiun *Washing* dari 2 orang menjadi 1 orang, stasiun *After Curing* dari 5 orang menjadi 7 orang, stasiun *Freezing* dari 3 unit menjadi 5 unit serta stasiun *Packing* dari 24 orang menjadi 12 orang, jumlah operator pada stasiun lainnya tetap.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2002. Statistik Perikanan Tangkap Indonesia. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Jakarta.
- Departemen Perindustrian. 2007. Laporan Tahunan Volume Ekspor dan Impor Kategori Perikanan. Jakarta.
- de Treville, Suzanne, Roy D. Shapiro, and Ari-Pekka Hameri, 2004. From supply chain to demand chain: the role of lead time reduction in improving demand chain performance. *Journal of Operations Management* 21 (2004) 613-62.
- Graves SC. 1982. The application of Queueing theory to continuous perishable inventory systems. *Management Science* 28(4):400-6.
- Gaucher S, P.Y.Le Gal, and G. Soler, 2003. Modelling Supply Chain Management in The Sugar Industry. Proc S Afr Sug Technol Ass.
- Law, A. M. dan W.D.Kelton. 2000. Simulation Modelling and Analysis. 3rd edition. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Machfud. 1999. Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Diklat. Jurusan Teknologi Industri Pertanian IPB, Bogor.
- Munro, Iain. 1999. Man-Machine Systems: People and Technology in OR. *Systemic Practice and Action Research*, Vol. 12, No. 5.
- Pagell, Mark and Steven A. Melnyk, 2004. Assessing the impact of alternative manufacturing layouts in a service setting. *Journal of Operations Management* 22 (2004) 413-429.
- Shih P.C. 2005. Parametric nonlinear programming approach to fuzzy queues with bulk service. *European Journal of Operational Research* 163 (2005) 434-444.
- Sproles and Noel. 2002. Formulating Measures of Effectiveness. *Systems Engineering*, Vol. 5, No. 4.
- Wolff, R.W. 1989. Stochastic Modeling and The Theory of Queues. Prentice-Hall International Edition.