

**KAJIAN KAPASITAS LINI PENGOLAHAN INDUSTRI TEH HITAM ORTODOKS
DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII KEBUN PASIR NANGKA, CIANJUR**

***STUDY ON THE CAPACITY UTILIZATION OF ORTHODOX BLACK TEA PRODUCTION LINE
AT PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII, PASIR NANGKA, CIANJUR***

Sukardi* dan Wahyu Gumilar

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680
Email: sukardi_ri@yahoo.com, wahyu_gumilar@gmail.com

ABSTRACT

Capacity is a maximum amount that such a production process can produce in a given unit of time. In 2007, Pasir Nangka Factory of PT. Perkebunan Nusantara VIII produced 2,493 tonnes of black tea. The optimum performance of the factory with 12 operation hours per day and 303 working days per year is 3,454 tonnes of dry black tea. The difference between those performances indicates that the factory operates in suboptimum condition. The purposes of this research were (1) to analyze the capacity utilization level of the orthodox black tea factory, (2) to find the costs caused by the idle and non-productive capacities, and (3) to analyze the alternatives to improve capacity utilization level. Analysis of capacity model was done by comparing actual capacity with practical capacity. Overall factory utilization level was determined by the drying line. The production level of the overall factory achieved 72.2% in which 69% in productive status. Therefore, 3.2% of the capacity was idle and 27.8% was non-productive. The results show that the alternative to reduce the idle time could increase the production capacity of overall factory from 69% to 72.2%, whereas alternative to increase the sprout production to meet demand of bottleneck line could improve the utilization of the overall productive capacity to 90.8%.

Keywords: orthodox black tea, factory, capacity, capacity utilization

ABSTRAK

Kapasitas merupakan laju alir maksimum yang dapat dicapai oleh suatu proses produksi dalam suatu satuan waktu. Pada tahun 2007, PT Perkebunan Nusantara (PTPN) VIII melalui pabrik Pasir Nangka memproduksi sebanyak 2.493 ton teh hitam. Sementara itu, kapasitas optimum pabrik dengan 12 jam kerja per hari dan 303 hari kerja per tahun adalah 3.454 ton. Perbedaan kapasitas optimum dengan produksi aktual ini mengindikasikan bahwa pabrik Pasir Nangka memerlukan upaya-upaya untuk meningkatkan produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menganalisis tingkat penggunaan kapasitas pabrik, (2) menghitung biaya-biaya yang timbul akibat adanya kapasitas menganggur dan kapasitas non produktif, dan (3) menganalisis alternatif perbaikan tingkat utilisasi kapasitas lini produksi. Model analisis kapasitas yang dikembangkan adalah membandingkan kapasitas aktual dengan kapasitas praktek. Tingkat utilisasi pabrik secara keseluruhan ditentukan oleh lini atau unit pengeringan yang bertindak sebagai *bottleneck*. Tingkat produksi pabrik secara keseluruhan mencapai 72,2% dan yang berstatus produktif hanya 69,0%. Dari kapasitas pabrik yang ada, 3,2% merupakan kapasitas *idle* dan 27,8% merupakan kapasitas non-produktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif untuk meningkatkan produksi adalah dengan menghilangkan kapasitas *idle* sehingga kapasitas produktif meningkat dari 69% menjadi 72,2%. Sementara itu alternatif meningkatkan produksi pucuk teh akan berpotensi meningkatkan efisiensi kapasitas produktif pabrik sampai 90,8%.

Kata kunci: Teh hitam, pabrik, kapasitas, utilisasi kapasitas

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara produsen teh curah pada urutan ke lima di dunia setelah India, Cina, Sri Lanka, dan Kenya. Perkembangan volume ekspor teh Indonesia pada periode 1996-2004 mengalami fluktuasi seperti dapat dilihat pada Tabel 1. Fluktuasi tersebut menunjukkan bahwa pasar teh

Indonesia belum stabil. Negara produsen teh hitam harus meningkatkan kuantitas dan kualitas teh yang di produksinya untuk meningkatkan volume ekspor masing-masing. Begitu pula Indonesia sebagai negara produsen teh, harus melakukan upaya untuk meningkatkan produksinya, salah satu upaya tersebut adalah meningkatkan produktivitas. Jika hal

*Penulis untuk korespondensi

ini dapat dicapai, diharapkan Indonesia dapat memenuhi permintaan ekspor.

Tabel 1. Perkembangan ekspor teh Indonesia

Tahun	Volume (Ton)	Nilai (Juta US \$)	Pertumbuhan Volume (%)
1996	101.532	112.343	-
1997	66.843	88.838	-34,17
1998	67.219	113.207	0,56
1999	97.847	97.140	45,56
2000	105.581	112.106	7,9
2001	99.721	99.854	-5,55
2002	100.185	103.426	0,47
2003	88.175	95.818	-11,99
2004	98.572	116.018	11,79
2005	102.389	121.777	3,87
2006	95.338	134.515	-6,89

Sumber: ITC (2007)

PT Perkebunan Nusantara VIII (PTPN VIII) merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang membudidayakan tanaman teh dan mengolahnya menjadi produk teh hitam. Peningkatan persaingan antar produsen teh hitam baik dalam negeri maupun luar negeri merupakan tantangan bagi PTPN VIII untuk mampu bersaing melalui program perbaikan kinerja perusahaan baik dalam bidang efisiensi proses produksi maupun efisiensi biaya.

Pabrik Pasir Nangka sebagai salah satu unit kerja PTPN VIII, terkadang menghadapi kendala dalam hal kapasitas dalam menjalankan operasinya. Salah satu gejala dari kondisi tersebut adalah terdapatnya banyak mesin yang menganggur atau beroperasi di bawah kapasitas teknisnya. Gejala lain adalah terjadinya penumpukan dan kekurangan persediaan, baik pada daerah bahan baku, produk jadi, atau produk antar proses.

Perkebunan Pasir Nangka memiliki satu unit pabrik ortodoks yang dibangun dengan kapasitas terpasang (*design capacity*) sampai 55.000 kg pucuk basah per hari. Pada tahun 2007 pabrik ini menghasilkan produk jadi sebanyak 2.493.955 kilogram teh kering. Kinerja optimal dari pabrik tersebut dengan 12 jam kerja per hari dan dengan 300 hari kerja mampu memproduksi sebanyak 3.454.000 kilogram teh kering. Dengan demikian terjadi perbedaan sebesar 960.045 kg. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa pabrik beroperasi di bawah kapasitas (suboptimal) yang memerlukan upaya-upaya untuk mengatasinya.

Utilisasi yang tidak optimal tersebut menyebabkan Perkebunan Pasir Nangka mengalami pemborosan biaya, terutama dari aspek biaya tetap untuk kapasitas yang tidak digunakan atau kapasitas menganggur (*idle capacity*). Oleh karena itu, perlu dicari upaya-upaya untuk meningkatkan pendayagunaan kapasitas pabrik, yaitu dengan memaksimalkan penggunaan kapasitas yang ada. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk tujuan

tersebut adalah dengan menghitung biaya-biaya yang terjadi pada kapasitas menganggur.

Kajian tentang kapasitas dan utilisasi kapasitas telah banyak dilakukan. Ahmed dan Garcia (2003) melakukan kajian untuk mencari kombinasi alokasi biaya sumberdaya pada proses produksi dengan beberapa saluran distribusi yang meminimumkan biaya produksi dengan menggunakan algoritma *branch and bound*. Hasil kajian menunjukkan bahwa model menghasilkan rekomendasi perluasan kapasitas untuk menjangkau dan memenuhi *demand* pada setiap saluran distribusi. Hung dan Cheng (2002) menggunakan teknik *Linear Programming* (LP) untuk menentukan kapasitas mesin pengganti pada proses produksi dengan penggantian mesin. Hasil studi menunjukkan bahwa model LP yang dihasilkan telah memperbaiki aplikabiliti model pada industri sehingga model yang dihasilkan dapat sesuai untuk jenis industri yang sering mengalami pergantian mesin. Wenbin *et al.* (2006) melakukan kajian untuk merancang sistem virtual pada proses produksi yang bersifat sekuensial untuk mengatasi perubahan rancangan proses dengan pendekatan *concurrent engineering*. Rancangan yang dihasilkan adalah berupa konfigurasi tataletak mesin dalam pabrik. Hasil kajian menunjukkan efektivitas pendekatan yang digunakan untuk merancang sistem produksi virtual.

Shemesh *et al.* (1999) mengembangkan model alokasi fasilitas untuk memperbaiki kinerja proses pada produksi yang bersifat *batch*. Model alokasi yang dikembangkan memiliki beberapa *cell* produksi yang identik dan masing-masing memerlukan sejumlah pekerjaan pelayanan (*service*). Model menentukan jumlah server yang optimal dan kecepatan pelayanan untuk setiap fasilitas pelayanan. Anderson (2001) melakukan kajian peningkatan utilisasi kapasitas pabrik dan penjadwalan mesin pada proses produksi campuran (*product mix*) yang dikaitkan dengan pemilihan teknologi, skala produksi, dan tingkat permintaan terhadap produk. Pendekatan yang digunakan dalam studi ini adalah analisis jalur produksi (*path analysis*) untuk melihat pengaruh *product mix* terhadap keputusan manajemen kapasitas. Hasil studi menunjukkan bahwa *product mix* menentukan keputusan strategis manajemen untuk menghindari penyimpangan produksi (*production slack*). Penelitian ini memodifikasi model yang dikembangkan oleh *Consortium for Advanced Manufacturing International* (CAM) (Muras dan Rodriguez, 2003).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk (1) menganalisis tingkat penggunaan kapasitas pabrik, (2) menghitung biaya-biaya yang timbul akibat adanya kapasitas menganggur dan kapasitas non produktif, dan (3) menganalisis alternatif perbaikan tingkat utilisasi kapasitas lini produksi yang dapat direkomendasikan kepada perusahaan.

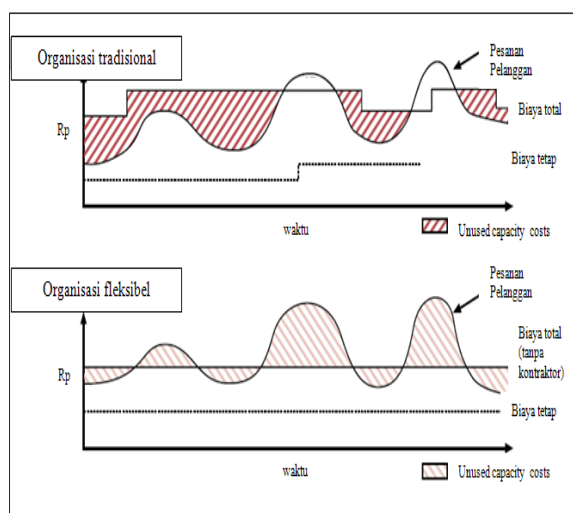
METODE PENELITIAN

Kerangka Pemikiran

Pabrik pengolahan teh Kebun Pasir Nangka merupakan suatu sistem yang relatif kompleks dan terdiri dari komponen-komponen sumberdaya yang saling terkait. Perubahan dari salah satu komponen akan mempengaruhi kinerja pabrik secara keseluruhan.

Kapasitas merupakan laju alir maksimum yang dapat dicapai oleh suatu proses produksi dalam suatu satuan waktu. Oleh karena itu, kapasitas dapat dipandang sebagai suatu ukuran yang menunjukkan jumlah *throughput* (bahan baku atau produk) yang dapat diproduksi oleh suatu proses produksi, bukan berapa banyak yang diproduksi secara aktual (Cachon dan Terwiesch, 2006). Sementara itu, Fowler dan Robinson (1995) mendefinisikan kapasitas sebagai laju *output* maksimum dari suatu bagian pabrik dengan kendala pada waktu siklus secara rata-rata. Elemen-elemen yang menentukan kapasitas suatu proses produksi adalah manusia, peralatan dan mesin, fasilitas (bangunan) dan bahan-bahan (*materials*) (Litzinger, 2001).

Jika dalam suatu proses produksi terdapat terlalu banyak *idle* atau *unused capacity*, maka ada sejumlah komponen biaya tetap yang berpotensi untuk dihemat. Sebaliknya, jika kapasitas suatu proses produksi terlalu rendah, akan beresiko kehilangan kesempatan meraih keuntungan yang potensial. Gambar 1 menunjukkan model struktur biaya dari dua perusahaan dengan pengaturan penggunaan kapasitas yang berbeda. Gambar bagian atas dengan pengaturan kapasitas tradisional dan yang di bawah mengatur kapasitas secara fleksibel berdasarkan puncak dan lembah pada kurva permintaan.



Gambar 1. Peluang penghematan biaya kapasitas (Cokins, 1999)

Pengaturan penggunaan kapasitas yang tepat menunjukkan penggunaan sumberdaya yang tepat

pula. Hal tersebut merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan untuk penentuan dan penurunan biaya. Untuk itu, penentuan kapasitas dari pabrik merupakan hal yang esensial.

Model manajemen kapasitas akan membantu manajer untuk mengevaluasi penggunaan kapasitas dengan menyediakan sebuah gambaran visual mengenai permasalahan yang berkaitan dengan status kapasitas. Penggunaan model kapasitas ini akan menjembatani celah komunikasi antara bagian operasi dengan manajemen. Hal ini akan memungkinkan semua bagian perusahaan untuk mengevaluasi dan mengatur kinerja dengan lebih efektif.

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan pertama yaitu studi pustaka, dilakukan dengan mempelajari referensi dan literatur yang berkaitan dengan kapasitas dan pembuatan model manajemen kapasitas. Observasi lapang untuk memperoleh data primer dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap kegiatan operasi pabrik dan wawancara dengan para operator dan supervisor produksi.

Tahapan selanjutnya adalah identifikasi terhadap masalah kapasitas serta faktor-faktor dan peubah-peubah yang mempengaruhi masalah tersebut. Dalam hal ini adalah mengenai faktor-faktor penentu kapasitas pabrik. Data primer diperoleh melalui pengamatan (misalnya tahap-tahap proses produksi: pelayuan, penggilingan, oksidasi enzimatis, pengeringan, sortasi, pengepakan, penyimpanan), pengukuran (misalnya bobot bahan, waktu proses, suhu proses, kadar air), pencatatan langsung di lapangan dan wawancara dengan pihak yang terkait di perusahaan (misalnya spesifikasi produk, kualitas produk, syarat mutu, komponen biaya), sedangkan data sekunder diperoleh dari laporan dan dokumen tertulis dari perusahaan. Data primer dan data sekunder yang dikumpulkan tersebut berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data yang terkumpul dibandingkan dengan literatur dan pertimbangan perusahaan.

Selanjutnya data yang telah dikumpulkan diolah serta direpresentasikan dalam bentuk model manajemen kapasitas CAM-I. Pada tahap analisis alternatif dilakukan analisis terhadap model yang telah dibuat dan dilakukan perumusan alternatif-alternatif pengembangan kapasitas produktif. Alternatif-alternatif ini adalah pilihan solusi yang dapat diterapkan oleh pabrik untuk memperbaiki tingkat penggunaan kapasitas proses serta mengurangi pemborosan waktu dan biaya. Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap berbagai alternatif yang dihasilkan. Kemudian dilakukan pemilihan alternatif yang layak untuk direkomendasikan dan diterapkan oleh perusahaan.

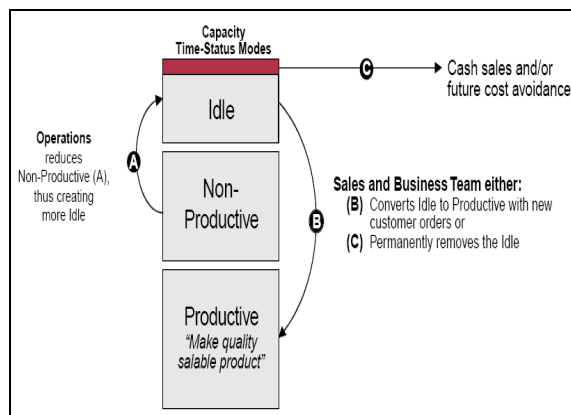
Metode Analisis Data

Model Manajemen Kapasitas

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis penggunaan kapasitas yaitu sebuah model manajemen kapasitas yang dikembangkan oleh *Consortium for Advanced Manufacturing International (CAM-I)*. Model kapasitas ini, yang dikembangkan dengan teknik berdasarkan aktivitas, mengelompokkan aktivitas, *output*, dan penggerak biaya menjadi kapasitas produktif, nonproduktif dan menganggur (Muras dan Rodriguez, 2003).

Pembuatan model manajemen kapasitas CAM-I ini dilakukan dengan didasarkan pada kapasitas praktek, yaitu hari kerja normal. Untuk menganalisis pabrik secara lengkap, setiap lini produksi dianalisis secara individual. Data yang terkumpul dari hasil wawancara dan dari laporan produksi perusahaan diolah dan diklasifikasikan berdasarkan aktivitas yang dilakukan oleh masing-masing lini produksi.

Kategori aktivitas dari masing-masing lini kemudian ditranslasikan ke dalam bentuk grafis berupa model kapasitas CAM-I. Model tersebut menggambarkan tingkat utilisasi kapasitas berdasarkan elemen biaya dan waktu kapasitas. Dari model yang terbentuk, manajemen dapat menganalisis dan mengambil keputusan untuk memperbaiki utilisasi kapasitas dan penghematan biaya kapasitas, seperti dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Usaha peningkatan kapasitas produktif (Muras dan Rodriguez, 2003)

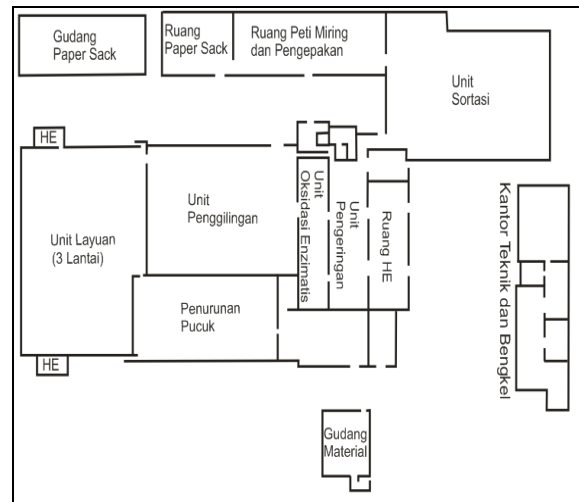
HASIL DAN PEMBAHASAN

Manajemen Kapasitas

Diagram Alir Proses

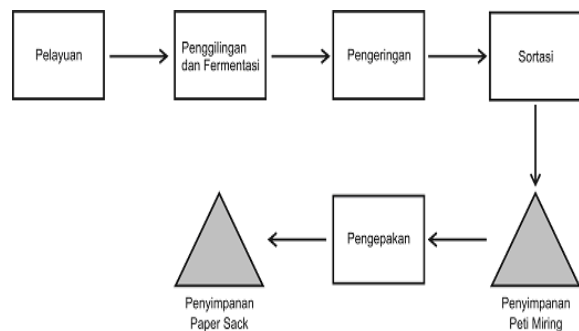
Analisis utilisasi kapasitas produksi teh pabrik ini dimulai dengan menggambarkan diagram alir prosesnya. Pabrik pengolahan teh hitam ortodoks jika ditinjau pada tingkat agregat terdiri dari pucuk teh (*input*), pabrik itu sendiri (bangunan dan mesin), serta persediaan dalam bentuk produk bubuk teh jadi (*output*). Tinjauan proses produksi akan detail dilakukan dengan menggambarkan

bagian-bagian pabrik berdasarkan fungsi produksinya. Gambar 3 mendeskripsikan denah unit ruangan berbagai tahapan yang terlibat pada keseluruhan proses dan bagaimana fungsi dari tahapan-tahapan tersebut.



Gambar 3. Denah unit produksi pabrik teh Pasir Nangka

Gambar 3 menunjukkan semua unit ruangan yang terdapat di lingkungan pabrik. Melalui Gambar ini dapat diikuti tahap-tahap proses yang terjadi selama bahan baku (pucuk teh) diolah. Selama berada di dalam pabrik, pucuk teh melalui berbagai tahapan, baik berupa proses, menunggu untuk diproses, maupun disimpan dalam bentuk persediaan. Satuan dari bahan tersebut dinyatakan dalam kg bubuk teh kering sebagai unit aliran yang melewati tiap tahapan proses. Tinjauan ini digambarkan sebagai diagram aliran proses seperti pada Gambar 4. Alur perjalanan meliputi pergerakan dari suatu unit material selama proses pengolahan, mulai dari proses pelayuan hingga penyimpanan produk dalam bentuk kemasan di gudang.



Gambar 4. Diagram alir proses produksi teh di pabrik Pasir Nangka (PTPN VIII, 2002)

Kapasitas Proses dan Laju Aliran Proses

Pengukuran kapasitas yang tepat adalah sebuah hal yang sangat dasar untuk mengatur dan

mengelola kapasitas. Hal ini karena keputusan-keputusan yang dibuat dalam manajemen kapasitas didasarkan pada hasil pengukuran tersebut. Perhitungan kapasitas teknis dari masing-masing unit kerja dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan kapasitas teknis masing-masing unit produksi

Unit Proses	Penghitungan	Kapasitas (kg/jam)
Penggilingan	Laju alir = 3.363 kg/3 jam	1.121
Pengeringan	4 Mesin, total 950 kg/jam	950
Sortasi	2 Lini = 2 x 500 kg/jam	1.000
Proses Total	Berdasarkan <i>bottleneck</i> , yaitu unit proses pengeringan	950

Kapasitas suatu lini produksi merupakan kemampuan maksimal lini tersebut dalam suatu satuan waktu untuk menghasilkan sejumlah produk, sedangkan laju alir menunjukkan jumlah produk aktual yang dihasilkan selama waktu tersebut. Jika nilai laju aliran bahan lebih kecil dari nilai kapasitas lini produksi, maka hal tersebut menunjukkan adanya *under utilization*. Perhitungan utilisasi dari pabrik Pasir Nangka dan masing-masing lini produksinya pada tahun 2007 dapat dilihat pada Tabel 3. Angka-angka pada Tabel 3 didasarkan pada hasil perhitungan pada Tabel 2 dan data produksi aktual tahun 2007, yaitu jumlah produksi: 2.493.955 kg teh kering, jumlah jam kerja aktual: 3.636 jam. Dari data ini dapat dihitung waktu aktivitas pada lini penggilingan = $1/1.121 = 0,892 \times 10^{-3}$ jam/kg, laju aliran = $2.493.955/3.636 = 686$ kg/jam, waktu siklus = $1/686 = 1,458 \times 10^{-3}$ jam/kg, waktu menganggur = $1,458 \times 10^{-3} - 0,892 \times 10^{-3} = 0,566 \times 10^{-3}$ jam/kg, dan efisiensi utilisasi = $686/1.121 \times 100\% = 61,2\%$.

Produksi teh Pasir Nangka pada tahun 2007 pada beberapa periode mengalami keadaan *supply constrained*. Dalam keadaan ini lini yang menjadi *bottleneck* tidak beroperasi pada kapasitas penuh, sehingga terjadi *under utilization*. Terlihat bahwa

terdapat ketidakseimbangan antar lini. Sementara lini pengeringan yang menjadi *bottleneck* bekerja pada tingkat utilisasi 72,2%, lini penggilingan hanya pada tingkat 61,2%, sedangkan lini sortasi mencapai 68,6%. Lini pengeringan memiliki tingkat utilisasi paling tinggi dan waktu menganggur paling rendah karena lini inilah yang menjadi *bottleneck*.

Model Manajemen Kapasitas

Aktivitas produksi yang dilakukan Pabrik Pasir Nangka akan memberikan nilai tambah kepada produk jadi berupa teh kering. Aktivitas yang dilakukan tersebut tidak seluruhnya merupakan aktivitas produktif, yaitu menghasilkan produk yang dapat dijual. Analisis utilisasi kapasitas dengan menggunakan model manajemen kapasitas CAM-I ini bertujuan untuk mengetahui tingkat utilisasi kapasitas dari masing-masing lini produksi. Dengan demikian diketahui hal apa yang dapat atau harus diperbaiki untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi masing-masing lini.

Untuk mendapatkan analisis pabrik yang lengkap, masing-masing lini produksi dianalisis secara individual dan kemudian dikombinasikan dengan proses lainnya. Analisis dilakukan terhadap data operasi pabrik Pasir Nangka selama tahun 2007.

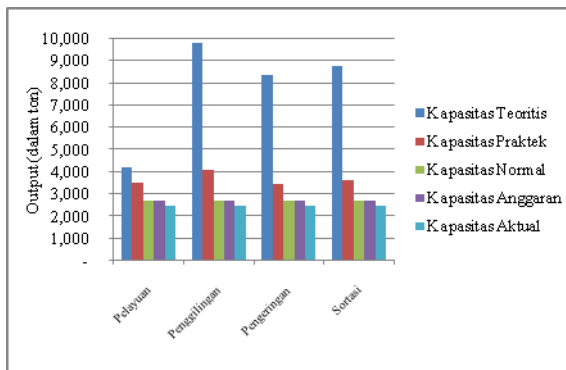
Kapasitas teoritis (*theoretical capacity*) adalah kemampuan suatu lini produksi untuk menghasilkan teh kering dalam waktu maksimum selama satu tahun. Hal tersebut yaitu 365 hari dalam satu tahun dan 24 jam sehari tanpa ada yang terbuang. Kapasitas praktek (*practical capacity*) adalah *output* maksimum pabrik dengan *downtime* normal yaitu hari libur dan dengan jam kerja normal.

Pada tahun 2007, terdapat sebanyak 62 hari libur sehingga jumlah hari pabrik beroperasi adalah 303 hari dengan jam kerja normal 12 jam sehari. Kapasitas normal (*normal capacity*) adalah *output* yang biasa diproduksi oleh pabrik dalam periode tertentu dan merupakan nilai rata-rata dari rencana produksi lima tahun. Kapasitas anggaran (*budget capacity*) adalah jumlah *output* teh kering yang direncanakan untuk diproduksi pada tahun 2007. Kapasitas aktual (*actual capacity*) adalah jumlah teh kering yang benar-benar diproduksi pada tahun tersebut.

Tabel 3. Perhitungan kapasitas pada produksi teh Tahun 2007

	Penggilingan	Pengeringan	Sortasi
Produksi	2.493.955 kg teh kering		
Waktu aktivitas	$0,892 \times 10^{-3}$ jam/kg	$1,053 \times 10^{-3}$ jam/kg	$1,000 \times 10^{-3}$ jam/kg
Kapasitas	1.121 kg/jam	950 kg/jam	1.000 kg/jam
Kapasitas proses	Minimum {1.121 kg/jam, 950 kg/jam, 1.000 kg/jam} = 950 kg/jam		
Laju aliran	686 kg/jam	686 kg/jam	686 kg/jam
Waktu siklus	$1,458 \times 10^{-3}$ jam/kg	$1,458 \times 10^{-3}$ jam/kg	$1,458 \times 10^{-3}$ jam/kg
Waktu menganggur	$0,566 \times 10^{-3}$ jam/kg	$0,405 \times 10^{-3}$ jam/kg	$0,458 \times 10^{-3}$ jam/kg
Utilisasi	61,2 %	72,2 %	68,6 %

Pencapaian utilisasi kapasitas dapat mempengaruhi jumlah *output* yang dihasilkan dari suatu lini produksi. Gambar 5 menunjukkan pengaruh dari pencapaian utilisasi kapasitas terhadap *output* dalam satuan kilogram teh kering dari masing-masing lini produksi. Berdasarkan Gambar 5 tersebut dapat dilihat bahwa jumlah produksi teh kering aktual dari masing-masing lini jauh lebih rendah daripada kapasitas teoritis pabrik (*theoretical capacity*).



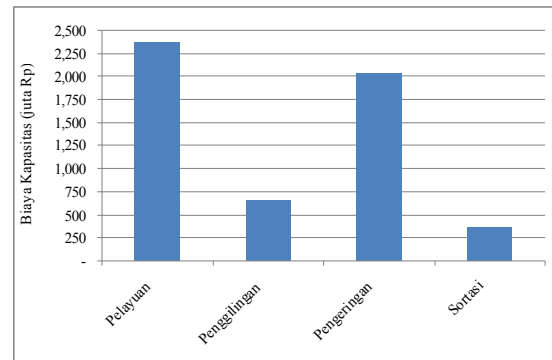
Gambar 5. Grafik hubungan pencapaian kapasitas produksi terhadap *output* dari masing-masing lini

Jam kerja pada kapasitas aktual sama dengan jam kerja kapasitas praktek. Oleh karena itu, jumlah *output* teh kering yang aktual dihasilkan seharusnya mampu mencapai *output* pada kapasitas praktek. Tidak tercapainya jumlah *output* dari kapasitas praktek mengindikasikan adanya aktivitas produksi yang tidak produktif, seperti pengerjaan ulang, gangguan akibat kerusakan mesin tak terduga dan mesin tidak terisi akibat kurangnya bahan baku atau dari proses *upstream*.

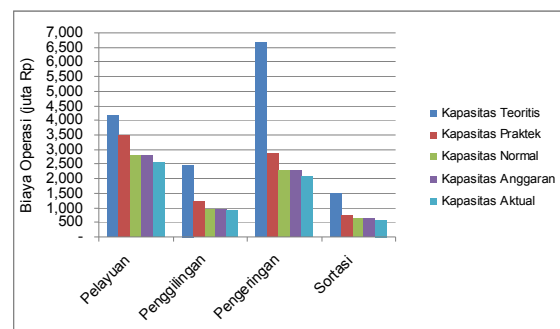
Oleh karena itu, biaya kapasitas untuk setiap tingkat pencapaian kapasitas bernilai sama. Biaya kapasitas dari masing-masing lini produksi dapat dilihat pada Gambar 6. Pengaruh dari tingkat utilisasi kapasitas lini produksi terhadap biaya dapat dilihat pada Gambar 7. Terlihat bahwa biaya operasi pada kapasitas teoritis jauh lebih tinggi dari pada biaya operasi pada kapasitas praktek dan aktual.

Tingkat pencapaian utilisasi kapasitas tidak berpengaruh terhadap biaya kapasitas, tetapi berpengaruh terhadap biaya operasi. Oleh karena itu, biaya kapasitas untuk setiap tingkat pencapaian kapasitas bernilai sama.

Biaya operasi secara praktek relatif tidak jauh berbeda dengan kondisi aktual. Perbedaan biaya tersebut terjadi karena walaupun jam kerja yang digunakan sama banyak, biaya tenaga kerja tergantung pada jumlah pucuk teh yang diolah (tidak tetap).



Gambar 6. Biaya kapasitas dari masing-masing lini produksi teh

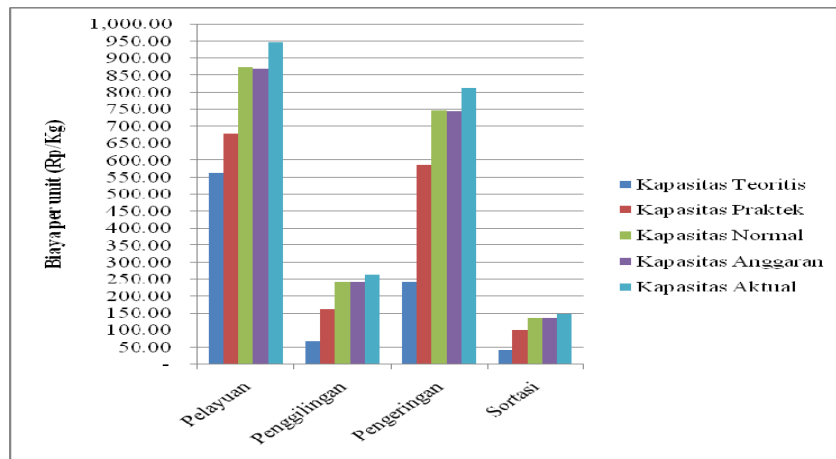


Gambar 7. Biaya operasi dari masing-masing lini produksi teh

Pengaruh pencapaian utilisasi kapasitas terhadap biaya per kg teh kering dapat dilihat pada Gambar 8. Dapat dilihat bahwa biaya per kg teh kering yang paling rendah adalah pada kapasitas teoritis, kemudian kapasitas praktek. Biaya per unit aktual merupakan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan kapasitas lainnya. Hal tersebut terjadi akibat rendahnya kuantitas dari produksi aktual sebagai pembagi dari biaya kapasitas.

Analisis terhadap utilisasi kapasitas keseluruhan pabrik dan masing-masing lini dilakukan dengan membandingkan kapasitas aktual pada kapasitas praktek. Produksi aktual selama tahun tersebut adalah 2.493.955 kg bubuk teh kering. Hingga akhir tahun 2007, volume teh yang dikirim dari pabrik untuk dijual adalah 2.382.272 kg. Utilisasi kapasitas dikategorikan menjadi kapasitas produktif, non produktif dan *idle*. Pengkategorian ini dilakukan berdasarkan pada waktu, jumlah *output* teh kering, serta biaya kapasitasnya.

Penjabaran mengenai kategori utilisasi kapasitas dari lini pelayuan dapat dilihat pada Tabel 4. Dapat dilihat bahwa dengan waktu kerja sebanyak 303 hari, seharusnya lini pelayuan dapat menghasilkan *output* 3.484.500 kg teh kering. Namun aktualnya hanya diproduksi 2.493.955 kg teh kering atau sebesar 71,6%. Hal tersebut menunjukkan terjadinya pemborosan kapasitas lini pelayuan, akibat terjadinya *maintenance* dan *standby*.



Gambar 8. Grafik hubungan pencapaian kapasitas produksi terhadap biaya Kapasitas per unit

Tabel 4. Utilisasi kapasitas praktek lini pelayuan daun teh

Kategori Kapasitas	Waktu (hari)		Output (Kg)		Biaya Kapasitas (juta Rp)	
	Sub	Status	Sub	Status	Sub	Status
<i>Productive</i>		207,15		2.382.272		1.618,64
<i>Non Productive</i>						
- <i>Maintenance</i>	28,19		324.140		220,24	
- <i>Standby</i>	57,95		666.405		452,79	
<i>Sub total</i>		86,13		990.545		673,03
<i>Idle</i>						
- <i>Excess Supply</i>	9,71		111.683		75,88	
<i>Sub total</i>		9,71		111.683		75,88
<i>Total</i>	303		3.484.500		2.367,55	

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa dari total biaya kapasitas lini pelayuan sebesar Rp 2,3 milyar, hanya Rp 1,6 milyar yang diidentifikasi sebagai kapasitas produktif. Sisanya merupakan kapasitas dengan status tidak produktif dan menganggur. Hal yang sama terjadi pada lini-lini lainnya, biaya kapasitas produktif masing-masing lini tidak ada yang mencapai tiga per empat dari total biaya kapasitas.

Produksi aktual dari lini penggilingan (Tabel 5), pengeringan (Tabel 6) dan sortasi (Tabel 7) memiliki nilai yang sama dengan lini pelayuan, yaitu 2.493.955 kg teh kering. Produksi pada lini penggilingan dengan jam kerja tersebut seharusnya dapat mengolah 4.075.956 kg teh atau sebesar 61,2%. Lini pengeringan seharusnya dapat mengeringkan teh sebanyak 3.454.200 kg (72,2%) dan lini sortasi sebanyak 3.636.000 kg teh kering (68,6%).

Selanjutnya kategori dari masing-masing lini tersebut dikombinasikan untuk menganalisis utilisasi kapasitas dari keseluruhan pabrik seperti dapat dilihat pada Tabel 8. Tingkat utilisasi keseluruhan pabrik ini dibatasi oleh utilisasi pada lini *bottleneck*, yaitu lini pengeringan. Oleh karena itu, tingkat utilisasi keseluruhan pabrik ditentukan oleh tingkat utilisasi lini pengeringan.

Kategori aktivitas dari masing-masing lini kemudian ditranslasikan ke dalam bentuk grafis berupa model kapasitas CAM-I. Model tersebut menggambarkan persentase tingkat utilisasi kapasitas berdasarkan basis waktu, *output* dan biaya kapasitas. Dengan terbentuknya model tersebut, terlihat dengan jelas tingkat utilisasi dari masing-masing lini produksi yang ada di pabrik Pasir Nangka.

Model kapasitas CAM-I untuk lini pelayuan dapat dilihat pada Gambar 9. Dari model tersebut dapat diketahui bahwa dengan tingkat produksi 61,2%, utilisasi produktif hanya berada pada tingkat 68,4% dari kapasitas praktek.

Dari Gambar 9 dapat terlihat bahwa terdapat porsi sebesar 28,4% digunakan untuk kegiatan non produktif dan 3,2% merupakan *idle* (tidak beroperasi). Aktivitas yang menghabiskan porsi yang cukup besar pada area non produktif (berwarna merah) adalah perawatan dan perbaikan mesin, yaitu akibat kerusakan tak terduga yang mengganggu jalannya produksi sebesar 9,3%. Kegiatan perbaikan ini menghabiskan kapasitas yang setara dengan 28,19 hari yang seharusnya bisa mengolah sebanyak 324.140 kg teh kering.

Tabel 5. Utilisasi kapasitas praktek lini penggilingan teh

Kategori Kapasitas	Waktu (hari)		Output (kg)		Biaya Kapasitas (juta Rp)	
	Sub	Status	Sub	Status	Sub	Status
<i>Productive</i>		177,1		2.382.272		386,18
<i>Non Productive</i>						
- <i>Maintenance</i>	33,40		449.297		72,83	
- <i>Standby</i>	84,20		1.132.704		183,62	
<i>Sub total</i>		117,6		1.582.001		256,45
<i>Idle</i>						
- <i>Excess Supply</i>	8,30		111.683		18,10	
<i>Sub total</i>		8,30		111.683		18,10
<i>Total</i>	303		4.075.956		660,73	

Tabel 6. Utilisasi kapasitas praktek lini pengeringan teh

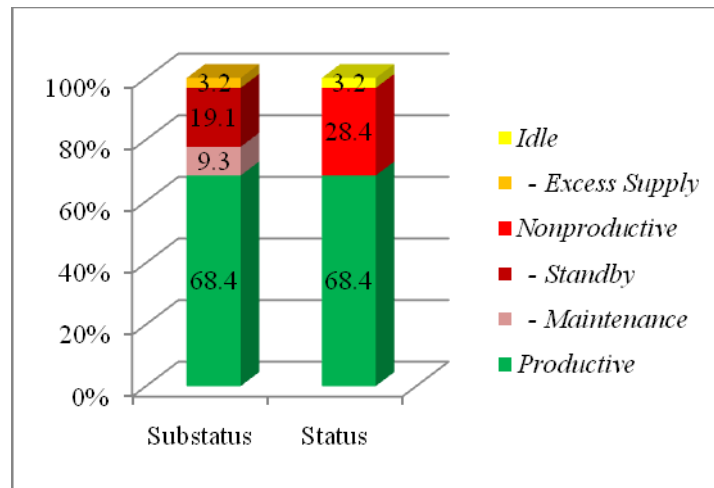
Kategori Kapasitas	Waktu (hari)		Output (kg)		Biaya Kapasitas (juta Rp)	
	Sub	Status	Sub	Status	Sub	Status
<i>Productive</i>		208,97		2.382.272		1.399,14
<i>Non Productive</i>						
- <i>Maintenance</i>	25,25		287.850		169,06	
- <i>Standby</i>	56,79		647.455		380,26	
- <i>Rework</i>	2,19		24.940		14,65	
<i>Sub total</i>		84,23		960.245		563,96
<i>Idle</i>						
- <i>Excess Supply</i>	9,80		111.683		65,59	
<i>Sub total</i>		9,80		111.683		65,59
<i>Total</i>	303,00		3.454.200		2.028,70	

Tabel 7. Utilisasi kapasitas praktek lini sortasi teh

Kategori Kapasitas	Waktu (hari)		Output (kg)		Biaya Kapasitas (juta Rp)	
	Sub	Status	Sub	Status	Sub	Status
<i>Productive</i>		198,52		2.382.272		242,28
<i>Non Productive</i>						
- <i>Maintenance</i>	25,25		303.000		30,82	
- <i>Standby</i>	59,53		714.347		72,65	
- <i>Hersortir</i>	10,39		124.698		12,68	
<i>Sub total</i>		95,17		1.142.045		116,15
<i>Idle</i>						
- <i>Excess Supply</i>	9,31		111.683		11,36	
<i>Sub total</i>		9,31		111.683		11,36
<i>Total</i>	303,00		3.636.000		369,78	

Tabel 8. Utilisasi kapasitas praktek keseluruhan pabrik teh

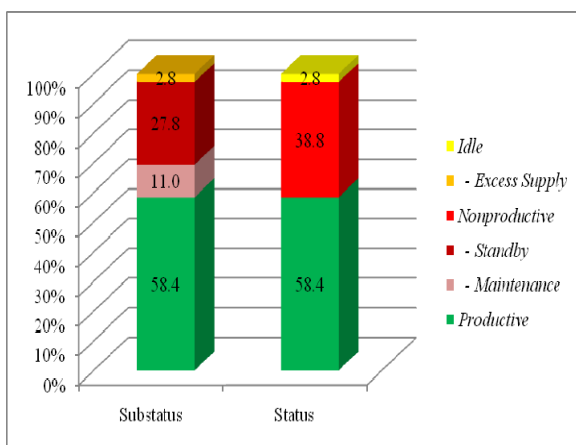
Kategori Kapasitas	Waktu (hari)		Output (kg)		Biaya Kapasitas (juta Rp)	
	Sub	Status	Sub	Status	Sub	Status
<i>Productive</i>		208,97		2.382.272		3.742,69
<i>Non Productive</i>						
- <i>Maintenance</i>	25,25		287.850		452,23	
- <i>Standby</i>	57,64		657.134		1.010,30	
- <i>Rework</i>	1,34		15.261		46,07	
<i>Sub total</i>		84,23		960.245		1.508,60
<i>Idle</i>						
- <i>Excess Supply</i>	9,80		111.683		175,46	
<i>Sub total</i>		9,80		111.683		175,46
<i>Total</i>	303,00		3.454.200		5.426,75	



Gambar 9. Model CAM-I kapasitas aktual lini pelayuan Tahun 2007

Aktivitas nonproduktif lainnya adalah kondisi *standby* dari lini pelayuan sebesar 19,1%, yang menghabiskan waktu operasi selama 57,19 hari. Kondisi ini terjadi akibat tidak terpenuhinya kebutuhan bahan baku dari lini pelayuan. Apabila kerusakan mesin pada saat produksi berjalan tidak dapat dihindarkan, untuk memenuhi kapasitas lini tersebut terjadi kekurangan bahan baku sebanyak 2.998.822 kg pucuk segar (666.405 kg kering x 4,5). Lini pelayuan juga memiliki produksi *idle* sebesar 3,2%. Nilai tersebut menunjukkan jumlah teh yang diproduksi, namun tidak terjual pada tahun 2007.

Model CAM-I lini penggilingan dapat dilihat pada Gambar 10. Lini penggilingan tersebut memiliki tingkat utilisasi produktif sebesar 58,4%. Kondisi *standby* memiliki porsi yang sangat besar, yaitu 27,8%. Hal tersebut berarti pada tahun 2007, lini penggilingan mengalami kekurangan bahan baku sebanyak 1.132.704 kg teh kering.

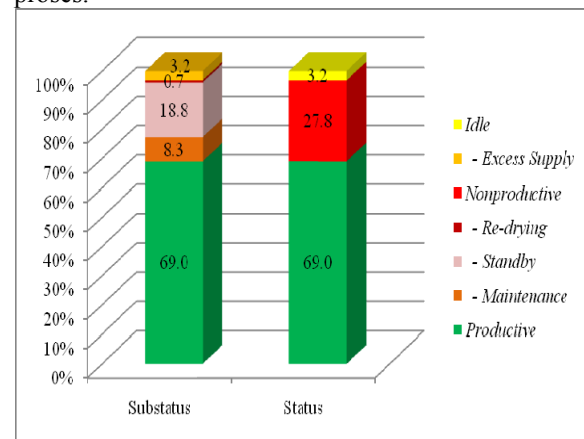


Gambar 10. Model CAM-I kapasitas aktual lini penggilingan Tahun 2007

Besarnya nilai tersebut tidak hanya disebabkan oleh kurangnya pasokan bahan baku pucuk dari kebun, tetapi juga akibat penyesuaian dengan kapasitas lini pengeringan yang merupakan

bottleneck. Proporsi sebesar 11% atau 33,4 hari pada lini penggilingan dipakai oleh aktivitas perbaikan mesin, yang seharusnya dapat mengolah sebanyak 449.297 kg teh. Kapasitas *idle* memiliki proporsi sebesar 2,8% akibat kelebihan pasokan dari produksi.

Tingkat utilisasi kapasitas lini pengeringan dapat dilihat pada Gambar 11. Lini tersebut merupakan lini produksi yang paling kritis karena memiliki kapasitas paling kecil dan merupakan *bottleneck*. Utilisasi lini pengeringan ini harus diusahakan seoptimal mungkin karena berpengaruh terhadap tingkat utilisasi lini lain dan keseluruhan proses.



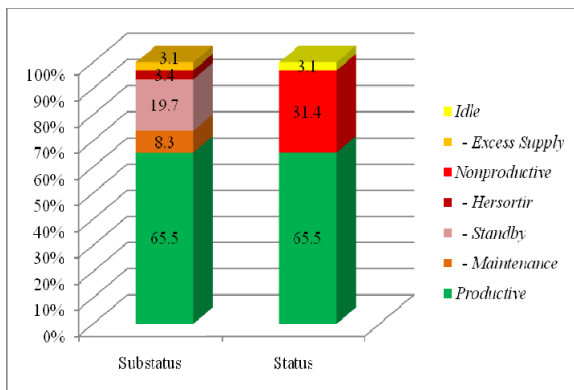
Gambar 11. Model CAM-I kapasitas aktual lini pengeringan Tahun 2007

Pada tahun 2007 terlihat bahwa penggunaan kapasitas produktif dari lini pengeringan ini hanya berada pada tingkat 69%. Nilai tersebut terlalu kecil mengingat lini pengeringan merupakan *bottleneck* yang seharusnya memiliki aktivitas produktif mendekati 100%. Kapasitas lainnya dihabiskan oleh aktivitas nonproduktif seperti *maintenance* (8,3%), *standby* (18,8%) dan pengerjaan ulang (0,7%). Proses pengeringan ulang ini terjadi akibat bubuk hasil pengeringan yang belum mencapai kandungan

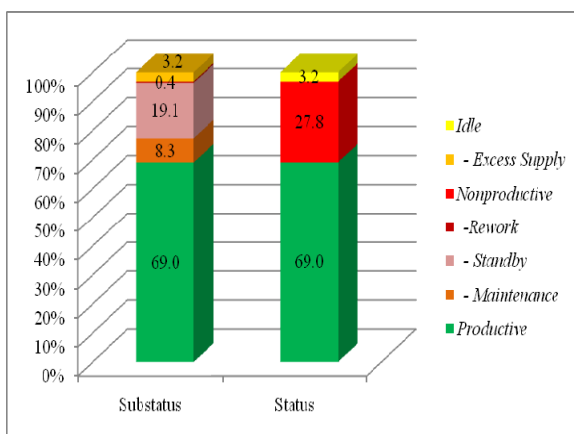
air standar bubuk teh kering. Kondisi *idle* pada lini pengeringan sebesar 3,2% akibat kurangnya volume penjualan dari jumlah produksi.

Model CAM-I lini sortasi seperti dapat dilihat pada Gambar 12 menunjukkan bahwa utilisasi produktif lini tersebut adalah 65,5%, nonproduktif sebesar 31,4% dan *idle* 3,1%. Aktivitas pengerjaan ulang (*hersortir*) cukup signifikan pada lini tersebut.

Model kapasitas CAM-I untuk keseluruhan pabrik seperti pada Gambar 13 merupakan kombinasi dari lini-lini produksi yang terdapat di dalamnya. Lini yang paling menentukan tingkat utilisasi keseluruhan pabrik tentu saja lini pengeringan. Tingkat produksi keseluruhan pabrik hanya mencapai 72,2% dan yang berstatus produktif hanya sebesar 69%. Tidak semua produk yang dihasilkan menjadi produktif karena 3,2% kapasitas merupakan kelebihan pasokan dari pabrik.



Gambar 12. Model CAM-I kapasitas aktual lini sortasi Tahun 2007



Gambar 13. Model CAM-I kapasitas aktual keseluruhan pabrik Tahun 2007

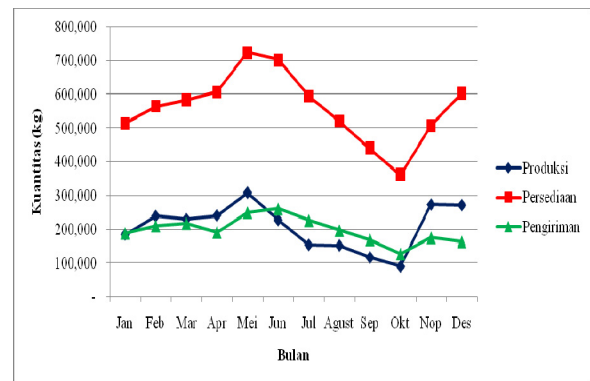
Model keseluruhan pabrik menunjukkan bahwa 27,8% kapasitas digunakan untuk aktivitas yang tidak produktif. Aktivitas nonproduktif sebesar 8,3% terjadi akibat kerusakan mesin yang mengganggu aktivitas produksi, 19,1% berupa kondisi *standby*, serta 0,4% akibat terjadinya pengerjaan ulang. Kondisi *standby* tersebut terjadi

akibat kekurangan produksi bahan baku dari kebun sebesar 657.134 kg kering atau sekitar 2.957 ton pada tahun 2007. Aktivitas nonproduktif tersebut tidak hanya menghabiskan waktu produksi, tetapi juga dalam biaya dan menyebabkan rendahnya kapasitas produksi.

ALTERNATIF PENINGKATAN UTILISASI KAPASITAS

Alternatif I

Salah satu cara untuk meningkatkan kapasitas produktif adalah dengan cara mengurangi kapasitas *idle*. Kapasitas *idle* pabrik Pasir Nangka pada tahun 2007 terjadi akibat tidak seimbangnya laju volume penjualan dengan laju produksi teh hitam. Ketidakeimbangan tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Perbandingan antara produksi dan pengiriman teh hitam kebun pasir nangka Tahun 2007

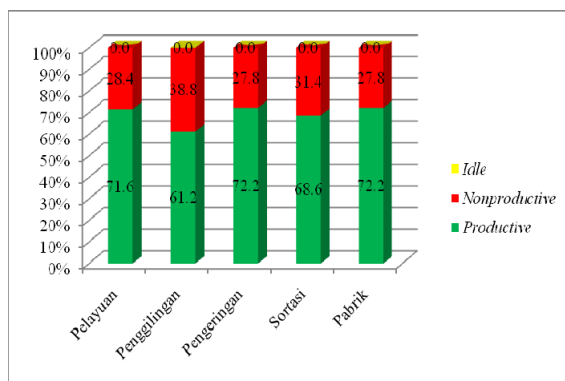
Dapat dilihat bahwa jumlah produksi pada bulan Januari hingga Mei berada di atas kurva pengiriman/penjualan, bulan Juni hingga Oktober di bawah kurva pengiriman dan dua bulan terakhir berada jauh di atas volume penjualan. Apabila diakumulasikan dengan sisa produksi tahun sebelumnya, terlihat bahwa jumlah persediaan jauh lebih banyak daripada volume penjualan.

Terdapat beberapa hal yang menyebabkan volume penjualan tidak sesuai dengan jumlah produksi. Menurut Suprihatini (2004), pertumbuhan ekspor teh Indonesia jauh di bawah pertumbuhan ekspor teh dunia bahkan mengalami pertumbuhan negatif. Kondisi tersebut terjadi terutama adalah akibat (1) komposisi produk teh yang diekspor Indonesia kurang mengikuti kebutuhan pasar; (2) negara-negara tujuan ekspor teh Indonesia kurang ditunjukkan ke negara-negara pengimpor teh yang memiliki pertumbuhan impor teh tinggi; dan (3) daya saing teh Indonesia di pasar teh dunia yang cukup lemah.

Perbaikan volume penjualan ini dapat dilakukan dengan peningkatan daya saing dari teh yang diproduksi. Selain peningkatan jumlah produksi, faktor yang sangat berpengaruh adalah

keinginan pasar. Oleh karena itu, jenis dan mutu teh yang dihasilkan harus disesuaikan dengan keinginan pasar, terutama pasar ekspor. Faktor promosi dan distribusi juga merupakan hal yang harus ditingkatkan.

Pengkategorian kapasitas dengan alternatif ini dapat dilihat seperti ditampilkan dalam bentuk model CAM-I seperti pada Gambar 15. Pada alternatif ini dapat dilihat bahwa terjadi pengeliminasian kapasitas *idle* dengan mengkonversinya menjadi kapasitas produktif. Hal tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan pada kapasitas produktif keseluruhan pabrik dan masing-masing lini. Kapasitas produktif keseluruhan pabrik meningkat dari 69% menjadi 72,2%. Dengan begitu terjadi perubahan biaya per unit teh kering seperti pada Tabel 9.



Gambar 15. Model CAM-I Alternatif I

Tabel 9. Pengaruh alternatif I terhadap biaya kapasitas per kg teh

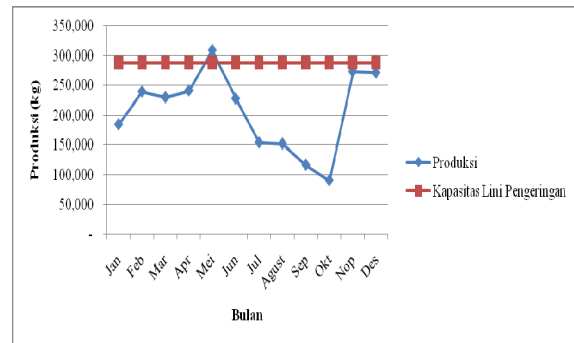
Kategori Kapasitas	Biaya Kapasitas (juta Rp)	Volume (kg)	Biaya per Unit (Rp/kg)
Praktek	5.426,75	3.454.200	1.571,06
Produktif Aktual	5.426,75	2.382.272	2.277,97
Alternatif I	5.426,75	2.493.955	2.175,96

Alternatif II

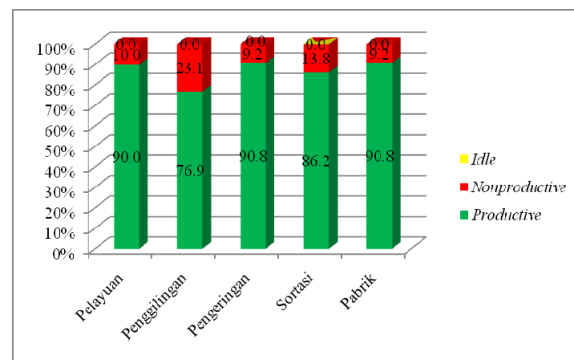
Alternatif kedua yaitu dengan fokus pada perbaikan kapasitas non produktif. Usaha tersebut adalah dengan peningkatan produksi pucuk teh sedemikian hingga lini *bottleneck* tidak mengalami kondisi *standby*. Pada Gambar 16 dapat dilihat fluktuasi produksi dan membandingkannya dengan kapasitas lini pengeringan. Kondisi yang teridentifikasi adalah produksi per bulan pada tahun 2007 selalu berada di bawah kapasitas lini pengeringan, kecuali pada bulan Mei.

Alternatif ini dapat dilakukan dengan cara meningkatkan produksi basah dari kebun sendiri, maupun dari para petani teh rakyat. Seandainya pasokan bahan baku dapat memenuhi kebutuhan kapasitas dari lini pengeringan ini, maka akan terjadi peningkatan kapasitas produktif secara signifikan.

Namun perubahan tersebut hanya akan mengkonversi kapasitas nonproduktif menjadi kapasitas *idle*. Oleh karena itu, harus dilakukan juga usaha-usaha peningkatan volume penjualan seperti pada alternatif pertama. Kemudian, pengaruh dari peningkatan tersebut dapat dilihat dalam model CAM-I seperti pada Gambar 17.



Gambar 16. Perbandingan tingkat produksi terhadap kapasitas dari lini pengeringan sebagai *bottleneck*



Gambar 17. Model CAM-I alternatif II

Model tersebut menunjukkan bahwa kapasitas produktif lini pengeringan meningkat secara signifikan hingga mencapai tingkat 90,8%, begitu juga keseluruhan pabrik dengan nilai yang sama. Tingkat utilisasi produktif paling rendah yaitu pada lini penggilingan meningkat dari 58,4% menjadi 76,9%. Kapasitas produktif lini pelayuan meningkat menjadi 90,0% dan lini sortasi menjadi 86,2%. Pengaruh alternatif II terhadap biaya per kg teh kering dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengaruh alternatif II terhadap biaya kapasitas per kg teh

Kategori Kapasitas	Biaya Kapasitas (juta Rp)	Volume (kg)	Biaya per Unit (Rp/kg)
Praktek	5.426,75	3.454.200	1.571,06
Produktif Aktual	5.426,75	2.382.272	2.277,97
Alternatif II	5.426,75	3.135.000	1.731,02

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Produksi teh Pasir Nangka pada tahun 2007 mengalami keadaan *supply constrained* dalam beberapa periode. Dalam keadaan tersebut lini produksi pengeringan yang menjadi *bottleneck* tidak beroperasi pada kapasitas penuh, sehingga terjadi *underutilization*. Dengan membandingkan tingkat utilisasi pada masing-masing lini, diketahui bahwa terdapat ketidakseimbangan kapasitas antar lini. Sementara lini pengeringan yang menjadi *bottleneck* bekerja pada tingkat utilisasi 72,2%, lini penggilingan hanya pada tingkat 61,2%, sedangkan lini sortasi mencapai 68,6%.

Tingkat produksi keseluruhan pabrik hanya mencapai 72,2% dan yang berstatus produktif hanya sebesar 69%. Tidak semua produk yang dihasilkan menjadi produktif karena 3,2% kapasitas merupakan kapasitas *idle* akibat kelebihan pasokan produksi tanpa permintaan yang cukup.

Model menunjukkan bahwa 27,8% kapasitas digunakan untuk aktivitas yang tidak produktif. Aktivitas nonproduktif sebesar 8,3% terjadi akibat kerusakan mesin yang mengganggu aktivitas produksi 19,1% berupa kondisi *standby*, serta 0,4% akibat terjadinya pengerjaan ulang. Kondisi *standby* tersebut terjadi akibat kekurangan produksi bahan baku sebesar 657.134 kg kering atau sekitar 2.957 ton pucuk teh pada tahun 2007. Aktivitas nonproduktif tersebut tidak hanya menghabiskan waktu produksi, tetapi juga biaya dan menyebabkan rendahnya kapasitas produksi.

Terdapat beberapa alternatif yang dapat direkomendasikan untuk memperbaiki tingkat utilisasi dari kapasitas produksi tersebut. Berdasarkan hasil analisis, alternatif perbaikan pada pemasaran berpotensi meningkatkan kapasitas produktif keseluruhan pabrik dari 69% menjadi 72,2%. Dengan begitu terjadi penurunan biaya kapasitas per unit teh kering sebesar Rp 102,01 dengan asumsi seluruh produksi terjual, sedangkan peningkatan pada produksi pucuk hingga memenuhi kebutuhan lini *bottleneck* berpotensi meningkatkan kapasitas produktif keseluruhan pabrik hingga mencapai 90,8% serta menurunkan biaya kapasitas sebesar Rp 546,95 per unit teh kering jika alternatif tersebut dipilih.

Saran

Untuk selanjutnya perlu dilakukan pengukuran secara lebih khusus pada utilisasi dari setiap sumberdaya berupa mesin. Aktivitas dari masing-masing mesin pada setiap lini produksi harus dapat didokumentasikan dari waktu ke waktu, sehingga dapat dilakukan analisis secara lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed S dan Garcia R. 2003. Dynamic Capacity Acquisition and Assignment under Uncertainty. *Annals of Operations Research* 124 (1-4): 267-283.
- Anderson SW. 2001. Direct and Indirect Effects of Product Mix Characteristics on Capacity Management Decisions and Operating Performance. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 13 (3): 241-265.
- Cachon G dan Terwiesch C. 2006. *Matching Supply with Demand : An Introduction to Operations Management*. New York : The McGraw-Hill Companies Inc.
- Cokins G. 1999. ABC's Linkage to Unused Capacity. *ABC's White Paper*. Oregon : ABC Technologies Inc.
- Fowler J dan Robinson J. 1995. Measurement and Improvement of Manufacturing Capacity (MIMAC) Final Report. *SEMATECH Technology Transfer 95062861A-TR*. [http://www.fabtime.com/files/MIM FINL.PDF](http://www.fabtime.com/files/MIM_FINL.PDF) [8 Januari 2008].
- Hung YF dan Cheng GJ. 2002. Hybrid capacity modeling for alternative machine types in linear programming production planning. *IIE Transactions* 34 (2):157-165.
- ITC. 2007. Annual Bulletin of Statistics 2005. London : International Tea Committee.
- Litzinger JE. 2001. Utilization of Capacity: An Overlooked Factor in Activity-Based Management. *Artikel*. <http://jobfunctions.bnet.com/whitepaper.aspx?&docid=90030&promo=100511> [30 Januari 2008].
- Muras A dan Rodriguez M. 2003. A New Look at Manufacturing Using CAM-I's Capacity Management Model. New York : Wiley Periodicals, Inc.
- Shemesh E, Rabinowitz G, Mehrez A. 1999. Optimal Capacity and Operation Of Deterioratingchemical Production Service Facilities. *Annals of Operations Research* 91(1) : 205-225.
- Suprihatini R. 2004. Rancang Bangun Sistem Produksi dalam Agroindustri Teh Indonesia. [Disertasi]. Bogor : Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Wenbin Z, Juanqi Y, Dengzhe MD, Ye J, Xiumin F. 2006. Production Engineering-Oriented Virtual Factory: A Planning Cell-Based Approach To Manufacturing Systems Design. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 28 (9-10): 957-965.