

**OPTIMISASI SISTEM PENGANGKUTAN KELAPA SAWIT
DI PABRIK PENGOLAHAN KELAPA SAWIT KERTAJAYA
PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII JAWA BARAT**

**Oleh:
IMRAN
F 29.0446**



**1997
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IMRAN F 29.0446. Optimasi Sistem Pengangkutan Kelapa Sawit di Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Kertajaya PT Perkebunan Nusantara VIII Jawa Barat. Dibawah bimbingan Ir. Hj. Emmy Darmawati, M.Si.

RINGKASAN

Kelapa sawit merupakan salah satu hasil perkebunan utama untuk komoditi non migas di Indonesia. Tanaman kelapa sawit yang ada baik luas maupun produksi setiap tahunnya mengalami peningkatan seiring dengan makin tingginya konsumsi terhadap produk kelapa sawit.

Sistem pengangkutan merupakan kegiatan yang vital dalam pengolahan buah kelapa sawit karena buah yang telah dipanen harus diolah pada hari panen atau maksimal 8 jam setelah pemanenan, agar didapatkan rendemen dan mutu CPO yang tinggi dengan nilai asam lemak bebas (ALB) rendah.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari sistem pengangkutan kelapa sawit di pabrik pengolahan kelapa sawit Kertajaya, mengidentifikasi faktor pembatas sistem pengangkutan dan merencanakan armada pengangkutan kelapa sawit yang optimal.

Di PKS Kertajaya permasalahan yang dikaji untuk mendapatkan sistem pengangkutan yang optimal yaitu sistem pengangkutan yang ada, ramalan produksi harian, jumlah kendaraan yang dibutuhkan pada masing-masing sub kebun dan analisa antrian di penimbangan serta analisa antrian di pembongkaran (loading ramp).

Truk merupakan alat angkut utama dalam pengangkutan produksi TBS di Kebun Inti Kertajaya. Jumlah truk yang dimiliki saat sekarang sebanyak 12 buah dengan kapasitas masing-masing truk sebanyak 5 ton TBS/trip. Lama pengangkutan setiap harinya delapan jam yang dimulai pukul 07.00 pagi dan berakhir pukul 15.00 sore dengan waktu istirahat 1 jam. Dari analisa biaya didapatkan biaya angkutan tiap kilogram TBS yang dibawa truk pabrik pada jarak dekat, sedang dan jauh masing-masing Rp 2,28/kg, Rp 4,2/kg dan Rp 6,08/kg. Biaya ini lebih rendah dari biaya sewa truk untuk pengangkutan produksi kebun pada masing-masing jarak tersebut yakni Rp 10/kg, Rp 12 /kg TBS dan Rp 19 /kg, sehingga penggunaan truk milik kebun lebih ekonomis dalam pengangkutan produksi TBS.



Faktor-faktor yang pembatas pada sistem pengangkutan TBS kelapa sawit di PKS Kertajaya yaitu produksi kebun, luas kebun, sumber daya, antrian di loading ramp, antrian di penimbangan dan kapasitas pabrik.

Untuk melihat kebutuhan truk tahun 1997 dilakukan peramalan produksi dengan menggunakan metode pemulusan eksponensial triple kecenderungan dan musiman dari Winter. Proses peramalan menggunakan software QSB. Hasil peramalan untuk semua kebun memperlihatkan pola data ramalan tidak berbeda dengan pola data yang asli, hal ini ditinjau dengan hasil uji statistik U-Theil yang kecil dari 1.

Jumlah truk yang optimal diperlukan tergantung dari waktu siklus angkutan (waktu angku, waktu muat dan waktu bongkar) dan jumlah produksi harian yang dihasilkan oleh masing-masing sub kebun. Jumlah truk yang diperlukan untuk membawa produksi harian sub kebun Pakol sebanyak 2 truk. Untuk sub kebun Pasir awi sebanyak 1 truk, sub kebun Tangkeban sebanyak 2 truk, sub kebun Bojong Juruh sebanyak 1 truk, sub kebun Angrit 1 dan Angrit 2 masing-masing 1 truk. Total truk yang optimal diperlukan oleh kebun Kertajaya dalam pengangkutan produksi harian TBS yang dihasilkan dari seluruh sub kebun yang ada sebanyak 8 truk.

Prakiraan kebutuhan truk tahun 1997 di sub-sub kebun Kertajaya didasarkan pada ramalan produksi harian yang dihasilkan masing-masing sub kebun, sehingga didapatkan bahwa untuk tahun 1997 pada kebun Pakol diperlukan truk tiap hari produksi sebanyak 2 truk, sub kebun Pasir Awi sebanyak 1 truk, sub kebun Tangkeban sebanyak 2 truk, sub kebun Bojong Juruh sebanyak 2 truk, untuk sub kebun Angrit 1 dan Angrit 2 dibutuhkan masing-masing 1 truk. Total truk yang harus tersedia di kebun Kertajaya dalam mengangkut produksi harian tahun 1997 sebanyak 9 truk.

Analisa antrian di penimbangan menggunakan antrian tunggal pelayanan tunggal dengan batas antrian maksimum sebanyak 20 truk. Lama pelayanan penimbangan 2 menit/truk atau dengan laju pelayanan 30 truk/jam. Saat produksi harian rendah dengan laju kedatangan truk per hari (λ) = 12 truk per jam tidak menimbulkan antrian di penimbangan. Saat produksi harian tinggi (puncak) dengan laju kedatangan truk $\lambda = 23.75$ truk/jam, terjadi antrian (L_q) sebanyak 3 truk dengan waktu antrian (W_q)



selama 8.22 menit. Antrian yang terjadi tidak melebihi dari jumlah yang diizinkan sehingga penggunaan 1 unit penimbangan dapat menangani setiap laju kedatangan yang ada.

Pada unit pembongkaran (loading ramp) jumlah server yang ada sebanyak 10 ($s = 10$). Lama pelayanan tiap server 20 menit per truk atau dengan laju pelayanan (μ) 3 truk/jam. Laju kedatangan truk maksimum dan minimum masing-masing sebesar 6 dan 11 truk per jam. Analisa antrian dilakukan untuk melihat jumlah server yang optimum dalam melayani truk yang datang. Dari analisa diperoleh jumlah fasilitas pelayanan yang optimal sebanyak 8 buah, dimana truk dapat dengan lancar membongkar muatannya tanpa harus antri, baik disaat produksi puncak maupun produksi rendah. Untuk server kurang dari 8 terjadi antrian dan untuk server lebih dari 8 terjadi fasilitas pelayanan mengganggu.

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**OPTIMISASI SISTEM PENGANGKUTAN KELAPA SAWIT
DI PABRIK PENGOLAHAN KELAPA SAWIT KERTAJAYA
PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII JAWA BARAT**

Oleh:

IMRAN

F 29.0446

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan Mekanisasi Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

1997

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**OPTIMISASI SISTEM PENGANGKUTAN KELAPA SAWIT
DI PABRIK PENGOLAHAN KELAPA SAWIT KERTAJAYA
PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII JAWA BARAT**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan **Mekanisasi Pertanian**

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

Oleh:

IMRAN

F 29.0446

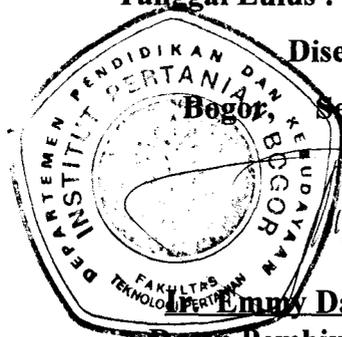
Dilahirkan pada tanggal 27 Juni 1973

di Sungai Nibung

Tanggal Lulus : 11 September 1997

Disetujui :

September 1997



Emmy Darmawati, M.Si
Dosen Pembimbing Akademik



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran ALLAH SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Selama penyusunan skripsi ini banyak bantuan dan dorongan yang telah diberikan oleh berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Hj. Emmy Darmawati, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
2. Ir. I Wayan Budi Astra, M.Agr selaku dosen penguji yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan-masukan terhadap skripsi ini.
3. Ir. Nesia Dewi, MS selaku dosen penguji yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan-masukan terhadap skripsi ini.
4. Pimpinan dan Staf PKS Kertajaya yang telah memberikan izin, membantu dan memperlancar penulis untuk melakukan penelitian masalah khusus ini.
5. Ayah, Amak, Kakak dan Adik yang telah memberikan perhatian, dukungan dan do'a
6. Seluruh warga MP-29 dan BIOCOM : Mas Tomo, Nanang, Eko dan Uda Montesqrit yang memberikan bantuan, dukungan dan do'a.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun bagi semua pihak. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Amiin.

Bogor, September 1997

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. KELAPA SAWIT	5
B. POLA PERENCANAAN OPERASI PANEN, PENGOLAHAN DAN PENGANGKUTAN	7
C. PENELITIAN TERDAHULU TENTANG OPTIMASI SISTEM PENGANGKUTAN	12
D. KONSEP OPTIMASI SISTEM	13
E. MODEL SIMULASI	14
F. TEORI ANTRIAN	15
G. MODEL DIAGRAM SIKLUS SISTEM OPERASI MESIN	19
H. METODE PERAMALAN	21
III. METODE PENELITIAN	25
A. TEMPAT DAN WAKTU	25
B. PENDEKATAN PERMASALAHAN	25
C. RANCANGAN PENELITIAN	28
D. PELAKSANAAN PENELITIAN	34
E. BAHAN DAN ALAT PENELITIAN	36
F. PEMBATAAN MASALAH DAN ASUMSI	36

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. SYSTEM PENGANGKUTAN TBS KEBUN KERTAJAYA YANG ADA SEKARANG	38
B. PRODUKSI DAN RAMALAN PRODUKSI	44
C. KEBUTUHAN ALAT ANGKUT	56
D. SISTEM ANTRIAN	62
V. KESIMPULAN DAN SARAN	71
A. KESIMPULAN	71
B. SARAN	74
DAFTAR PUSTAKA	75
DAFTAR LAMPIRAN	77

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Standar mutu minyak sawit, inti sawit dan minyak inti sawit	3
Tabel 3.	Produksi TBS kelapa sawit PKS Kertajaya per bulan dari tahun 1990 sampai tahun 1996	45
Tabel 4.	Potensi dari sub-sub kebun PKS Kertajaya	46
Tabel 5.	Pasokan produksi TBS dari kebun inti seinduk dan kebun plasma ke PKS Kertajaya	47
Tabel 6.	Potensi wilayah kebun inti seinduk dan kebun plasma	47
Tabel 7.	Nilai kesalahan kuadrat rata-rata (MSE) dan parameter α , β dan γ serta statistik U-Theil pada peramalan sub kebun inti	52
Tabel 8.	Nilai kesalahan kuadrat rata-rata (MSE) dan parameter α , β dan γ serta statistik U-Theil pada kebun inti seinduk dan kebun plasma	53
Tabel 9.	Produksi rata-rata per bulan pada sub kebun Kertajaya dari tahun 1990 sampai tahun 1996	57
Tabel 10.	Rata-rata kebutuhan alat angkut per hari untuk kebun inti	59
Tabel 11.	Prakiraan kebutuhan alat angkut per hari untuk kebun inti pada tahun 1997	61
Tabel 12.	Hasil perhitungan penggunaan teori antrian di tempat penimbangan dengan jam kerja 8 jam per hari dan laju pelayanan (μ) = 30 truk/jam	63
Tabel 13.	Panjang antrian truk dan waktu antrian pada sistem antrian di tempat pembongkaran dengan berbagai macam server ($s = 2$ s/d $s = 12$) pada tiap-tiap bulan selama 1 tahun.	68

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Siklus perencanaan panen, pengangkutan dan pengolahan (Soerjadi dan Moenandar, 1978)	8
Gambar 2.	Grafik pembentukan ALB pada buah luka	10
Gambar 3.	Grafik pembentukan ALB pada buah yang tidak luka.....	10
Gambar 4.	Dasar proses lini antrian (Hiller dan Lieberman, 1980)	16
Gambar 5.	Sistem antrian model <i>single channel sigle phase</i>	17
Gambar 6.	Sistem antrian model <i>singgle channel multi phase</i>	17
Gambar 7.	Sistem antrian model <i>multi channel single phase</i>	18
Gambar 8.	Model antrian <i>multi channel multi phase</i>	18
Gambar 9.	Skema tahap pendekatan berencana (Thicurauf dan Klekamp, 1975)..	24
Gambar 10.	Diagram alir proses pengangkutan TBS di kebun Kertajaya	42
Gambar 11.	Grafik peramalan produksi TBS kebun Pakol dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	49
Gambar 12.	Grafik peramalan produksi TBS kebun Pasir Awi dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	49
Gambar 13.	Grafik peramalan produksi TBS kebun Tangkeban dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	50
Gambar 14.	Grafik peramalan produksi TBS kebun Bojong Juruh dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	50
Gambar 15.	Grafik peramalan produksi TBS kebun Angrit I dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman	

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



dari Winter	50
Gambar 16. Grafik peramalan produksi TBS kebun Angrit 2 dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	51
Gambar 17. Grafik peramalan produksi TBS kebun Sanghyang Damar dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	54
Gambar 19. Grafik peramalan produksi TBS kebun Bojong Datar dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	54
Gambar 20. Grafik peramalan produksi TBS kebun Bantar Jaya dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	55
Gambar 21. Grafik peramalan produksi TBS kebun KRAL dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	55
Gambar 22. Grafik peramalan produksi TBS kebun KRAP dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	56

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

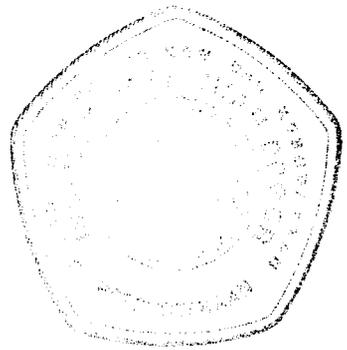


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Peta kebun inti Kertajaya	77
Lampiran 2.	Produksi TBS (kg) sub kebun Kertajaya per bulan dari tahun 1990 sampai tahun 1996	78
Lampiran 3.	Analisa Ekonomi alat angkut truk	82
Lampiran 4.	Peramalan produksi TBS kelapa sawit sub kebun inti Kertajaya dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	84
Lampiran 5.	Peramalan Produksi TBS kelapa sawit kebun inti seinduk dan kebun plasma dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter	86
Lampiran 6.	Keluaran program penentuan kebutuhan kendaraan rata-rata pada sub kebun inti Kertajaya	88
Lampiran 7.	Keluaran program prakiraan kebutuhan kendaraan sub kebun inti Kertajaya tahun 1997	90
Lampiran 8.	Hasil perhitungan penggunaan teori antrian saluran tunggal pelayanan tunggal pada unit penimbangan dalam berbagai jam kerja tiap bulan pada PKS Kertajaya	92
Lampiran 9.	Hasil perhitungan penggunaan teori antrian di tempat pembongkaran buah (loading ramp) untuk berbagai jumlah server dengan jam kerja 8 jam/hari dan lama pelayanan masing-masing server (μ) adalah 20 menit/ truk.	95
Lampiran 10.	Program penentuah kebutuhan alat angkutan.....	96

Hak cipta dilindungi IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Menghadapi kemungkinan penyusutan pendapatan devisa Indonesia dari sektor minyak dan gas bumi (migas) pada masa-masa yang akan datang, usaha untuk menambah devisa dari sektor non migas perlu ditingkatkan. Dari sektor perkebunan, pada akhir PELITA IV nilai ekspor sub sektor perkebunan sebesar US \$ 13.47 milyar dan pada Akhir PELITA V mencapai US \$ 22.54 milyar, sehingga terjadi peningkatan sebesar 67,21 %.

Kelapa sawit merupakan salah satu hasil perkebunan yang utama untuk komoditi ekspor non migas yang dikembangkan di Indonesia. Tanaman kelapa sawit pada perkebunan besar mengalami peningkatan baik luas maupun produksinya. Luas lahan kelapa sawit meningkat dari 819,8 ribu hektar pada tahun 1992 menjadi 1,04 juta hektar pada tahun 1995. Produksinya-pun meningkat dari 2,19 juta ton minyak sawit dan 483,1 ribu ton inti sawit pada tahun 1992 menjadi 2,48 juta ton minyak sawit dan 605,3 ribu ton inti sawit pada tahun 1995 (Biro Pusat Statistik, 1996).

Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan dan rakyat yang dipilih untuk pelaksanaan pemerataan kesejahteraan melalui pola PIR. Komoditi ini diharapkan dapat meningkatkan pendapatan dan harkat petani perkebunan serta transmigrasi Indonesia (Lubis A. U, 1992). Disamping itu, tanaman kelapa

sawit juga dikembangkan baik oleh PT Perkebunan (PTP) maupun perkebunan swasta dalam rangka peningkatan ekspor non migas. Diperkirakan tahun 2005 Indonesia akan menjadi produsen kelapa sawit terbesar di dunia. Menurut Dirjen Perkebunan, saat ini Indonesia akan menggeser posisi Malaysia yang kini produsen kelapa sawit terbesar di dunia (Majalah Swasembada, 1995).

Minyak sawit sebagai minyak nabati sangat penting artinya baik dalam industri pangan maupun industri non pangan. Pada industri pangan antara lain merupakan bahan baku minyak goreng, margarine, bahan aditif coklat, pembuatan ice cream, makanan ternak, pembuatan asam lemak, vanaspati dan makanan ringan lain. Pada industri non pangan minyak sawit juga digunakan pada produksi obat-obatan, kosmetik, bahan pelembut dan fleksibel pada industri kulit, bahan pelumas, sabun, semir, sepatu, lilin, deterjen, tinta cetak, dan lain-lainnya. Saingan dari minyak sawit antara lain adalah minyak kedelai, minyak bunga matahari, dan minyak kelapa.

Dengan terjadinya persaingan di pasaran dan dengan adanya ketentuan standar mutu dari pihak pembeli, maka tiap lembaga atau perusahaan penghasil minyak sawit berusaha menghasilkan minyak sawit dengan sebaik-baiknya. Hal ini lebih penting lagi bila berbicara di pasaran dunia.

Mutu minyak sawit sangat dipengaruhi oleh kadar asam lemak bebas (ALB). Kadar ALB yang tinggi selain akan membutuhkan biaya yang lebih tinggi dalam proses pengolahannya juga dapat menurunkan harga jual dari



minyak sawit (*Crude Palm Oil/CPO*) yang dihasilkan. Pada Tabel 1 dapat dilihat standar mutu dari minyak sawit (CPO), inti sawit (*kernel*) dan minyak inti sawit yang ada dipasaran.

Tabel 1. Standar Mutu Minyak Sawit, Inti Sawit dan Minyak Inti Sawit

Karakteristik	Minyak sawit	Inti sawit	Minyak Inti sawit	Keterangan
Asam lemak bebas	5 %	3,5 %	3,5 %	maksimal
Kadar kotoran	0,5 %	0,02 %	0,02 %	maksimal
Kadar zat menguap	0,5 %	7,5 %	0,2 %	maksimal
Bilangan peroksida	6 meq	-	2,2 meq	maksimal
Bilangan Iodine	44 - 58 mg/gr	-	10,5 - 18,5 mg/gr	-
Kadar logam (fe,Cu)	10 ppm	-	-	-
Lovibond	3 - 4 R	-	-	-
Kadar minyak	-	47 %	-	minimal
Kontaminasi	-	6 %	-	maksimal
Kadar pecah	-	15 %	-	maksimal

Sumber : Direktorat Jenderal Perkebunan, 1989

Penurunan mutu CPO oleh karena peningkatan ALB lebih banyak diakibatkan oleh penanganan pasca panen yang kurang baik. Terlambatnya tandan buah segar (TBS) yang dipanen dibawa ke pabrik, getaran-getaran yang terjadi pada TBS selama proses pengangkutan, lamanya waktu pengangkutan, dan tertumpuknya TBS di pabrik sangat besar peranannya dalam memberikan kenaikan asam lemak bebas dan penurunan rendemen CPO yang dihasilkan.

Perlunya untuk meningkatkan mutu dan rendemen CPO yang dihasilkan dari pengolahan TBS serta untuk memenuhi permintaan pabrik maka diperlukan

sistem pengangkutan yang baik. Kegiatan pengangkutan kelapa sawit harus dilakukan dengan cepat dan aman. Untuk itu diperlukan suatu perencanaan kegiatan yang dilakukan dan pengoptimalan sistem pengangkutan dengan memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh.

B TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mempelajari sistem pengangkutan kelapa sawit di pabrik pengolahan kelapa sawit Kertajaya.
2. Mengidentifikasi faktor pembatas sistem pengangkutan dan merencanakan armada pengangkutan kelapa sawit yang optimal.





II. TINJAUAN PUSTAKA

A. KELAPA SAWIT

@Hak cipta milik IPB University

Kelapa sawit yang ada di pasaran dunia hampir seluruhnya dari species *Elaeis quenensis* yang berasal dari Pantai Barat Afrika (Hartley, 1977). Pada masa itu, minyak sawit yang diekstraksi dari daging buah sawit telah menjadi sumber lemak dan vitamin utama bagi penduduk setempat. Minyak sawit mulai diperdagangkan pada awal abad ke-18 dan berkembang pesat pada Zaman Revolusi Industri akibat munculnya industri sabun dan margarin. Baru kemudian, pada awal abad ke-20 usaha perkebunan kelapa sawit bermunculan di kawasan Asia Tenggara dan negara-negara lainnya.

Kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik pada daerah tropika basah disekitar lintang Utara-Selatan 12 derajat pada ketinggian 0 - 500 m di atas permukaan laut. Jumlah curah hujan yang baik 2.000 - 2.500 mm/ tahun (Lubis, A.U, 1992).

Tanaman kelapa sawit mulai menghasilkan buah ketika berusia tiga tahun dan mencapai puncaknya setelah 12 - 15 tahun. Buah ini akan dihasilkan terus sekitar 40 - 50 tahun (Corley dan Gray, 1982). Pada perkebunan besar biasanya dilakukan peremajaan tanaman kelapa sawit yang telah melampaui usia 25 tahun atau bila ketinggian tanaman sudah mencapai lebih dari 15 meter.

Di Indonesia, perkembangan perkebunan kelapa sawit secara besar-besaran dimulai pada tahun 1911, dan pada tahun 1940 telah mencapai areal seluas 109 000 ha yang terdapat di Sumatera Utara dan Aceh (Soetrisno dan Winahyu, 1991).

Luas areal perkebunan kelapa sawit terus meningkat, dengan peningkatan rata-rata 13,6 persen pertahun. Pada tahun 1995 luas areal mencapai 1.0436 juta ha, tersebar pada 15 propinsi. Perkebunan tersebut adalah perkebunan negara sebesar 24,67 persen, swasta 43,50 persen, dan perkebunan rakyat 31,83 persen (BPS, 1996).

Produksi utama tanaman kelapa sawit adalah *Crude Palm Oil* (CPO) atau yang dikenal dengan minyak sawit dan inti sawit (*kernel*) yang berasal dari pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit dengan hasil sampingan seperti tempurung, serat dan tandan kosong. Menurut Loebis (1992), pada masa sekarang sekitar 90 persen dari produksi minyak dan inti sawit ialah untuk pangan seperti minyak goreng, margarin, *shortening*, krim dan lain sebagainya. Selebihnya sekitar 10 % dipakai untuk pembuatan produk non pangan terutama sabun dan oleokimia.

Sifat buah kelapa sawit mudah rusak dan kamba, sehingga tidak ekonomis bila diangkut antar wilayah dalam bentuk buah mentah. Oleh karena itu umumnya minyak sawit (CPO) hanya diproduksi oleh negara penghasil buah

kelapa sawit. Sedangkan minyak sawit dapat disimpan dalam jangka waktu terbatas dan dapat diangkut untuk perjalanan jauh (Heesch dan Kuhlmann, 1982).

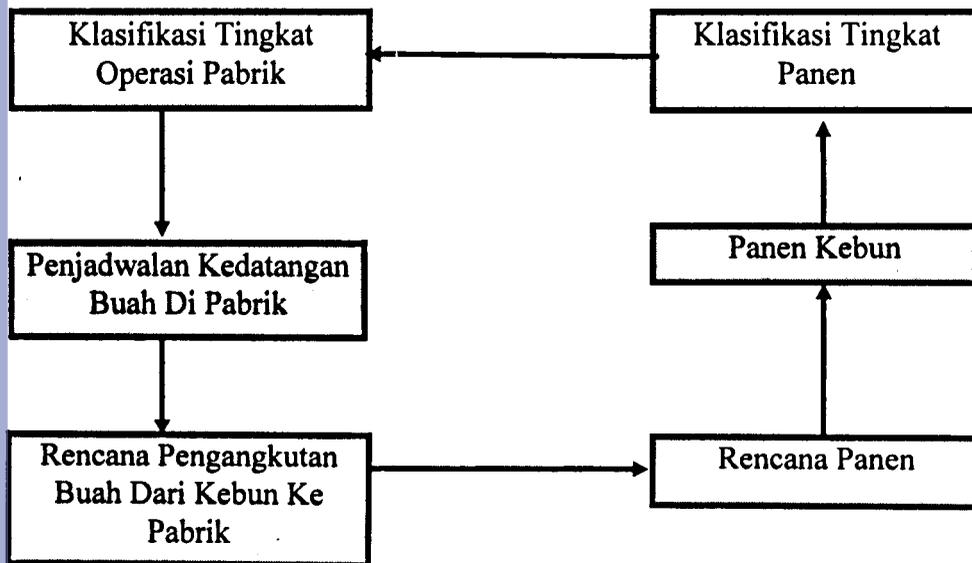
Mutu CPO selain dipengaruhi oleh varietas tanaman, juga dipengaruhi oleh kondisi proses ekstraksi dan kondisi penanganan setelah proses. Faktor-faktor mutu yang penting dalam penilaian mutu minyak kasar antara lain kadar asam lemak bebas, kadar air, kadar kotoran (*impurities*), dan terkadang bilangan iod, bilangan peroksida, bilangan penyabunan dan warna (Ketaren, 1985).

Dalam usaha memenuhi syarat-syarat mutu yang diinginkan aspek pengangkutan, penyimpanan dan penggudangan buah kelapa sawit sebelum pengolahan dan minyak hasil olahan perlu mendapat perhatian. Buah yang telah dipanen harus segera dibawa ke pabrik untuk diolah dalam waktu yang singkat, mengingat bahwa penundaan pengolahan buah akan dapat berakibat peningkatan kadar asam lemak bebas (Sumilat, 1989).

B. POLA PERENCANAAN OPERASI PANEN, PENGANGKUTAN DAN PENGOLAHAN

Menurut Soejardi dan Moenandar (1978), operasi panen, pengangkutan dan pengolahan kelapa sawit dapat dipandang sebagai suatu sistem operasi yang terdiri dari sub sistem operasi panen, sub sistem pengangkutan dan sub sistem pengolahan. Kelancaran atau hambatan yang terjadi pada masing-masing sub sistem operasi akan saling mempengaruhi baik secara langsung maupun tidak

langsung, sehingga perlu adanya sinkronisasi antara ketiganya. Perencanaan kegiatan masing-masing sub sistem diselaraskan satu sama lain, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus Perencanaan Panen, Pengangkutan dan Pengolahan (Soejardi dan Moenandar, 1978).

Tujuan penyelarasan kegiatan ketiga sub sistem tersebut adalah pengolahan kelapa sawit yang cepat dan lancar serta menghasilkan rendemen dan mutu minyak yang tinggi. Beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk mencapai tujuan operasi adalah sifat buah yang mudah rusak, fluktuasi panen buah, kapasitas pabrik, prasarana dan sarana pengangkutan, tenaga yang dibutuhkan dan biaya operasi.

Kelapa sawit biasanya mulai berbuah pada umur 3 - 4 tahun dan buah menjadi masak 5 - 6 bulan setelah penyerbukan. Proses pemasakan buah kelapa sawit dapat dilihat dari perubahan warna kulit buahnya, dari hijau pada buah muda menjadi merah jingga waktu buah telah masak. Pada saat itu, kandungan minyak pada daging buahnya telah maksimal. Jika terlalu matang, buah kelapa sawit akan lepas dari tangkai tandannya. Hal ini disebut dengan istilah *memberondol* (Penebar Swadaya, 1992).

Panen pada tanaman kelapa sawit meliputi pekerjaan memotong tandan buah masak, memungut brondolan dan sistem pengangkutannya dari pohon ke tempat pengumpulan hasil (TPH) serta ke pabrik. Dalam pelaksanaan pemanenan, perlu diperhatikan beberapa kriteria tertentu sebab tujuan panen kelapa sawit adalah memperoleh produksi yang baik dengan rendemen minyak yang tinggi. Karena kualitas minyak sangat dipengaruhi oleh cara pemanenannya, maka kriteria panen yang menyangkut matang panen, cara dan alat panen, rotasi dan sistem panen, serta mutu panen harus diikuti (Soetrisno dan Winahyu, 1991).

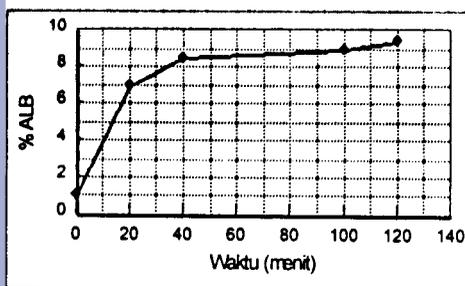
PKS Kertajaya dalam menentukan buah yang sudah patut dipanen menggunakan kriteria jatuhnya 2 brondolan untuk tiap kg berat tandan buah segar. Dengan prakiraan rata-rata berat TBS 15 kg maka jika ada lebih kurang 30 berondolan yang jatuh maka TBS tersebut layak panen. Untuk mengawasi TBS yang patut dipanen tersebut PKS Kertajaya menempatkan mandor pemanenan.



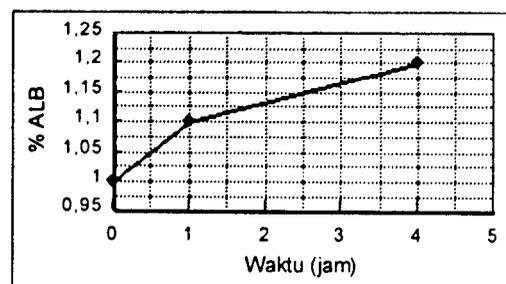
Dalam sistem panen kelapa sawit di PKS Kertajaya menggunakan sistem ancah. Ada dua sistem pengancah yang digunakan, yaitu ancah giring dan ancah tetap. Rotasi panen yang digunakan 5/7 dimana dalam satu minggu terdapat 5 hari panen dan masing-masing ancah panen diulangi panennya pada 7 hari berikutnya.

Tandan buah segar hasil pemanenan harus segera diangkut ke pabrik untuk diolah lebih lanjut. Pada buah yang tidak segera diolah, maka kandungan asam lemak bebas (ALB)-nya semakin meningkat. Untuk menghindari hal tersebut, maksimal 8 jam setelah panen, TBS harus segera diolah (Penebar Swadaya, 1992).

Pengangkutan buah dari TPH ke pabrik harus dilakukan secepat mungkin dan tidak dibenarkan buah yang dipanen bermalam di lapangan, karena Asam Lemak Bebas akan meningkat setelah pemanenan lebih dari enam jam (Vademecum, 1994). Berikut ini grafik pembentukan Asam Lemak Bebas pada TBS luka dan tidak luka.



Gambar 2. Grafik pembentukan ALB pada buah luka



Gambar 3. Grafik Pembentukan ALB pada buah yang tidak luka

PKS Kertajaya menggunakan dua sistem pengangkutan terhadap TBS yang telah dipanen dari kebun, yaitu pengangkutan melalui jalan dan pengangkutan melalui rel/rangkaian lori. Pengangkutan melalui jalan dilakukan terhadap TBS yang telah dipanen untuk dibawa ke pabrik. Pengangkutan melalui rel/rangkaian lori digunakan untuk membawa TBS dari tempat penumpukan di pabrik (*loading ramp*) ke ketel perebusan dimana lori tersebut sekaligus berfungsi sebagai wadah perebusan.

Alat angkutan yang digunakan untuk pengangkutan melalui jalan yaitu truk. Jumlah truk yang ada saat ini di PKS Kertajaya sebanyak 12 buah yang terdiri dari 8 buah truk bak kayu dan 4 buah truk bak besi (*dump truck*), masing-masing truk memiliki kapasitas antara 4 - 5 ton.

Pengangkutan melalui rel menggunakan rangkaian lori yang ditarik oleh tracklir. Dalam satu rangkaian jumlah lori sebanyak 9 buah yang disesuaikan dengan kapasitas dari alat perebus (*sterilizer*). Lori yang masih dapat digunakan saat ini sebanyak 79 buah dengan kapasitas masing-masingnya 2,5 ton. Selain alat angkut truk dan lori digunakan juga traktor. Traktor hanya digunakan untuk membawa TBS yang telah dipanen dari lahan yang sulit dijangkau oleh truk ke TPH yang dapat dicapai truk atau yang dikenal dengan pengepakan, untuk selanjutnya TBS dibawa oleh truk ke pabrik. Jika proses pengepakan hampir selesai, biasanya traktor akan membawa TBS yang terakhir langsung ke pabrik. Jumlah traktor yang ada sebanyak 8 buah dengan kapasitas masing-masing antara

1,5 - 2 ton. Namun saat sekarang penggunaan traktor dihentikan karena umur traktor yang ada sudah cukup tua dan tidak ekonomis lagi dioperasikan. Fungsi pengepokan digantikan oleh tenaga manusia.

PENELITIAN TERDAHULU TENTANG OPTIMASI SISTEM PENGANGKUTAN

Penelitian tentang optimasi sistem pengangkutan kelapa sawit belum banyak dilakukan. Yang telah banyak dilakukan adalah penelitian mengenai optimasi sistem pengangkutan tebu.

Siregar (1986), melakukan penelitian mengenai Model Sistem Perencanaan Produksi Industri Minyak Sawit di PT Perkebunan VII Bah Jambi. Dalam salah satu bahasannya Siregar membuat model pengelolaan transportasi hasil panen. Model yang dibuat tersebut ada dua bentuk yaitu (1) model pengelolaan transportasi hasil panen dengan traktor roda ban (TRB) dan truk, (2) model pengelolaan transportasi hasil panen dengan lori. Dalam penyusunan model pengelolaan transportasi hasil panen Siregar menggunakan teknik penundaan diskrit dan selanjutnya membuat suatu program komputer berbahasa basic untuk penyelesaian masalah transportasi.

Budiyanto (1985), melakukan penelitian mengenai Optimasi Kegiatan Tebang Angkut Tebu Dengan Armada Truk di Pabrik Gula Ceper Baru, Klaten - Jawa Tengah. Dalam metodenya Budiyanto menganalisa mengenai prioritas

penebangan, jumlah tenaga terbang, jumlah tenaga muat, jumlah alat angkut (truk), bentuk antrian dan optimasi jumlah armada transportasi. Untuk mendapatkan optimasi sistem pengangkutan ini Budiyanto menggunakan model *multichannel queueing theory*.

Harsanto (1990), meneliti tentang Sistem Pengangkutan Tebu Dalam Pendayagunaan Fasilitas Pengangkutan di PG Colomadu PTP XV-XVI Surakarta. Untuk memecahkan masalah pengangkutan Harsanto menggunakan teknik simulasi dan teori antrian sehingga didapatkan model sistem pengangkutan tebu.

Berdasarkan tinjauan pustaka penelitian terdahulu masalah optimasi sistem pengangkutan dapat dianalisa dengan menggunakan teknik simulasi dan atau teori antrian dan selanjutnya dengan pemograman komputer dapat dibuat suatu model optimum sistem pengangkutan.

Melihat masalah yang ada optimasi sistem pengangkutan kelapa sawit tidak jauh berbeda dengan sistem pengangkutan tebu. Untuk itu penggunaan teknik simulasi dan teori antrian dapat digunakan untuk mendapatkan optimasi sistem pengangkutan kelapa sawit.

D. KONSEP OPTIMASI SISTEM

Optimasi adalah kumpulan proses untuk mendapatkan gugus kondisi yang diperlukan dalam mencapai hasil terbaik dari situasi yang tertentu. Dalam hal ini

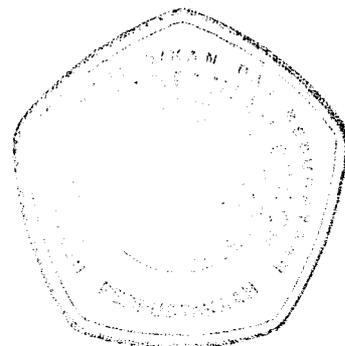


pendekatan sistem memungkinkan untuk memberikan penanganan masalah dengan suatu metode yang logis sehingga dapat mengidentifikasi, menganalisis, mensimulasi dan mendesain sistem secara keseluruhan dari sub sistem atau komponen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan.

Penyelesaian masalah pada suatu sistem yang terstruktur dapat dilakukan dengan salah satu teknik penelitian operasional. Teknik penelitian operasional dengan tujuan memaksimalkan atau meminimumkan suatu besaran yang digunakan adalah yang dapat mencapai optimasi dengan cara yang paling efektif. Prinsip keoptimalan adalah suatu kebijaksanaan optimal yang mempunyai sifat apapun keadaan dan keputusan awal maka keputusan selanjutnya menunjukkan kebijaksanaan optimal dengan memperhatikan keadaan yang dihasilkan dari keputusan pertama (Stainton, 1983).

E. MODEL SIMULASI

Simulasi merupakan aktifitas untuk menarik kesimpulan tentang perilaku suatu sistem dengan mempelajari perilaku model yang dalam beberapa hal mempunyai kesamaan dengan sistem sebenarnya (Gottfried, 1984), atau simulasi merupakan suatu teknik yang berguna untuk memperoleh pemecahan suatu model dengan asumsi- asumsi tertentu, tergantung pada masukan-masukan dan nilai-nilai parameter model tersebut, dimana pemecahan model secara analitis tidak memungkinkan (Manetsch dan Park, 1977).



Model simulasi dapat digunakan untuk menganalisa, merancang, menilai, dan meramalkan keadaan. Terlebih untuk keadaan yang tidak dapat dirumuskan secara matematis karena permasalahannya, yakni acak dan kompleks, maka diperlukan jawaban dari simulasi.

Model simulasi dapat diterapkan pada berbagai permasalahan (Law dan Kelton, 1991), beberapa diantaranya adalah :

- Perancangan dan analisis sistem manufaktur
- Evaluasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak pada suatu sistem komputer.
- Menentukan kebijaksanaan jumlah pesanan untuk sistem persediaan.
- Perancangan dan pengoperasian fasilitas transportasi di jalan raya, bandar udara dan lain-lain.
- Menganalisa sistem keuangan dan ekonomi

Dengan menggunakan simulasi model sistem pengangkutan TBS kelapa sawit, diharapkan dapat diperoleh gambaran dan beberapa alternatif pemecahan masalah yang layak untuk pelaksanaan pengangkutan TBS selanjutnya.

F. TEORI ANTRIAN

Menurut Thompson (1976), antrian merupakan akumulasi orang atau unit lainnya yang menunggu untuk mendapatkan pelayanan. Hal ini dianalogikan sebagai air yang mengalir dalam suatu bak. Jika debit air yang masuk lebih kecil

dari debit air yang keluar, maka tidak akan terjadi akumulasi, dan sebaliknya jika debit air yang masuk lebih besar dari pada debit air yang keluar maka akan terjadi akumulasi dalam bak tersebut.

Pemeran utama dalam sistem antrian adalah pelanggan (*customer*) dan pelayan (*server*). Interaksi antara pelanggan dengan pelayan hanya terjadi dalam suatu periode waktu tertentu, yaitu selama pelanggan menginginkan jasa pelayanan dari pelayan.

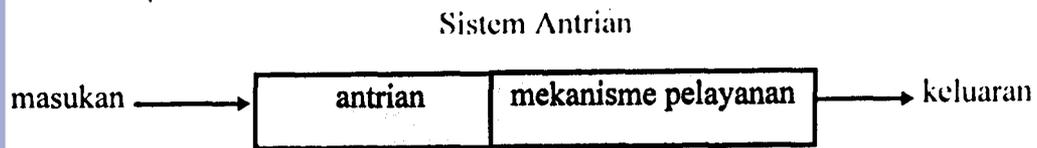
Menurut Gillet (1976), ada beberapa sistem antrian, akan tetapi semuanya dapat diklasifikasikan menurut karakteristik dibawah ini :

- (1) Masukan atau kejadian kedatangan, yaitu meliputi sebaran jumlah kedatangan tiap satuan waktu, jumlah antrian yang diizinkan terbentuk, panjang maksimum antrian dan jumlah maksimum langganan yang dilayani.
- (2) Proses pelayanan, yaitu meliputi sebaran waktu pelayanan untuk satu satuan unit pelanggan, jumlah fasilitas pelayanan serta bentuk fasilitas pelayanan (paralel, seri dan lain sebagainya).
- (3) Disiplin antrian (*queue discipline*), yakni merupakan cara pembentukan antrian atau baris antrian yang menunjukkan aturan yang digunakan dalam memilih pelanggan yang akan dilayani. Disiplin antrian yang umum digunakan adalah FCFS (*first come first served*).

Secara singkat proses antrian dapat dikatakan sebagai berikut: pelanggan yang memerlukan pelayanan, datang dari sumber masukan, memasuki sistem



antrian dan mengikuti atau bergabung dalam suatu antrian. Skema dasar lini antrian disajikan pada Gambar 4 (Hillier dan Lieberman, 1980).



Gambar 4. Dasar proses lini antrian (Hiller dan Lieberman, 1980)

Menurut Buffa dan Dyer (1978), terdapat empat struktur dasar model atrian yang melukiskan kondisi umum dari fasilitas pelayanan yakni :

(a) Jalur tunggal - fase pelayanan tunggal (*single channel single phase*)

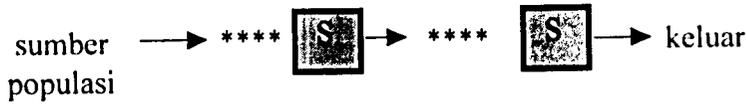
Model ini hanya mempunyai satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau hanya ada satu fasilitas pelayanan (*single channel*). Ini berarti hanya ada satu stasiun pelayanan, seperti pada Gambar 5 dimana M adalah antrian dan S adalah fasilitas pelayanan.



Gambar 5. Sistem antrian model *single channel single phase*

(b) Jalur tunggal - fase pelayanan ganda (*single channel multiple phase*)

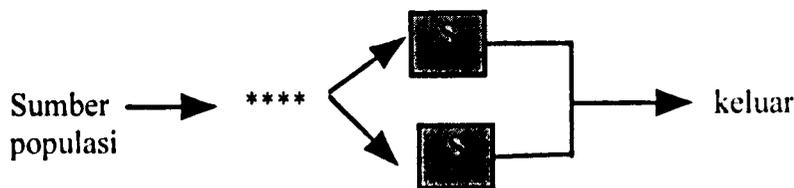
Model ini menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam phase) pada satu fasilitas pelayanan, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Sistem antrian model *single channel multi phase*

(c) Jalur ganda - fase pelayanan tunggal (*multiple channel single phase*)

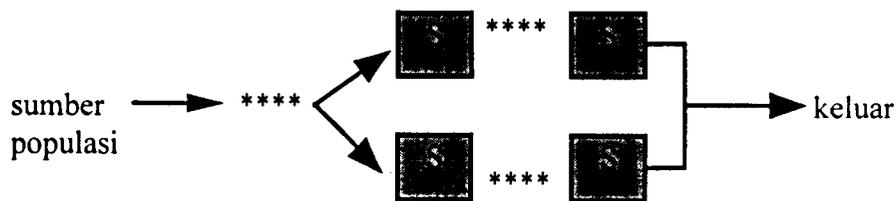
Model ini terjadi bila dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal, seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sistem antrian model *multi channel single phase*

(d) Jalur ganda - fase pelayanan ganda (*multiple channel multiple phase*)

Model ini terdiri dari sistem-sistem yang mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu pelanggan dapat dialayani pada suatu waktu, seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Model antrian *multi channel multi phase*

Melihat kondisi di lapangan, ada dua model sistem antrian yang terjadi di PKS Kertajaya. Model yang pertama adalah antrian tunggal pelayanan tunggal (*single channel single phase*), pada unit penimbangan buah. Truk yang akan membongkar muatannya di pabrik terlebih dahulu ditimbang guna mengetahui berat TBS yang dibawa. Truk yang pertama datang pertama dilayani untuk truk berikutnya menunggu dahulu sampai truk yang pertama selesai dilayani. Model antrian yang kedua yaitu antrian tunggal pelayanan ganda (*single channel multy phase*) pada unit pembongkaran buah (*loading ramp*). Ada sepuluh unit pelayanan ($S=10$) pada *loading ramp* masing-masing unit dapat langsung melayani 1 truk. Truk yang telah selesai melakukan penimbangan langsung menuju *loading ramp* untuk membongkar muatannya. Untuk truk berikutnya dapat memilih secara acak tempat pembongkaran. Antrian akan terjadi bila kesepuluh unit yang ada telah terisi oleh truk yang membongkar buah.

G. MODEL DIAGRAM SIKLUS SISTEM OPERASI MESIN

Pengangkutan TBS dari kebun ke pabrik merupakan suatu siklus kegiatan yang terdiri dari perjalanan alat angkut dari pabrik ke kebun, pemuatan buah, perjalanan dari kebun ke pabrik, penimbangan dan pembongkaran, sehingga dalam menganalisa dapat digunakan model diagram siklus operasi mesin. Donnal Hunt (1983), ada beberapa prinsip dari model diagram siklus, yaitu;

- (1) Semua siklus mesin harus dijumlahkan hingga mencapai total waktu yang sama, T_s .
- (2) Waktu tunda digambarkan hanya setelah dilengkapinya operasi yang terakhir.
- (3) Waktu siklus dan diagram-diagram hanya perlu diperhitungkan untuk masing-masing siklus dari tiap tipe mesin yang digunakan untuk solusi keadaan tetap.
- (4) Waktu-waktu pengangkutan harus diperhitungkan untuk jarak perjalanan rata-rata dan kecepatan untuk mendapatkan sistem penampilan rata-rata.
- (5) Kapasitas sistem dibatasi hingga mencapai waktu tunda nol pada siklus.

Langkah-langkah pembuatan diagram siklus :

- (a) Menggambarkan siklus- siklus untuk menunjukkan hubungan-hubungan antara mesin yang sesuai.
- (b) Menandai waktu-waktu pendukung sepanjang putaran dengan sebuah garis zigzag.
- (c) Menentukan waktu yang diperlukan untuk setiap mesin berputar dan memilih yang terbesar sebagai waktu siklus sistem.
- (d) Tambahkan waktu tunda kepada putaran-putaran mesin yang lain untuk menghasilkan total waktu yang sama dengan T_s , waktu tunda ditandai dengan putaran yang berlapis pada jalur siklus.



H. METODE PERAMALAN

Metode permalan merupakan cara memperkirakan apa yang terjadi dimasa yang akan datang secara sistematis dan pragmatis (Assauri, 1984). Hal ini berguna untuk melakukan analisis kepekaan dari suatu penyelesaian optimal.

Menurut Assauri ada 6 hal yang harus diperhatikan dalam memilih metode peramalan, yaitu :

(1) Horizon waktu

Beberapa teknik atau metode peramalan hanya sesuai untuk peramalan jangka pendek sedangkan teknik dan metode yang lain dapat dipergunakan untuk peramalan jangka panjang.

(2) Pola data

Data utama dari metode peramalan adalah anggapan bahwa pola yang didapati di dalam data yang diramalkan akan berkelanjutan. Oleh karena itu adanya perbedaan kemampuan metode peramalan untuk mengidentifikasi pola-pola data, maka perlu adanya usaha penyesuaian antara pola data yang diperkirakan terlebih dahulu dengan teknik dan metode peramalan yang dipergunakan.

(3) Jenis dan Model

Banyak metode peramalan yang telah menganggap beberapa model dari keadaan yang diramalkan. Model ini merupakan suatu deret dimana waktu



yang digambarkan sebagai unsur yang penting untuk menentukan perubahan - perubahan dalam pola.

(4) Biaya

Adanya perbedaan yang nyata dalam jumlah biaya mempunyai pengaruh atas dapat menarik tidaknya penggunaan metode tertentu untuk suatu keadaan yang dihadapi.

(5) Ketepatan

Ketepatan peramalan dapat dinyatakan dalam suatu nilai tertentu, tingkat ketepatan yang dibutuhkan sangat erat hubungannya dengan tujuan yang diharapkan dalam suatu peramalan.

(6) Kemudahan aplikasi

Mudah tidaknya penggunaan peramalan berhubungan dengan kerumitan model dan tingkat keahlian dari pemakai metode peramalan tersebut.

Untuk memudahkan penggunaan metode peramalan maka dikembangkan beberapa teknik. Salah satu teknik yang biasa digunakan adalah teknik (metoda) peramalan kuantitatif. Peramalan kuantitatif ini dapat digunakan apabila terdapat tiga kondisi berikut :

1. Tersedia informasi tentang masa lalu.
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik.

3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

Langkah penting dalam memilih metode deret berkala adalah dengan mempertimbangkan jenis pola datanya. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis siklis dan trend, yaitu :

1. Pola horizontal (H), terjadi jika nilai data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata konstan.
2. Pola musiman (M), terjadi jika suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman.
3. Pola siklis (S), terjadi jika data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.
4. Pola trend (T), terjadi jika terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data.

Metode-metode peramalan dengan menggunakan analisa pola hubungan antara fariabel yang akan diperkirakan dengan fariabel waktu, atau analisa deret waktu terdiri dari :

1. Metode Pemulusan (*Smoothing*)

Metode ini dipergunakan untuk mengurangi ketidakteraturan musiman dari data yang lalu dengan cara membuat rata-rata tertimbang dari data tersebut.

2. Metode Box Jenkins

Metode ini mempergunakan dasar deret waktu. Ketepatan model ini sangat baik untuk peramalan jangka pendek.

3. Metode proyeksi trend dengan regresi

Metode ini menggunakan dasar garis trend untuk suatu persamaan matematis sehingga dengan dasar persamaan tersebut dapat diproyeksikan hal yang diteliti untuk masa yang akan depan. Untuk peramalan jangka panjang maupun jangka pendek ketepatannya sangat pendek.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



III. METODE PENELITIAN

A. TEMPAT DAN WAKTU

Penelitian ini dilakukan di pabrik dan kebun kelapa sawit Kertajaya yang merupakan salah satu perkebunan kelapa sawit milik PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII. Pabrik dan kebun kelapa sawit Kertajaya berlokasi di Kabupaten Lebak, Banten Selatan. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Sistem dan Manajemen Mekanisasi Pertanian.

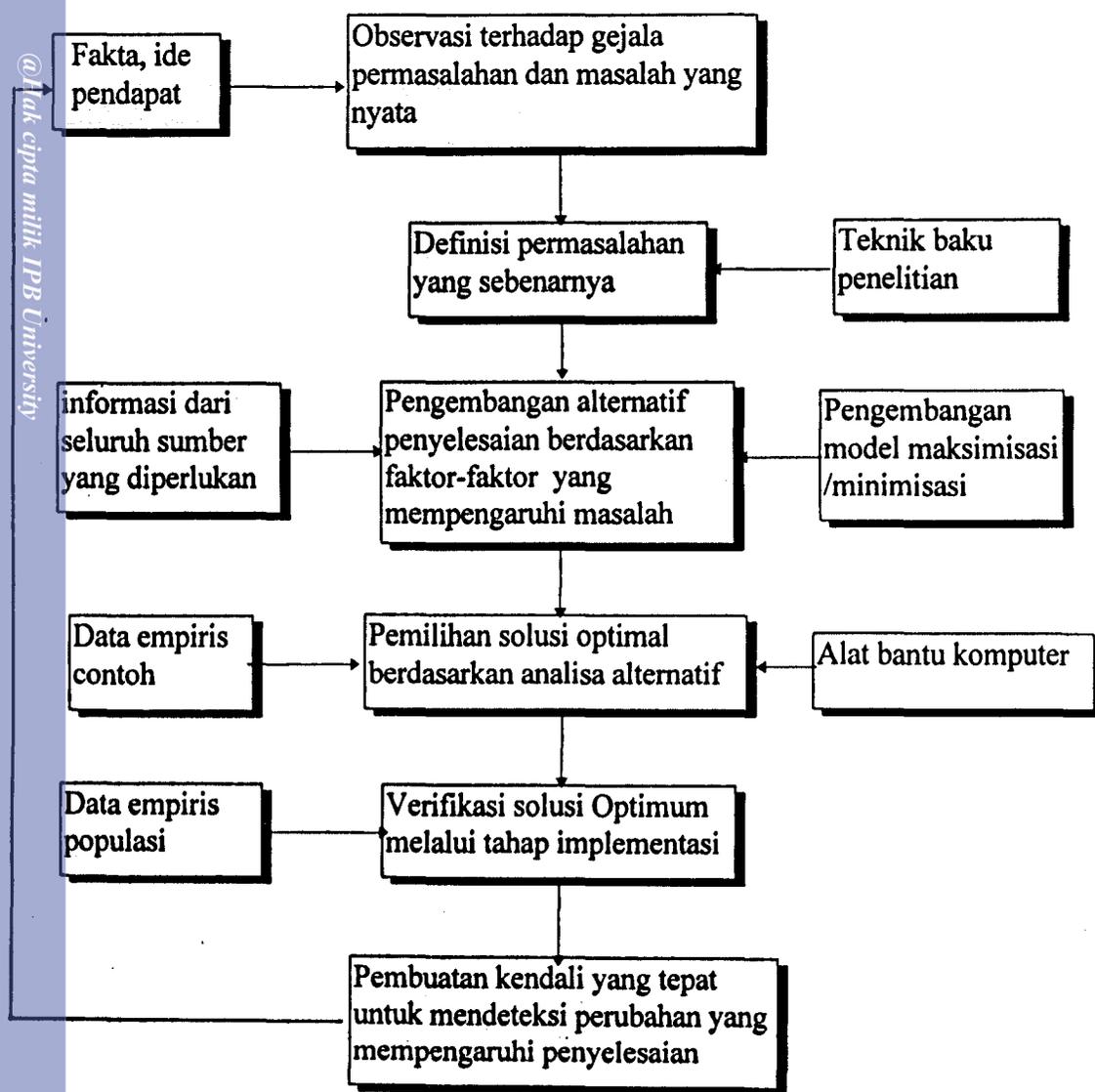
Waktu pelaksanaan penelitian selama 3 bulan yakni dari bulan September sampai bulan November 1996, yang meliputi pengambilan data di lapangan, pengumpulan data-data pendukung.

B. PENDEKATAN PERMASALAHAN

Metode penelitian yang digunakan dalam menganalisa masalah-masalah optimasi sistem pengangkutan kelapa sawit dilakukan dengan pendekatan berencana. Skema tahapan pendekatan berencana disajikan dalam Gambar 7. Adapun penjelasan dari tahapan-tahapan pendekatan berencana sebagai berikut:

- (1) Observasi lapang dilakukan untuk mengetahui permasalahan secara nyata. Pada tahap ini dilakukan pendataan umum terhadap fakta-fakta yang dapat membantu pengembangan pemahaman terhadap permasalahan optimasi sistem pengangkutan kelapa sawit.

Data yang dibutuhkan Langkah-langkah pemecahan Teknik yang digunakan



Gambar 7. Skema tahap pendekatan berencana (Thieurauf dan Klekamp, 1975)

- (2) Perumusan masalah yang sebenarnya dalam Optimasi Sistem Pengangkutan Kelapa Sawit. Pada tahap ini ditentukan faktor yang mempengaruhi permasalahan, penentuan tujuan dan sasaran yang hendak dicapai, batasan-

batasan terhadap penyelesaian masalah dan asumsi yang diperlukan dalam pengembangan dan penyelesaian masalah.

- (3) Pengembangan alternatif penyelesaian berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi permasalahan melalui :
- (a) Analisa data untuk memperoleh model matematika yang menunjukkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tujuan yang hendak dicapai.
 - (b) Pengembangan alternatif model berdasarkan pada peubah-peubah keputusan dan kendala-kendala yang ada.
- (4) Pemilihan penyelesaian optimum melalui tahap analisis alternatif-alternatif dengan bantuan komputer.
- (5) Pembuktian penyelesaian optimum melalui tahapan verifikasi.
- (6) Pembuatan kendali-kendali yang tepat untuk mendeteksi perubahan yang mungkin terjadi dan mempengaruhi penyelesaian model.

Dari studi peninjauan direncanakan pemecahan masalah optimasi sistem pengangkutan menggunakan model diagram siklus yang dikembangkan oleh Donnel Hunt (1983). Prinsip model diagram siklus adalah membuat suatu siklus angkutan, dengan memperhitungkan waktu pengangkutan, waktu tunda, jarak perjalanan rata-rata dan kapasitas kendaraan. Secara garis besar pengangkutan dibagi ke dalam 2 sub-sistem, yaitu sub-sistem pengangkutan kelapa sawit dari kebun ke pabrik (*loading ramp*) dan sistem pengangkutan dari *loading ramp* ke tempat perebusan.



Pengangkutan dari kebun ke pabrik dilakukan oleh truk sedangkan pengangkutan buah dari *loading ramp* ke pabrik dilakukan oleh lori. Dalam penelitian ini yang dianalisa hanya sistem pengangkutan buah dari kebun ke pabrik.

Dengan menggunakan model Hunt dan teori antrian dibuat suatu model dengan bahasa program Qbasic untuk mendapatkan suatu bentuk sistem pengangkutan kelapa sawit yang optimal dengan resiko pengangkutan yang sekecil mungkin.

C. RANCANGAN PENELITIAN

1. TENAGA ANGKUT (TRUK)

Alat angkutan produksi buah kelapa sawit yang biasa digunakan adalah truk dengan kapasitas rata-rata 5000 kg (5 ton). Selain truk juga digunakan traktor dengan *trailer* yang berfungsi untuk membawa produksi TBS dari dalam kebun yang tak dapat dilalui truk ke tempat pengumpulan hasil (TPH) di pinggir jalan produksi. Dalam penelitian ini tidak diperhitungkan jumlah traktor yang dibutuhkan karena fungsi traktor hanya untuk pengepakan produksi TBS dan saat sekarang fungsi traktor ini digantikan oleh pemanen langsung. Jumlah truk atau tenaga angkut ditentukan berdasarkan jarak kebun, kecepatan truk tanpa muatan, kecepatan truk dengan muatan, jumlah panen harian dan jam kerja angkutan.

Jumlah truk tiap kebun dihitung menggunakan rumus berikut :

$$TS_i = TM + TA_i + TK_i + TB + Wq_1 + Wq_2 \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- TS_i = waktu siklus pengangkutan dari kebun i
- TM = waktu untuk memuat buah sawit ke alat angkutan
- TA_i = waktu angkut truk isi dari kebun-i ke pabrik
- TK_i = waktu angkut truk kosong dari pabrik ke kebun-i
- TB = waktu untuk membongkar muatan di tempat pembongkaran
- Wq₁ = waktu rata-rata truk berada dalam antrian pada sistem penimbangan
- Wq₂ = waktu rata-rata truk berada dalam antrian sistem pembongkaran

Untuk menghitung jumlah truk yang diperlukan masing-masing sub kebun dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$JTRUK_i = \frac{PR_i}{KTR \cdot TS_i} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

- JTRUK_i = jumlah truk kebun ke-i
- PR_i = jumlah produksi kebun ke-i
- KTR = kapasitas truk (kg)
- TOP = waktu operasi per hari (jam)
- TS_i = waktu siklus pengangkutan kebun ke-i

2. ANTRIAN SALURAN TUNGGAL PELAYANAN TUNGGAL

Antrian tunggal saluran pelayanan tunggal terjadi pada unit penimbangan buah di pabrik. Rumus perhitungan untuk model antrian tunggal

pelayanan tunggal (*single channel single server*) (suber tak terbatas) adalah sebagai berikut:

1. Peluang ada sejumlah n pelanggan dalam system (P_n)

$$P_n = (1 - \rho) \rho^n \dots\dots\dots (3)$$

2. Jumlah rata-rata unsur dalam sistem (L_s)

$$L_s = \frac{\rho}{1 - \rho} \dots\dots\dots (4)$$

3. Jumlah pelanggan dalam antrian (L_q)

$$L_s = \frac{\rho^2}{1 - \rho} \dots\dots\dots (5)$$

4. Waktu tunggu dalam sistem (W_s)

$$W_s = \frac{1}{\mu(1 - \rho)} \dots\dots\dots (6)$$

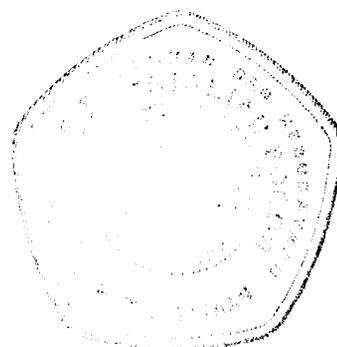
5. Waktu tunggu dalam antrian (W_q)

$$W_q = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)} \dots\dots\dots (7)$$

2. ANTRIAN SALURAN TUNGGAL PELAYANAN GANDA

Antrian saluran tunggal pelayanan ganda terjadi pada unit pembongkaran (loading ramp). Rumus perhitungan dalam teori antrian antrian tunggal pelayanan ganda adalah sebagai berikut :

1. Peluang tidak adanya unsur dalam sistem (P_0)



$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda)^n}{n! (\mu)^n} + \frac{(\lambda)^s}{s! (\mu s)}} \dots\dots\dots (8)$$

2. Peluang paling sedikit ada sejumlah unsur S dalam sistem (Ps)

$$P_s = \frac{(\rho)^s}{s!(1 - \rho/s)} \times P_0 \dots\dots\dots (9)$$

3. Peluang adanya sejumlah N unsur dalam sistem (Pn)

$$P_n = (\rho)^n \times P_0 / n! \dots\dots\dots (10)$$

4. Peluang waktu yang dibutuhkan untuk berada dalam sistem lebih kecil dari T (Pt)

$$P_t = e^{-\mu t} \left(1 + \frac{(\rho)^s P_0 (1 - e^{-\mu t (s-1-\rho)})}{s!(1-\rho)(s-1-\rho)} \right) \dots\dots\dots (11)$$

5. Jumlah rata-rata unsur yang terdapat dalam sistem (L)

$$L = L_q + \rho \dots\dots\dots (12)$$

6. Jumlah rata-rata unsur yang harus antri/berada dalam baris antrian (Lq)

$$L_q = \frac{(\rho)^{s+1} P_0}{s!(1 - \rho/s)^2} \dots\dots\dots (13)$$

7. Waktu rata-rata yang dibutuhkan unsur sistem untuk berada dalam sistem (W)

$$W = L/\mu \dots\dots\dots (14)$$

8. Waktu rata-rata yang dibutuhkan unsur sistem untuk berada dalam baris antrian (Wq)

$$W_q = L_q / \lambda \dots\dots\dots (15)$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

dimana ;

λ = jumlah kedatangan tiap unit waktu

μ = jumlah yang dapat diberi pelayanan pembongkaran tiap unit waktu

ρ = tingkat kesibukan pelayanan (λ/μ)

s = jumlah stasiun pelayanan

n = $s - 1$

t = lama waktu pelayanan tiap kedatangan

4. MOTODE PERAMALAN

Peramalan dilakukan untuk melihat produksi kebun kelapa sawit pada tahun mendatang. Metode peramalan yang dipergunakan dipilih sesuai dengan pola data yang ada. Dengan melihat pola data produksi yang dipengaruhi oleh musiman, maka metode peramalan yang dipergunakan adalah metode Winter. Metode winter didasarka atas tiga persamaan pemulusan, yaitu untuk unsur stasioner, untuk trend, dan untuk musiman. Persamaan yang dipergunakan untuk meramalkan tingkat produksi tahun mendatang adalah sebagai berikut :

1. Pemulusan Eksponensial serial tanpa faktor musiman :

$$S_t = \alpha (X_t/I_{t-L}) + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1}) \dots\dots\dots (16)$$

2. Pemulusan eksponensial trend

$$b_t = \gamma (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) b_{t-1} \dots\dots\dots (17)$$

3. Pemulusan Ekponensial Musiman

$$I_t = \beta (X_t/S_t) + (1 - \beta)I_{t-L} \dots\dots\dots (18)$$

4. Ramalan untuk m periode ke muka

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m) I_{t-L+m} \dots\dots\dots (19)$$

dimana ;

S_t = Pemulusan keseluruhan α = Konstanta pendugaan pemulusan ($0 < \alpha < 1$)

b_t = Dugaan trend γ = Konstanta pendugaan trend ($0 < \beta < 1$)

I_t = Dugaan musiman β = Konstanta pendugaan musiman ($0 < \beta < 1$)

L = Panjang musiman F_t = Ramalan untuk m periode ke muka

m = Banyaknya periode yang akan diramalkan

Untuk melihat ketepatan peramalan yang dipergunakan dipakai statistik ukur sebagai berikut :

1. Nilai Tengah Kesalahan absolut (MAE)

$$MAE = \sum_{i=1}^n e_i / n \dots\dots\dots (20)$$

dimana :

e_i = $X_i - F_i$

X_i = Data aktual untuk periode i

F_i = Nilai Ramalan untuk periode i

n = Jumlah kesalahan atau periode waktu



2. Nilai Tengah Kesalahan Kuadrat (MSE)

$$MSE = \sum_{i=1}^n e^2 / n \dots\dots\dots (21)$$

3. Statistik-U dari Theil (U-Theil)

Theil (1992), mengembangkan statistik - U yang mempertimbangkan ketidak seimbangan biaya dari unsur kesalahan yang besar dan memberikan dasar perbandingan relatif dengan metode naif.

$$U^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{F_{i+1} - X_{i+1}}{X_i} \right]^2}{\sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{X_{i+1} - X_i}{X_i} \right]^2} \dots\dots\dots (22)$$

Kisaran nilai statistik U sebagai berikut :

U = 1 : Metode naif sama baiknya dengan teknik peramalan yang dievaluasi.

U < 1 : Teknik peramalan yang digunakan adalah lebih baik dari metode naif.
Makin kecil nilai Statistik-U, makin baik teknik peramalan yang digunakan dibanding dengan metode naif secara relatif.

U > 1 : Tidak ada gunanya menggunakan metode peramalan formal, karena menggunakan metode naif akan menghasilkan peramalan yang lebih baik.

D. PELAKSANAAN PENELITIAN

1. PENGUMPULAN DATA PRIMER

Pengumpulan data primer dilakukan untuk mengetahui waktu-waktu

pengangkutan, yang meliputi waktu muat, waktu bongkar, waktu penimbangan, kecepatan truk kosong, kecepatan truk isi, dan laju pelayanan dari fasilitas penimbangan dan fasilitas pembongkaran. Data-data diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan. Cara kerja dalam pengumpulan data primer adalah sebagai berikut ;

1. Kecepatan angkut dari pabrik ke kebun dan kembali ke pabrik didasarkan kepada waktu yang diperlukan untuk mencapai kebun dalam keadaan truk kosong dan waktu yang diperlukan untuk mengangkut buah yang telah dipanen atau dalam keadaan truk isi dibagi dengan jarak kebun ke pabrik. Waktu angkut truk kosong dihitung menggunakan *stop watch*, mulai saat truk dalam keadaan kosong berangkat dari pabrik sampai truk mencapai kebun untuk mengisi muatannya. Untuk waktu angkut truk isi dilakukan sebaliknya.
2. Waktu muat dihitung mulai saat truk memasuki kebun untuk mengisi muatan sampai truk penuh hingga mulai berangkat kembali ke pabrik dan waktu bongkar dihitung di tempat pembongkaran buah di pabrik, yaitu mulai saat truk mencapai loading ramp dan membongkar muatannya sampai seluruh isi truk habis dibongkar.
3. Waktu penimbangan di hitung dengan mengambil rata-rata waktu yang diperlukan truk untuk penimbangan buahnya di tempat penimbangan yang diukur menggunakan *stop watch*.



2. PENGUMPULAN DATA SEKUNDER

Data sekunder dikumpulkan dari bagian pengangkutan di kebun, bagian produksi, bagian administrasi dan bagian keuangan. Data tersebut meliputi :

1. Produksi kebun dari tahun 1990 sampai tahun 1996
2. Luas lokasi dan jarak dari pabrik ke masing-masing kebun
3. Biaya-biaya dalam pengangkutan
4. Data-data truk yang membawa buah sawit ke PKS Kertajaya dari kebun inti maupun kebun plasma.

E. BAHAN DAN ALAT PENELITIAN

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan dalam pengumpulan data-data di lapangan di antaranya yaitu: kendaraan pengangkutan kelapa sawit yang dimiliki PKS Kertajaya dan *stop watch*. Untuk pengolahan data yang telah dikumpulkan digunakan komputer AT 286 yang ada di Laboratorium Sistem dan Manajemen Mekanisasi Pertanian.

F. PEMBATASAN MASALAH DAN ASUMSI

Pembatasan masalah dilakukan supaya ruang lingkup permasalahan yang dikaji tidak meluas, sehingga tujuan dari pemecahan permasalahan dapat lebih terarah.



Permasalahan yang dikaji di dalam penelitian ini adalah waktu yang diperlukan dalam sistem pengangkutan, faktor pembatas sistem pengangkutan, antrian yang terjadi pada tempat penimbangan buah dan pembongkaran buah di pabrik dan rute dari fasilitas pengangkutan di dalam sistem pengangkutan kelapa sawit di PKS Kertajaya dalam usaha menekan selang waktu antara panen dengan pengolahan kelapa sawit di pabrik guna menekan kenaikan ALB, Lancarnya proses produksi di pabrik dengan terpenuhinya kebutuhan bahan baku pabrik dan tidak terjadinya penumpukan buah yang sudah dipanen di kebun karena tidak terangkut ke pabrik.

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Alat angkut selalu memuat TBS sesuai dengan kapasitas angkutnya dalam setiap rit.
2. Selama pengamatan pelaksanaan pengangkutan TBS, tidak terjadi gangguan/kecelakaan pada alat angkut.
3. Terdapat jalur-jalur tertentu untuk pengangkutan kelapa sawit.
4. Buah sawit yang ada di kebun sudah siap untuk dibawa ke pabrik.
5. Semua buah yang telah dipanen harus dibawa ke pabrik pada hari panen selama 8 jam.
6. Masing-masing alat angkut hanya membawa produksi TBS dari kebun tertentu

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

SISTEM PENGANGKUTAN TBS DI KEBUN KERTAJAYA YANG ADA SEKARANG

Sasaran utama dalam pelaksanaan pengangkutan adalah mengangkut buah secepatnya ke pabrik, dengan perlakuan atau kerusakan buah sekecil mungkin dengan mempertimbangkan faktor biaya secara ekonomis. Selain kecepatan buah sampai di pabrik, untuk mendapatkan mutu buah yang baik faktor mutu dan kondisi tandan buah segar (TBS) yang diangkut harus memenuhi persyaratan.

Dalam pelaksanaan pengangkutan TBS kelapa sawit hasil panen, koordinasi antara bagian pengangkutan, lapangan (kebun) maupun pabrik diperlukan agar perencanaan angkutan dapat disesuaikan dengan produksi harian dan kapasitas pabrik.

Pengangkutan buah di PKS Kertajaya umumnya dilakukan oleh truk. Lama pengangkutan setiap harinya rata-rata 8 jam. Waktu pengangkutan dimulai pukul 07.00 pagi, dimana kendaraan mulai berangkat pertama dari pool di pabrik ke kebun untuk membawa buah yang telah dipanen. Pengangkutan berakhir pukul 15.00 sore, dengan waktu istirahat selama 1 jam.

Buah yang telah dipanen berupa TBS di kebun dikumpulkan di tempat pengumpulan hasil (TPH). Buah yang telah terkumpul di TPH dimuat ke atas

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

truk oleh krani muat yang berjumlah antara 2 - 3 orang. Waktu yang diperlukan untuk memuat 1 truk umumnya sekitar 40 - 60 menit.

Buah yang dimuat ke atas truk sebelumnya dicatat jumlahnya, nomor pemanen dan blok yang dipanen oleh petugas pencatat hasil (PPH) yang ikut bersama truk angkutan. Selain itu PPH sekaligus melakukan pensortiran buah di lapangan. Buah yang mentah atau kelewat matang tidak dinaikkan ke kendaraan angkutan tapi ditinggal saja di lapangan.

Truk yang telah penuh muatannya dengan kapasitas 4.5 - 5 ton membawa buah ke pabrik melalui jalan produksi keluar dari blok dan melalui jalan utama terus ke pabrik.

Untuk lahan yang kondisi jalannya kurang baik dan sulit untuk dilalui kendaraan truk, pengangkutan buah dilakukan dua tahap. TBS yang berada di TPH yang tidak dapat dijangkau oleh truk diangkut oleh traktor atau tenaga manusia yang disebut dengan pengepokan ke TPH sentral yang berada di jalan produksi dan dapat dijangkau oleh truk. Karena umur traktor yang ada di kebun sudah tua dan tidak ekonomis lagi untuk dioperasikan, maka pada saat ini pengepokan lebih banyak dilakukan oleh tenaga manusia. TBS yang telah berada di TPH sentral dimuat ke atas truk untuk dibawa ke pabrik

Truk merupakan alat angkut utama dalam pengangkutan TBS kelapa sawit ke pabrik pengolahan di PKS Kertajaya. Jumlah truk yang dimiliki saat sekarang sebanyak 12 buah, yang terdiri dari truk dengan merek "colt diesel" sebanyak



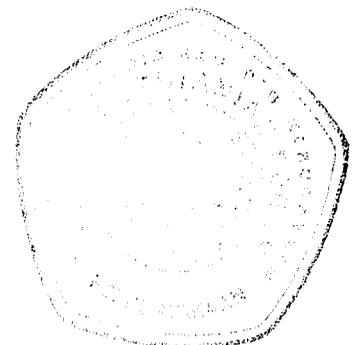
8 buah dan dengan merek "toyota dyna" sebanyak 4 buah. Masing-masing truk memiliki kapasitas 4 - 5 ton TBS. Ke 12 truk yang ada itu digunakan oleh PKS Kertajaya untuk mengangkut Poduksi TBS yang ada di kebun ke pabrik tiap harinya. Selain itu truk juga digunakan untuk membawa janjang sawit hasil pengolahan ke kebun yang digunakan sebagai pupuk tanaman, membawa batu dan keperluan lainnya .

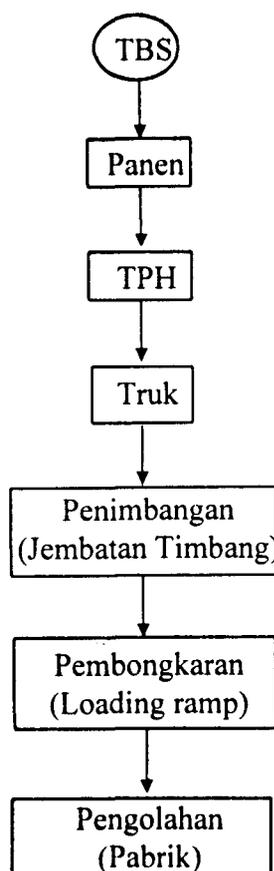
Angkutan truk rata-rata tiap harinya dapat melakukan 2 - 6 rit tergantung dari jarak yang ditempuh dan kondisi pengangkutan, dengan kapasitas kendaraan per rit rata-rata 5 ton. Kondisi ini umumnya dapat dicapai saat panen normal atau puncak. Seandainya dalam pengangkutan terjadi antrian truk di pabrik, jumlah rit tersebut tidak dapat dicapai dan kadang-kadang dalam satu hari hanya dapat dilakukan 1 rit.

Pabrik Kelapa sawit Kertajaya memiliki kapasitas pengolahan efektif TBS kelapa sawit sebanyak 25 ton/jam. Per harinya pabrik menargetkan mengolah buah sebanyak 500 ton TBS (20 jam olah/hari). TBS yang diproduksi oleh kebun inti tidak sepenuhnya mencukupi target olah pabrik, sehingga pabrik menerima suplai buah dari kebun inti seinduk dan kebun plasma. Setiap hari truk-truk dari kebun plasma dan kebun inti seinduk membawa buah ke PKS Kertajaya. PKS Kertajaya selalu menerima buah yang dikirim dari kebun inti seinduk dan kebun plasma.

Truk yang membawa TBS ke pabrik sebelum membongkar muatannya dilakukan penimbangan guna mengetahui berat TBS yang dibawa. PKS Kertajaya memiliki 2 jembatan timbangan yang diletakkan di pintu masuk pabrik untuk mempermudah penerimaan buah. Timbangan yang digunakan berkapasitas maksimum 29990 kg dengan merek "Avery Birmingham". Penimbangan dilakukan sebanyak dua kali. Timbangan pertama bertujuan untuk mengetahui berat kotor (ditimbang truk dan muatannya). Sedangkan penimbangan kedua dilakukan setelah muatan dibongkar untuk mengetahui berat truk kosong. Berat bersih TBS yang diterima adalah berat kotor dikurangi berat truk kosong. Pada penimbangan, truk yang pertama datang pertama dilayani.

Truk yang berisi muatan TBS setelah penimbangan membawa muatannya ke loading ramp untuk dibongkar. Pembongkaran dilakukan oleh krani muat dengan alat gancu dan cula. Selama buah dibongkar dilakukan pensortasian oleh tenaga sortasi yang ada di loading ramp. Jumlah fasilitas pelayanan maksimum yang ada di loading ramp sebanyak 10, jadi jumlah maksimum truk yang dapat membongkar muatannya di loading ramp secara bersamaan sebanyak 10 truk. Setelah semua muatan truk dibongkar di loading ramp, truk kembali ke timbangan untuk ditimbang berat kosong dan kembali ke kebun untuk pengangkutan selanjutnya. Pada Gambar 10 dapat dilihat diagram alir sistem pengangkutan TBS di PKS Kertajaya.





Gambar 10. Diagram alir sistem pengangkutan TBS di Kebun Inti Kertajaya

Biaya pengangkutan yang dikeluarkan untuk kendaraan angkutan kebun meliputi biaya bahan bakar, biaya pelumas, ban, onderdil, reparasi, gaji/upah, uang makan, uang saku dan penginapan serta perlengkapan angkutan yakni gancu dan cula.

Perhitungan biaya menggunakan satuan Rp/km dan Rp/kg. Nilai Rp/km didapat dari total biaya yang dikeluarkan meliputi hal di atas dibagi dengan total km yang didapat dari pengangkutan TBS ke pabrik. Sedangkan untuk perhitungan Rp/kg dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$\text{Biaya angkutan} = \frac{\text{Jarak tempuh (km)} \times \text{harga pokok per kilo meter}}{\text{jumlah TBS}}$$

Berdasarkan laporan bulanan dari PKS Kertajaya, biaya angkutan truk sebesar Rp 712,40 /km atau Rp 16,79/kg. Angka-angka tersebut diperoleh dari hasil pengukuran data oleh petugas berupa:

$$\text{Jumlah km yang ditempuh} = 30.899 \text{ km}$$

$$\text{Jumlah TBS yang dibawa} = 1.310.620 \text{ kg}$$

$$\text{Total biaya yang dikeluarkan} = \text{Rp } 22.011.352,-$$

$$\text{Maka ; biaya Rp/kg} = \frac{\text{Rp } 22.011.352}{30.899 \text{ km}} = \text{Rp } 712,40/\text{km}$$

$$\text{biaya/kg} = \frac{30.899 \text{ km} \times \text{Rp } 712,40/\text{km}}{1.310.620 \text{ kg}} = \text{Rp } 16,79/\text{kg}$$

Untuk angkutan dengan truk sewa PKS Kertajaya hanya mengeluarkan biaya tiap kg TBS yang dibawa ke pabrik. Dasar perhitungannya adalah jarak yang ditempuh dan jumlah kilogram TBS yang dibawa. Untuk jarak dekat meliputi kebun Angrit 1, Angrit 2 dikeluarkan biaya sebesar Rp 10 tiap kilogram TBS yang dibawa, untuk jarak sedang yang meliputi kebun Pasir Awi dan Bojong Juruh dikeluarkan biaya sebesar Rp 12 untuk tiap kilogram TBS yang dibawa dan untuk jarak jauh yang meliputi kebun Pakol dan Tangkeban dikeluarkan biaya Rp 19 untuk tiap kilogram TBS yang dibawa.

Dari data-data angkutan dilakukan perhitungan biaya pokok pengangkutan yang dikeluarkan untuk membawa TBS sampai ke pabrik oleh truk milik sendiri. Analisa biaya angkutan dengan menggunakan truk milik sendiri lebih rinci dapat

dilihat pada Lampiran 3.

Pada analisa biaya didapatkan biaya yang diperlukan untuk tiap kilogram TBS yang dibawa oleh truk kebun pada jarak dekat, sedang dan jauh masing-masing Rp 2.28/kg, Rp 4.2/kg dan Rp 6.08/kg. Biaya yang dikeluarkan untuk pengangkutan oleh truk kebun tersebut lebih rendah dari biaya yang dikeluarkan untuk truk sewa pada pengangkutan produksi kebun jarak dekat, sedang dan jauh. Berdasarkan kenyataan ini, penggunaan truk kebun untuk pengangkutan produksi TBS pada masing-masing sub kebun lebih ekonomis dibandingkan dengan penggunaan truk sewa.

Dalam kenyataan di lapangan biaya yang dikeluarkan tip kilogram TBS yang dibawa truk kebun cukup besar. Hal ini dapat terjadi karena kondisi lapangan yang sulit, sehingga biaya untuk perbaikan, perawatan dan pengantian ban pada kendaraan angkutan tinggi.

B. PRODUKSI DAN RAMALAN PRODUKSI

a. Produksi Tandan Buah Segar (TBS)

Produksi TBS kelapa sawit dari tahun 1990 sampai tahun 1996 di PKS Kertajaya dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 terlihat adanya fluktuasi panen yang timbul dari masing-masing bulan yang dipengaruhi oleh iklim sehingga dikenal panen puncak dan panen kecil. Panen puncak umumnya jatuh sekitar bulan Mei - Juli kecuali pada tahun 1995, dimana pada tahun tersebut terjadi musim kering. Tingginya produksi kelapa sawit pada bulan

Mei - Juli disebabkan banyak buah yang matang panen pada bulan tersebut. Pada kebun Kertajaya tandan bunga muncul dalam jumlah yang banyak pada bulan Oktober - Desember, dimana pada bulan-bulan tersebut curah hujan tinggi yang membantu proses penyerbukan bunga dan bunga ini akan matang 5 - 6 bulan kemudian (Mei - Juli).

Tabel 3. Produksi TBS Kelapa Sawit PKS Kertajaya per bulan dari tahun 1990 sampai tahun 1996 (kg)

Tahun Bulan	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Januari	1,042,500	2,052,100	2,223,490	2,098,470	1,482,850	1,780,180	2,290,580
Februari	1,140,050	1,766,260	1,921,850	2,851,007	1,686,620	1,205,200	1,269,360
Maret	1,891,100	1,912,240	1,555,240	1,945,883	2,042,200	1,049,810	2,690,080
April	1,258,370	1,486,150	1,922,690	2,845,908	2,589,890	1,123,770	2,546,290
Mei	3,044,640	2,840,620	1,570,380	2,453,589	2,787,330	938,480	2,666,080
Juni	3,1079,50	2,328,110	1,454,390	2,035,918	2,734,020	806,670	2,243,830
Juli	2,463,520	2,159,020	903,550	1,693,648	3,382,790	486,740	1,756,460
Agustus	1,913,490	1,198,850	657,460	1,350,489	2,574,580	529,050	1,223,400
September	1,786,650	1,199,370	1,813,160	1,200,039	2,172,010	2,309,710	1,253,140
Oktober	1,911,940	1,481,610	2,875,660	813,357	2,014,880	2,678,300	1,574,350
November	2,341,000	2,318,130	2,989,230	866,848	2,117,300	1,730,630	-
Desember	2,150,880	2,281,960	3,152,510	1,192,320	2,217,490	327,4920	-

Sumber : T U Tanaman PTPN VIII Kertajaya, 1996

Data produksi TBS pada Tabel 3 merupakan produksi total tiap bulan dari kebun inti yang terdiri dari sub kebun Pakol, Pasir Awi, Bojong Juruh, Tangkeban, Angrit I dan Angrit II dari tahun 1990 sampai 1996. Data produksi untuk masing-masing sub kebun inti disajikan pada Lampiran 2.

Dalam Penentuan optimasi angkutan di PKS Kertajaya, analisa dilakukan terhadap sub-sub kebun yang ada. Hal ini disebabkan antara sub

kebun yang satu dengan sub kebun yang lain dalam satu afdeling tidak berdekatan tetapi terpisah-pisah, sehingga jika digunakan berdasarkan afdeling akan kesulitan dalam menentukan jumlah kebutuhan truk pada masing-masing sub kebun.

Pada Lampiran 2 terlihat Pakol merupakan sub kebun yang banyak menghasilkan TBS kelapa sawit dibanding sub-sub kebun lainnya, karena lahannya lebih luas dengan jumlah pohon per hektar tinggi, serta waktu tanamnya yang lebih lama, seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Potensi dari sub-sub kebun PKS Kertajaya

Sub Afdeling	Luas (Ha)	Jumlah Pohon	Tahun Tanam	Pohon/Ha	Jarak ke Pabrik (Km)
Pokol	429,54	51554	1981/1982	120	11,6
Pasir Awi	203,90	22667	1982/1983	111	6,9
Tangkeban	282,41	30704	1982/1983	108	16,2
Bojong Juruh	291,59	31659	1982/1983	108	11,2
Angrit I	119,78	14518	1982/1983	121	1,6
Angrit II	265,02	30116	1983/1984	113	6,1

Sumber : T.U Teknik PTPN VIII Kertajaya, 1996

Selain dari kebun inti pabrik pengolah kelapa sawit Kertajaya juga mendapatkan pasokan bahan baku dari kebun inti seinduk dan kebun plasma. Kebun inti seinduk yang mengolah buah ke PKS Kertajaya antara lain kebun Sanghyang Damar, kebun Bojong Datar dan kebun Bantar Jaya. Sedangkan kebun plasma terdiri dari Kertaraharja Lebak dan Kertaraharja Pandeglang. Data rata-rata produksi perbulan yang dipasok ke PKS Kertajaya dari masing-masing kebun inti seinduk dan kebun plasma dapat dilihat pada Tabel 5.

sedangkan Tabel 6 memperlihatkan potensi wilayah dari masing-masing kebun tersebut.

Tabel 5. Pasokan produksi TBS dari kebun inti seinduk dan kebun plasma ke PKS Kertajaya (kg)*

Kebun Bulan	Sanghyang Damar	Bojong Datar	Bantar Jaya	Kertaraharja Lebak	Kertaraharja Pandeglang
Januari	250030	426450	919720	2141820	1263390
Februari	159030	367550	807880	2050000	1050000
Maret	178400	398740	648030	1944430	868240
April	216540	515830	949840	2149230	921930
Mei	327120	441050	1041660	1920810	896980
Juni	226950	350250	849870	1410640	1277330
Juli	147160	175750	557030	1268540	970140
Agustus	200220	258260	713790	1512920	810120
September	418410	596380	1552100	2474610	1691390
Oktober	545530	595560	1619240	2789310	1878600
November	133340	218220	818330	3121050	2349750
Desember	147760	128010	394130	2662070	2472020

(*Pasokan tahun 1995)

Tabel 6. Potensi Wilayah Kebun Inti Seinduk dan Kebun Plasma

Kebun	Luas (ha)	Pohon/ha	TH Tanam	Jarak ke pabrik (km)
Sanghyang Damar	268.48	120	1985/86	26
Bantar Jaya	1691.68	118	1985/86	96
Bojong Datar	200.00	120	1985/86	42
Kertaraharja Lebak	3258.00	114	1981/82	74
Kertaraharja Pandeglang	2780.00	114	1982/83	42

Sumber : T.U Teknik PTPN VIII Kertajaya

PKS Kertajaya menerima pasokan buah lebih banyak dari luar kebun inti. Kebun yang paling banyak mensuplay TBS kelapa sawit, yakni kebun Kertaraharja Lebak (KRAL) dan Kertaraharja Pandeglang (KRAP), hal ini disebabkan luas wilayah tanaman kelapa sawit pada kedua kebun tersebut lebih luas dari yang lainnya. Kebun KRAL dan KRAP merupakan kebun

yang dimiliki oleh rakyat dan seluruh hasil panennya dikirim ke PKS Kertajaya.

Hampir setiap hari produksi, truk angkutan dari luar kebun inti tersebut membawa buah ke PKS Kertajaya untuk diolah. Tingginya tingkat kedatangan truk dari luar kebun inti secara tidak langsung memberikan pengaruh terhadap proses pengangkutan buah pada Kebun Inti Kertajaya.

b. Peramalan Produksi

1. Kebun Inti

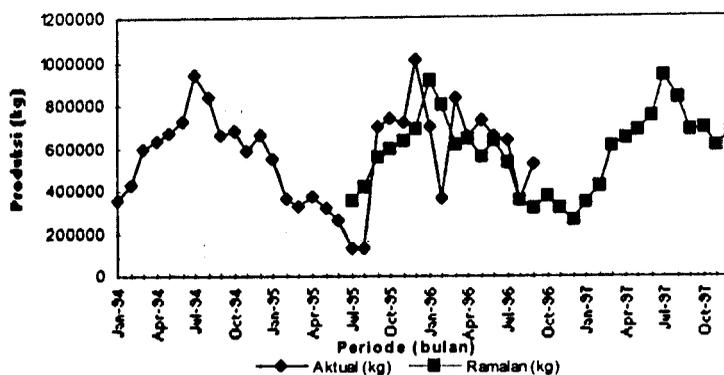
Untuk meramalkan produksi TBS Kelapa sawit dimasa yang akan datang digunakan metode peramalan yang disesuaikan dengan pola datanya. Dari data yang ada memperlihatkan adanya fluktuasi produksi yang dipengaruhi oleh musim. Menurut Makridakis (1992), untuk meramalkan data yang berpola musiman maka metode winter dapat mengatasi faktor musiman secara langsung. Metoda yang digunakan untuk meramalkan produksi kelapa sawit satu tahun kedepan adalah metode pemulusan eksponensial tripel kecenderungan dan musiman dari winter.

Peramalan Produksi sub kebun inti menggunakan data produksi tiga tahun terakhir, yaitu data produksi dari bulan Januari tahun 1994 sampai dengan produksi bulan September tahun 1996. Dengan data tersebut digunakan untuk meramalkan produksi tahun 1997.

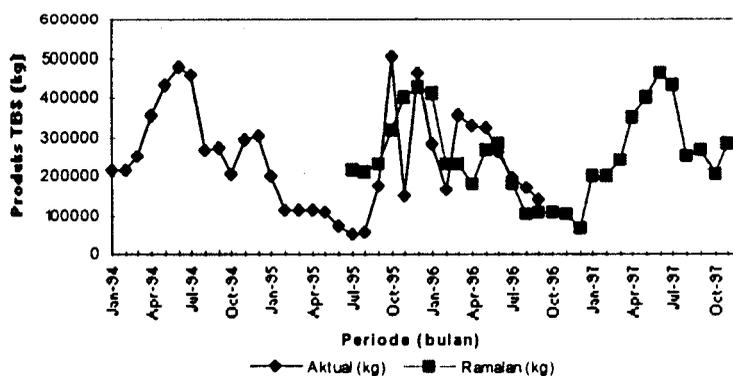
Proses peramalan mempergunakan software QSB (*Quantitative System*



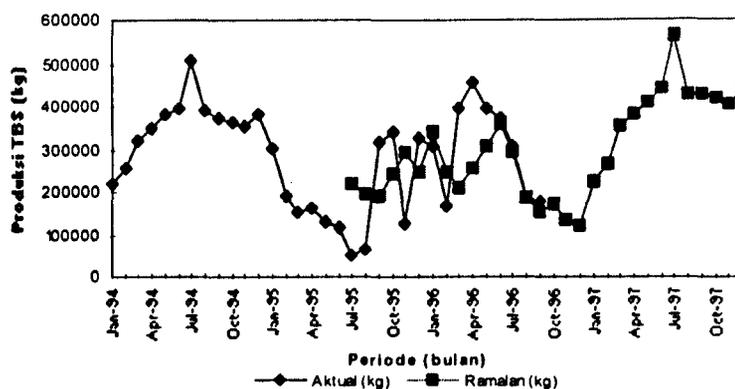
for Business), yaitu suatu system yang menunjang proses pengambilan keputusan (*decision support system*). Dalam peramalan dilakukan pemilihan siklus musim yang sesuai agar siklus hasil ramalan tidak berbeda jauh dengan siklus produksi yang diperlihatkan oleh data aktual. Untuk peramalan produksi sub kebun inti ini digunakan siklus delapan belas bulanan. Hasil ramalan untuk masing-masing sub kebun inti dapat dilihat pada Lampiran 4, sedang grafik hasil peramalan disajikan pada Gambar 11 sampai Gambar 16.



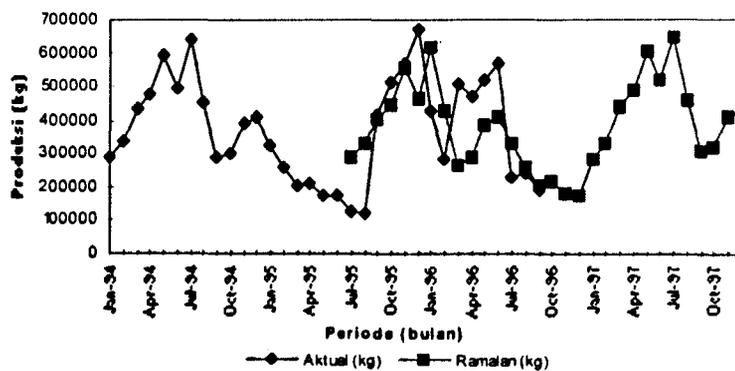
Gambar 11. Grafik Peramalan Produksi TBS Kebun Pakol dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter



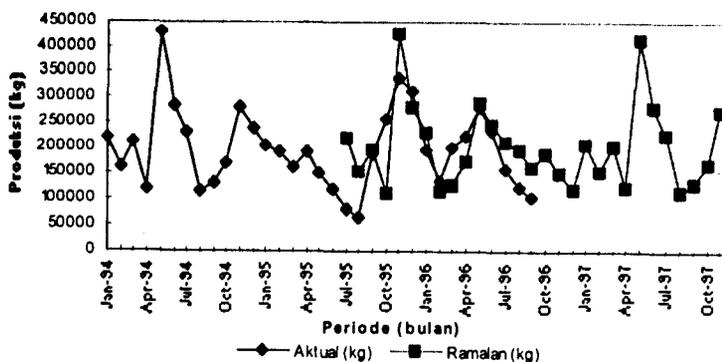
Gambar 12. Grafik Peramalan Produksi TBS Kebun Pasir Awi dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter



Gambar 13. Grafik Peramalan Produksi TBS Kebun Tangkeban dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter



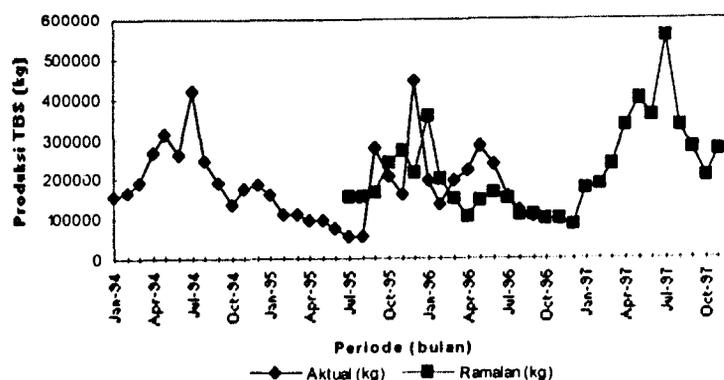
Gambar 14. Grafik Peramalan Produksi TBS Kebun Bojong Juruh dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter



Gambar 15. Grafik Peramalan Produksi TBS Kebun Angrit I dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Gambar 16. Grafik Peramalan Produksi TBS Kebun Angrit 2 dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter

Hasil peramalan untuk semua sub kebun dari kebun inti memperlihatkan pola data ramalan tidak berbeda dengan pola data yang asli. Hal ini ditunjukkan dengan pola produksi peramalan yang meningkat pada bulan-bulan Mei - Juli. Pada tahun 1997 diperkirakan produksi dari masing-masing sub kebun inti akan meningkat. Menurut Lubis, A. U (1992) produksi tanaman kelapa sawit akan terus meningkat dengan semakin tingginya umur tanaman dan mencapai puncaknya antara umur 12 sampai 15 tahun.

Selain melihat bentuk siklus yang ada, ketepatan peramalan yang dipakai juga mempertimbangkan minimisasi nilai kesalahan kuadrat rata-rata (MSE) yang dihasilkan. Menurut Makridarkis, et. al. (1992), MSE (nilai tengah kesalahan kuadrat) merupakan suatu ukuran ketepatan perhitungan dengan mengkuadratkan masing-masing kesalahan untuk masing-masing item dalam sebuah susunan data dan kemudian memperoleh rata-rata atau nilai

tengah jumlah kuadrat tersebut. Nilai tengah kesalahan kuadrat memberikan bobot yang lebih besar terhadap kesalahan yang besar dari pada kesalahan kecil sebab kesalahan dikuadratkan sebelum dijumlahkan. Makin kecil nilai MSE makin baik peramalan yang digunakan. Untuk mendapatkan nilai MSE yang kecil maka dipilih konstanta pendugaan pemulusan (α), konstanta pendugaan trend (β) dan konstanta musiman (γ) yang terbaik. Nilai MSE dari peramalan sub kebun inti dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai kesalahan kuadrat rata-rata (MSE) dan parameter α , β dan γ serta nilai statistik U-Theil pada peramalan sub kebun inti.

Kebun	MSE	α	β	γ	U-Theil
Pakol	4.36×10^{10}	0.05	0.05	0.05	0.596
Pasir Awi	1.46×10^{10}	0.05	0.05	0.05	0.920
Tangkeban	1.32×10^{10}	0.03	0.05	0.05	0.787
Bojong Juruh	2.10×10^{10}	0.05	0.05	0.05	0.358
Angrit 1	5.22×10^{10}	0.05	0.05	0.05	0.910
Angrit 2	1.13×10^{10}	0.05	0.05	0.05	0.737

Untuk menguji ketepatan ramalan secara statistik dilakukan uji statistik U dari Theil yang dikenal dengan statistik U-Theil. Pada pengujian U-Theil dilakukan perbandingan antara U-Theil yang didapat dari ramalan dengan standar yang ada Adapun standar dari U-Theil yaitu; $U = 1$ maka metode naif sama baiknya dengan teknik permalan yang dievaluasi, nilai $U < 1$ peramalan yang digunakan lebih baik dari metode naif dan $U > 1$ tidak ada gunanya

menggunakan metode peramalan formal karena metode naif akan menghasilkan nilai ramalan yang lebih baik.

Dalam pengujian hasil ramalan didapatkan nilai statistik U-Theil kecil dari 1 untuk masing-masing sub kebun inti, seperti terlihat pada Tabel 7. sehingga peramalan yang dipergunakan dapat diterima secara statistik.

2. Kebun Inti Seinduk dan Kebun Plasma

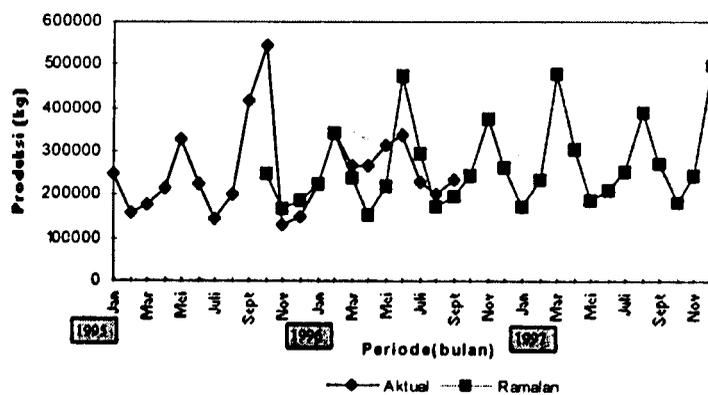
Peramalan produksi pada kebun plasma dan kebun inti seinduk juga dilakukan guna melihat produksi ramalan pada tahun 1997. Karena keterbatasan data yang ada peramalan untuk kebun plasma dilakukan berdasarkan data produksi tahun 1995 dan tahun 1996. Pola data yang bersifat musiman maka metode yang dipergunakan sama dengan metode peramalan untuk kebun inti, yaitu metode dari winter. Dengan menggunakan siklus sembilan bulan sebagai siklus musiman maka didapatkan hasil peramalan seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai kesalahan kuadrat rata-rata (MSE) dan parameter α , β dan γ serta nilai statistik U-Theil pada peramalan sub kebun inti, kebun inti seinduk dan kebun plasma.

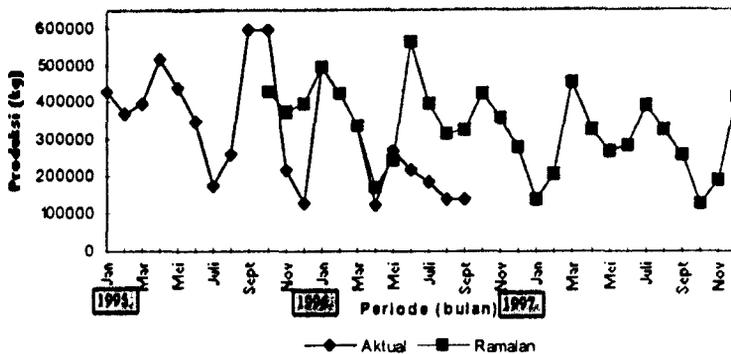
Kebun	MSE	α	β	γ	U-Theil
Sanghyang Damar	1.13×10^{10}	0.05	0.05	0.05	0.33
Bojong Datar	3.05×10^{10}	0.05	0.05	0.05	0.81
Bantar Jaya	8.48×10^{10}	0.05	0.05	0.05	0.49
KRAL	8.48×10^{10}	0.05	0.05	0.05	0.66
KRAP	7.18×10^{11}	0.05	0.05	0.05	0.67

Dalam peramalan produksi pada kebun plasma ini digunakan siklus produksi 9 bulanan. Hasil peramalan dapat dilihat pada Gambar 17 sampai Gambar 21. Dari Grafik peramalan kelihatan bahwa untuk tahun 1997 produksi TBS yang dibawa ke PKS Kertajaya mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan semakin meningkatnya umur tanaman kelapa sawit sehingga produksinya makin meningkat.

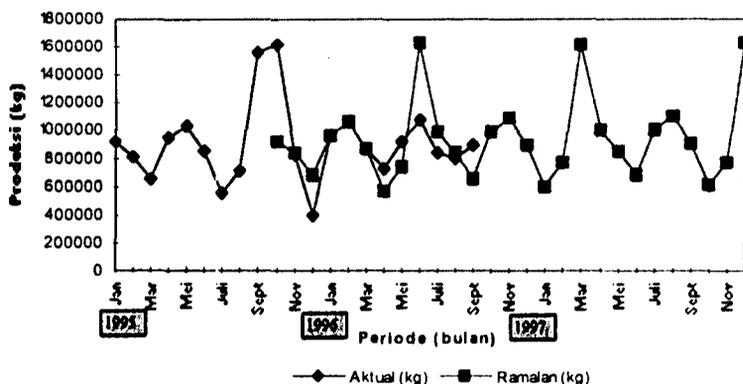
Selanjutnya data hasil ramalan pada sub kebun inti, kebun inti seinduk dan kebun plasma digunakan untuk memprediksi kedatangan truk angkutan produksi TBS untuk tahun 1997 dan untuk menganalisa bentuk antrian yang terjadi dari kedatangan truk ke pabrik.



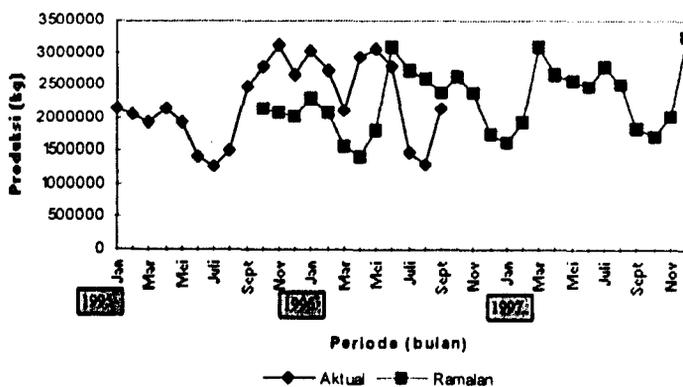
Gambar 17. Grafik Peramalan Produksi Kebun Sanghyang Damar dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter



Gambar 18. Grafik Peramalan Produksi TBS Kebun Bojong Datar dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter

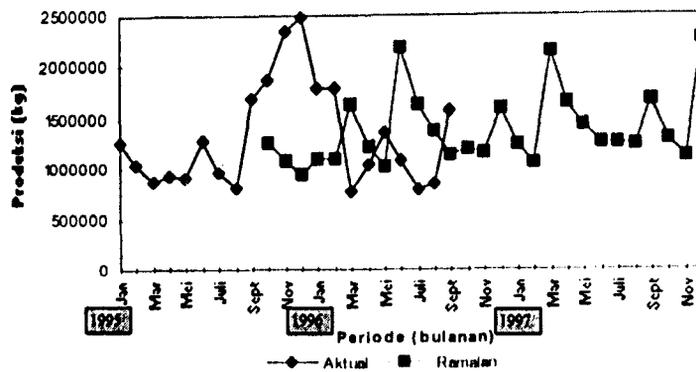


Gambar 19. Grafik Peramalan Produksi TBS Bantar Jaya dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter



Gambar 20. Grafik Peramalan Produksi TBS Kebun KRAL dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 19. Grafik Peramalan Produksi TBS KRAP dengan Metode Pemulusan Eksponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter

C. KEBUTUHAN ALAT ANGKUT

Penentuan jumlah armada truk tergantung dari waktu siklus kegiatan pengangkutan, yaitu penjumlahan dari waktu pemuatan, waktu angkutan truk dari pabrik ke kebun dan kembali ke pabrik, waktu penimbangan, dan waktu pembongkaran. Jumlah truk bervariasi menurut fungsi jarak dan jumlah produksi yang dihasilkan tiap-tiap kebun.

Makin jauh jarak kebun dari pabrik atau makin banyak produksi yang dihasilkan maka jumlah truk yang diperlukan akan makin banyak. Lama waktu diperjalanan tergantung dari kecepatan gerak truk yang dipengaruhi oleh keadaan jalan. Jalan yang banyak belokan, tanjakan dan turunan menyebabkan kecepatan rata-rata setiap jamnya semakin berkurang.

Dari pengamatan di lapangan, Kapasitas truk rata-rata 5000 kg, kecepatan truk tanpa muatan di dalam areal kebun adalah 20 km/jam dan kecepatan truk

yang telah berisi muatan sebesar 15 km/jam. Waktu memuat buah kelapa sawit ke atas truk rata-rata 45 menit dan waktu yang diperlukan untuk membongkar muatan di *Loading ramp* rata-rata 20 menit per truk .

Berdasarkan data primer dan sekunder maka dilakukan perhitungan tentang kebutuhan alat angkut untuk masing-masing sub kebun. Untuk mempermudah perhitungan digunakan program penentuan kebutuhan alat angkut (Lampiran 10). Model kebutuhan alat angkut yang dikembangkan ini digunakan untuk menentukan jumlah alat angkut truk pada masing-masing sub kebun Kertajaya per harinya selama satu bulan. Model ini dipengaruhi langsung oleh jumlah kelapa sawit yang dipanen tiap harinya, jam kerja angkutan, jarak kebun ke pabrik dan kapasitas alat angkut.

Sebagai masukan digunakan produksi rata-rata dari masing-masing sub kebun guna melihat kebutuhan kendaraan rata-rata. Data rata-rata produksi yang digunakan sebagai masukan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Poduksi rata-rata per bulan pada sub Kebun Kertajaya dari tahun 1990 sampai 1996 (kg)

Bulan	Pakol	Pasir Awi	Tangkeban	Bojong Juruh	Angrit I	Angrit II	Total Produksi
Januari	549,894	246,509	317,719	339,795	155,109	277,366	1,886,392
Februari	511,364	212,506	296,347	331,909	158,033	235,599	1,745,758
Maret	569,594	228,981	312,566	366,381	172,402	259,620	1,909,544
April	576,434	255,023	323,957	361,024	168,435	319,440	2,004,313
Mei	691,439	304,082	377,639	457,805	255,628	304,454	2,391,047
Juni	601,280	277,744	343,472	404,989	215,856	311,790	2,155,131
Juli	584,577	207,521	325,221	325,369	194,466	260,477	1,897,631
Agustus	435,660	154,975	235,004	246,259	118,735	197,999	1,388,629
September	523,866	189,397	236,444	289,256	181,668	259,043	1,679,674
Oktober	582,479	258,897	299,038	336,454	166,904	276,899	1,920,671
November	628,105	253,334	314,644	324,855	196,487	266,994	1,984,419
Desember	684,211	211,226	333,049	388,487	243,258	294,730	2,255,071

Hasil dari penentuan kendaraan angkutan untuk kebun Kertajaya dapat dilihat pada keluaran program pada Lampiran 6. Contoh perhitungan kebutuhan alat angkut pada salah satu sub kebun Kertajaya adalah sebagai berikut; pada kebun Pakol waktu yang diperlukan untuk satu siklus kegiatan pengangkutan TBS oleh truk yaitu 2.270 jam. Dengan jam kerja angkutan bagi truk di PKS Kertajaya rata-rata 8 jam per hari, maka jumlah trip yang dapat dicapai oleh truk pada pengangkutan buah dari kebun Pakol sebanyak 3 trip. Melihat produksi bulan Januari, produksi TBS rata-rata per hari yang dihasilkan sebanyak 24995.18 kg. Untuk membawa semua produksi harian yang dihasilkan kebun ke pabrik maka diperlukan 5 kali angkutan truk (5 trip) dengan kapasitas 5000 kg/trip. Dengan kemampuan satu truk melakukan 3 trip per hari maka jumlah truk yang dibutuhkan guna membawa produksi harian kebun pakol adalah 2 buah. Untuk bulan-bulan berikutnya kebutuhan truk bervariasi tergantung dari jumlah produksi harian yang dihasilkan pada masing-masing bulan. Produksi harian paling tinggi terjadi pada bulan Mei dengan jumlah produksi harian sebesar 31429.04 kg sehingga jumlah trip yang dibutuhkan sebanyak 6 trip. Jumlah trip tersebut dapat dipenuhi oleh 2 buah truk. Produksi harian terendah terjadi sekitar bulan Agustus dengan produksi 19802,73 kg dan kebutuhan trip 4 trip. Jumlah trip tersebut dapat dipenuhi oleh 2 buah truk. Untuk bulan-bulan lainnya jumlah truk rata-rata yang diperlukan sebanyak 2 buah. Sehingga dapat disimpulkan pada kebun Pakol diperlukan 2 buah truk yang beroperasi tiap



harinya untuk pengangkutan buah. Kebutuhan truk untuk sub-sub kebun Kertajaya dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata kebutuhan alat angkut per hari untuk kebun inti

Kebun	Jarak (km)	Waktu Siklus (jam)	Produksi rata-rata		Jumlah Trip		Kebutuhan truk	
			Max (kg)	Min (kg)	Max	Min	Max	Min
Pakol	11.6	2.270	31429.04	19802.73	6	4	2	2
Pasir Awi	6.9	1.721	13821.91	7044.32	2	2	1	1
Tangkeban	16.2	2.807	15138.59	10682.00	4	2	2	1
Bojong Juruh	11.2	2.223	20809.32	13148.00	4	3	2	1
Angrit 1	1.6	1.103	11619.45	7050.41	3	1	1	1
Angrit 2	6.1	1.628	13393.82	8999.95	3	2	1	1

Dari Tabel 10 terlihat untuk sub kebun Pasir awi jumlah trip yang diperlukan untuk membawa produksi harian pada panen puncak sebanyak 2 trip dan untuk produksi harian panen rendah sebanyak 2 trip. sehingga pada sub kebun Pasir Awi cukup disediakan 1 buah truk yang beroperasi tiap harinya. Pada sub kebun Tangkeban jumlah produksi harian panen puncak sebesar 17165.41 kg atau sebanyak 4 trip angkutan dan produksi harian panen rendah sebesar 10682 kg atau 2 trip angkutan. Jumlah trip rata-rata yang dapat dicapai oleh truk pada sub kebun Tangkeban per harinya sebanyak 2 trip, sehingga untuk membawa produksi harian panen puncak diperlukan truk sebanyak 2 buah dan saat produksi harian panen rendah diperlukan truk sebanyak 1 buah. Melihat kebutuhan truk pada bulan-bulan lainnya, rata-rata dibutuhkan 2 buah truk, sehingga dapat disimpulkan pada kebun Tangkeban perlu disediakan 2 buah truk.

Untuk kebun Bojong Juruh jumlah produksi maksimum yang dihasilkan sebanyak 20809.32 kg (4 trip) dan produksi minimum 1119.59 kg (2 trip), sehingga untuk membawa produksi TBS maksimum diperlukan 2 buah truk dan untuk membawa produksi harian minimum diperlukan 1 truk. Melihat kebutuhan truk pada bulan-bulan lainnya rata-rata dibutuhkan 1 buah truk, sehingga pada kebun Bojong Juruh jumlah truk yang mesti tersedia sebanyak 1 buah.

Pada kebun Angrit 1 produksi maksimum sebanyak 11619.45 kg (3 trip) dan produksi minimum sebanyak 5397.05 kg (1 trip) dengan waktu siklus angkutan yang pendek, truk tiap harinya dapat melakukan 6 trip, sehingga untuk membawa produksi harian kebun Angrit 1 baik saat produksi maksimum maupun produksi minimum cukup disediakan 1 truk. Adapun untuk kebun Angrit 2 produksi maksimum yang dapat dicapai sebanyak 14520 kg (3 trip) dan produksi minimum sebanyak 8999.95 kg (2 trip), untuk membawa produksi harian kebun Angrit 2 cukup disediakan 1 buah truk.

Berdasarkan kebutuhan truk pada masing-masing sub kebun Kertajaya, total truk yang diperlukan sebanyak 8 buah. Dari pengamatan di lapangan jumlah truk yang tersedia saat sekarang sebanyak 12 buah. Jumlah tersebut telah mencukupi untuk pengangkutan TBS di PKS Kertajaya. Adapun kelebihan truk yang ada (sebanyak 4 truk) dapat dialihkan penggunaannya untuk pengangkutan keperluan lainnya, seperti janjang kosong kelapa sawit untuk pupuk tanaman, mengangkut batu untuk perbaikan jalan-jalan yang rusak.



Prakiraan jumlah truk yang diperlukan pada pengangkutan produksi harian tiap bulan dari sub-sub kebun yang ada tahun 1997 didasarkan pada ramalan produksi dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Prakiraan kebutuhan alat angkut per hari untuk kebun inti pada tahun 1997

Kebun	Jarak (km)	Waktu Siklus (jam)	Produksi rata-rata		Jumlah Trip		Kebutuhan truk	
			Max (kg)	Min (kg)	Max	Min	Max	Min
Pakol	11.6	2.270	37439.36	15795.32	9	3	3	1
Pasir Awi	6.9	1.721	20924.68	9122.55	4	2	1	1
Tangkeban	16.2	2.807	25486.50	10213.27	5	2	2	1
Bojong Juruh	11.2	2.223	29345.50	12876.77	6	3	2	1
Angrit 1	1.6	1.103	18868.41	5221.18	4	1	1	1
Angrit 2	6.1	1.628	25142.68	8015.14	5	1	2	1

Dari Tabel 11 di atas pada sub kebun Pakol jumlah truk maksimum yang diperlukan sebanyak 3 buah dan jumlah truk minimum yang diperlukan sebanyak 1 buah. Melihat kebutuhan truk pada bulan-bulan lainnya (lampiran 6), rata-rata jumlah truk yang diperlukan sebanyak 2 buah per hari sehingga untuk kebun Pakol cukup disediakan 2 buah truk. Pada kebun Tangkeban jumlah truk maksimum yang dibutuhkan per harinya sebanyak 2 buah dan jumlah truk minimum yang diperlukan sebanyak 1 buah, melihat kebutuhan truk harian bulan-bulan lainnya jumlah truk yang diperlukan rata-rata sebanyak 2 buah, sehingga untuk kebun Tangkeban cukup disediakan 2 buah truk. Sedangkan pada sub kebun Bojong Juruh jumlah truk yang diperlukan sebanyak 2 buah untuk produksi maksimum dan 1 buah untuk produksi minimum, dengan melihat

kebutuhan truk pada masing-masing bulannya rata-rata diperlukan truk sebanyak 2 buah sehingga untuk kebun Bojong Juruh cukup disediakan truk sebanyak 2 buah. Sedangkan pada kebun Pasir Awi dan Angrit 1 jumlah truk rata-rata per harinya yang dibutuhkan sebanyak 1 buah, baik untuk produksi harian panen puncak maupun produksi harian panen rendah. Adapun untuk kebun Angrit 2 jumlah truk maksimum yang diperlukan sebanyak 2 truk dan jumlah truk minimum yang diperlukan sebanyak 1 buah, dengan melihat kebutuhan rata-rata truk dari masing-masing bulannya jumlah truk yang diperlukan cukup 1 truk.

Total jumlah truk yang diperlukan pada kebun inti Kertajaya pada tahun 1997 sebanyak 9 buah. Melihat jumlah truk yang dimiliki oleh PKS Kertajaya truk yang tersedia dapat mencukupi kebutuhan truk tahun 1997, dengan kelebihan truk sebanyak 3 truk. Kelebihan truk yang ada tersebut dapat dipergunakan untuk melakukan keperluan lainnya.

D. SISTEM ANTRIAN

1. Antrian di penimbangan

Tingkat pelayanan pada tempat penimbangan 2 menit per truk dengan demikian setiap jam alat penimbangan dapat melayani 30 truk. Dengan melihat laju kendaraan yang datang ke pabrik tiap bulannya dianalisa antrian yang terjadi di tempat penimbangan buah. Dalam perhitungan diasumsikan laju kedatangan truk ke penimbangan sebanyak 2 kali dari tiap trip truk, yaitu penimbangan truk sebelum membongkar muatannya dan penimbangan truk

yang telah membongkar muatannya. Panjang antrian yang maksimum diperbolehkan pada penimbangan ini adalah sebanyak 20 truk, hal ini disesuaikan dengan jarak jalan yang dapat ditempati truk yang antri di mana tidak mengganggu/menghalangi pengangkutan buah dari kebun yang dekat ke pabrik. Hasil perhitungan antrian truk di tempat penimbangan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil perhitungan penggunaan teori antrian di tempat penimbangan dengan 8 jam kerja per hari dan laju pelayanan (μ) = 30 truk/jam

Bulan	laju ked. (λ)	Peluang ked. (P1)	Panjang Antri (Lq)	Waktu Antri (Wq)	Jum. Truk dim.sistem (Ls)	Waktu sitem (Ws)
Januari	12	0.240	0.267	0.022	0.667	0.056
Februari	13.25	0.248	0.349	0.036	0.791	0.060
Maret	22.50	0.188	2.250	0.100	3.000	0.133
April	18.75	0.234	1.042	0.056	1.667	0.089
Mei	18.75	0.234	1.042	0.056	1.667	0.089
Juni	17.50	0.243	0.817	0.047	1.400	0.080
Juli	20.50	0.216	1.475	0.072	2.158	0.105
Agustus	18.25	0.240	0.945	0.052	1.553	0.085
September	16.00	0.250	0.610	0.038	1.143	0.071
Oktober	13.50	0.248	0.368	0.027	0.878	0.061
November	15.00	0.250	0.500	0.033	1.000	0.067
Desember	23.75	0.165	3.008	0.137	3.800	0.160

Dari analisa antrian pada Tabel 12 di atas terlihat bahwa pada bulan Januari jumlah truk yang harus ditimbang per jam (laju kedatangan) sebanyak 12 truk ($\lambda = 12$), didapatkan bahwa peluang adanya satu unit truk dalam sistem penimbangan (P1) adalah 0.240, jumlah rata-rata truk yang harus

menunggu giliran untuk penimbangan/panjang baris antrian (L_q) adalah 0.267 truk atau tidak ada truk yang antri, waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh truk menunggu giliran untuk penimbangan/berada dalam baris antrian (W_q) adalah 0.022 jam atau 1.32 menit, banyaknya unit truk dalam sistem penimbangan (L_s) adalah 0.667 truk atau 1 truk dan waktu truk berada dalam sistem penimbangan (W_s) adalah 0.056 jam atau 3.36 menit. Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa pada bulan Januari dengan laju kendaraan 12 truk/jam tidak terjadi antrian dipenimbangan atau tiap truk yang datang ke penimbangan dapat langsung dilayani. Pada bulan Februari dengan laju kedatangan truk ke penimbangan rata-rata sebesar 13.25 truk/jam didapatkan panjang antrian (L_q) adalah 0.349 truk dibulatkan menjadi 1 truk dan waktu antrian W_q adalah 0.036 jam atau 2.16 menit dalam hal ini truk tidak mengalami antrian. Pada bulan-bulan lainnya antrian truk tidak begitu berpengaruh pada proses penimbangan. Antrian yang begitu nyata terlihat pada bulan Maret dengan laju kedatangan truk per jamnya λ adalah 22.50 truk atau 23 truk didapatkan panjang antrian rata-rata L_q adalah 2.25 truk dan waktu antrian rata-rata W_q adalah 0.1 jam atau 6 menit. Juga pada bulan Desember dengan laju kedatangan truk ke tempat penimbangan 23.75 truk tiap jam didapatkan panjang antrian L_q adalah 3.008 truk atau 3 truk dengan waktu antrian W_q adalah 0.137 jam atau 8.22 menit. Dari hasil perhitungan analisa antrian di penimbangan dapat disimpulkan bahwa antrian truk tidak begitu

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



mengganggu terhadap kelancaran pengangkutan, dimana antrian yang terjadi maksimum sebanyak 3 truk, tidak melebihi dari batas panjang antrian yang diperbolehkan yakni 20 truk. Jumlah fasilitas pelayanan penimbangan, yakni sebanyak 1 buah telah cukup memadai untuk melayani penimbangan truk saat panen puncak maupun panen rendah selama setahun.

Dalam kondisi-kondisi tertentu pada unit penimbangan sering dijumpai di lapangan terjadi antrian truk yang panjang dan melebihi batas panjang antrian yang diperbolehkan. Hal ini dapat terjadi dikarenakan laju truk yang dilayani tidak konstan dari masing-masing jam kedatangan sehingga adanya jam-jam sibuk pada proses penimbangan.

Berdasar dari hasil analisa antrian di tempat penimbangan seharusnya tidak perlu adanya antrian bila dikelola kedatangan truk sesuai dengan tingkat pelayanan di penimbangan.

2. Antrian di tempat Pembongkaran (*loading ramp*)

Analisa antrian pada loading ramp untuk mendapatkan alternatif jumlah fasilitas pembongkaran yang optimal yang tidak menimbulkan antrian dan memperlancar proses pembongkaran TBS. Perhitungan antrian menggunakan rumus antrian tunggal pelayanan ganda.

Pada Loading ramp jumlah unit pelayanan maksimum sebanyak 10 unit pelayanan atau jumlah truk yang dapat membongkar muatan secara bersamaan



waktunya sebanyak 10 buah. Lama pelayanan pembongkaran truk pada masing-masing unit rata-rata 20 menit sehingga dalam 1 jam tiap unit dapat melayani 3 truk. Kapasitas tempat pembongkaran (loading ramp) maksimal 120 ton (24 truk). Jumlah truk yang membongkar muatan di loading ramp tergantung dari jumlah trip yang ada atau jika suatu truk dapat melakukan 3 trip angkutan maka truk tersebut membongkar buah sebanyak 3 kali di loading ramp.

Jumlah trip yang harus dibongkar per jam (kecepatan kedatangan) di loading ramp bervariasi pada masing-masing bulan. Laju kedatangan truk minimum (λ) adalah 6.00 truk/jam, yang terjadi pada bulan Januari. Laju kedatangan truk maksimum (λ) adalah 11.88 truk/jam, terjadi pada bulan Desember. Untuk laju kedatangan truk pada bulan-bulan lainnya dapat dilihat pada Tabel 13. Dengan adanya variasi laju kedatangan truk ke Loading ramp pada masing-masing bulannya, maka dipilih alternatif jumlah server yang optimal, sehingga truk dapat dengan mudah membongkar muatannya dan kecepatan pelayanan pembongkaran tinggi serta jumlah server tersebut dapat melayani untuk berbagai laju kedatangan kendaraan yang ada dengan waktu menganggur fasilitas pelayanan rendah. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 13.

Dari Tabel 13 dapat dilihat bahwa pada saat server yang dipilih sebanyak 2 buah didapatkan panjang antrian (L_q) tidak terdefinisi dan waktu antrian yang tidak terdefinisi pula (W_q), hal ini terjadi karena jumlah

kedatangan truk (λ) = 6 truk sama dengan jumlah kemampuan pelayanan 2 server ($\mu = 6$ truk) yang berakibat tingkat kesibukan pelayanan 100 persen sehingga tidak memenuhi teori antrian. Pada bulan Februari dengan laju kedatangan truk (λ) = 6.63 truk/jam didapatkan nilai panjang antrian yang negatif (Lq) = -24.5676 truk dan waktu antrian yang negatif (Wq) = -3.7083 jam. Hal ini terjadi karena jumlah truk yang datang melebihi kemampuan pelayanan sehingga akan terjadi antrian yang panjang. Begitu juga dengan laju kedatangan yang melebihi laju pelayanan pada bulan-bulan lainnya, yang menghasilkan nilai antrian yang negatif. Dapat disimpulkan bahwa untuk jumlah server sebanyak 2 buah tidak mencukupi melayani pembongkaran truk maka perlu adanya penambahan fasilitas pelayana.

Pemilihan jumlah server sebanyak 4 buah atau total laju pelayanan di Loading ramp ($\mu = 12$ truk) didapatkan bahwa saat laju kedatangan truk minimum ($\lambda = 6$ truk yakni bulan Januari didapatkan panjang antrian (Lq) = 0.6957 truk atau 1 truk dengan waktu antrian Wq adalah 0.1159 jam atau 7 menit. Pada saat laju kedatang truk maksimal ($\lambda = 11.88$) yang terjadi bulan Desember didapatkan Panjang antrian Lq adalah 371.255 truk dan waktu antrian Wq adalah 31.2636 truk/jam. Dapat disimpulkan bahwa pemilihan jumlah server sebanyak 4 buah tidak dapat menghindari terjadinya antrian yang panjang saat laju kedatangan truk maksimum (produksi puncak), sehingga perlu adanya penambahan jumlah pelayanan.

Tabel 13. Panjang Antrian Truk dan waktu antrian pada sistem antrian di tempat pembongkaran dengan berbagai macam server ($s=2$ s/d 12) pada tiap-tiap bulan selama satu tahun.

Bulan	Laju truk/jam (λ)	S=2		S=4		S=6		S=8		S=10		S=12	
		Pj. Ant (Lq)	Wk. Ant (Wq)										
Januari	6.00	-*	-	0.6957	0.1159	0.0541	0.0090	0.0031	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
Februari	6.63	-24.5672*	-3.7083	1.1298	0.1705	0.0976	0.0147	0.0065	0.0010	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
Maret	11.25	-10.4814*	-0.9317	51.9018	4.6135	2.2742	0.2021	0.3015	0.0268	0.0342	0.0030	0.0003	0.0003
April	9.38	-10.4860*	-1.1292	8.0443	0.8581	0.7572	0.0808	0.0833	0.0089	0.0071	0.0008	0.0005	0.0000
Mei	9.38	-10.5860*	-1.1292	8.0443	0.8581	0.7572	0.0808	0.0833	0.0089	0.0071	0.0008	0.0005	0.0000
Juni	8.75	-10.5860*	-1.2583	5.1154	0.5846	0.5038	0.0576	0.0507	0.0058	0.0039	0.0004	0.0002	0.0000
Juli	10.25	-11.0105*	-1.0142	16.3370	1.5939	1.2890	0.1258	0.1569	0.0153	0.0155	0.0015	0.0012	0.0001
Agustus	9.13	-10.3953*	-1.1744	6.6913	0.7333	0.6453	0.0707	0.0686	0.0075	0.0056	0.0006	0.0003	0.0000
Sept	8.00	-10.7167*	-1.0142	16.3370	1.5939	1.2890	0.1258	0.1569	0.0153	0.0155	0.0015	0.0012	0.0001
Oktober	6.75	-21.4412*	-3.1765	1.2403	0.1838	0.1091	0.0162	0.0075	0.0011	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000
November	7.50	-13.8889*	-1.8519	2.1324	0.2843	0.2033	0.0271	0.0164	0.0022	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000
Desember	11.88	-10.6305*	-0.8952	371.255	31.2636	3.1954	0.2691	0.4392	0.0370	0.0539	0.0045	0.0052	0.0004

*) Tidak memenuhi teori antrian

Pemilihan jumlah server sebanyak 6 buah atau total laju pelayanan μ adalah 18 truk per jam, saat laju kedatangan truk minimum (λ) = 6 truk. dihasilkan panjang antrian L_q adalah 0.0541 truk dan waktu antrian $W_q = 0.0090$ jam atau tidak terjadi antrian. Namun pada saat produksi puncak laju kedatangan rata-rata (λ) = 11.88 truk per jam didapatkan panjang antrian L_q adalah 3.1954 truk/jam dengan waktu antrian W_q adalah 0.2691 jam atau 16.146 menit. Dapat disimpulkan bahwa dengan jumlah server sebanyak 6 buah masih terjadi antrian di tempat pembongkaran buah yakni saat laju kedatangan kendaraan maksimum. Maka untuk menghindari tidak terjadinya antrian sama sekali di Loading ramp perlu dilakukan penambahan jumlah server.

Pemilihan alternatif jumlah server sebanyak 8 buah dengan total kecepatan pelayanan di loading ramp (μ) adalah 24 truk perjam, didapatkan saat laju kedatangan kendaraan minimum jumlah truk yang antri L_q adalah 0.0031 truk dan waktu antrian W_q adalah 0.0005 jam atau tidak terjadi antrian. Saat produksi puncak didapatkan jumlah truk yang antri L_q adalah 0.4392 truk atau 1 truk dengan waktu antrian W_q adalah 0.0370 jam atau 2 menit. Dapat disimpulkan dengan jumlah server sebanyak 8 buah truk tidak mengalami antrian dalam pembongkaran, baik itu saat produksi minimum maupun produksi maksimum.

Untuk penambahan server menjadi 10 maupun 12 buah jumlah truk yang antri tidak ada sama sekali. Hal ini berakibat terjadinya pemborosan tenaga tenaga pembongkaran, selain itu jumlah truk yang membongkar muatan melebihi daya tampung dari Loading ramp sendiri sehingga keleluasaan dalam pembongkaran buah akan terhalangi.

Dapat disimpulkan bahwa jumlah fasilitas pelayanan yang optimal pada loading ramp yaitu sebanyak 8 buah. Dimana truk dapat dengan lancar membongkar muatannya tanpa harus antri, baik itu saat produksi puncak maupun produksi rendah.

Pada saat produksi normal dan keadaan fasilitas pengangkutan baik tidak mungkin terjadi antrian di pembongkaran karena jumlah server yang ada sebanyak 10 buah. Antrian truk dapat terjadi karena penuhnya loading ramp, rusaknya salah satu unit pengolahan sehingga pengolahan buah terhenti dan terjadi kedatangan truk yang tidak merata pada masing-masing jam yang ada.





V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

@Hak Cipta milik IPB University

1. Sistem pengangkutan merupakan kegiatan yang vital dalam pengolahan buah kelapa sawit karena buah yang telah dipanen harus diolah pada hari panen atau maksimal 8 jam setelah pemanenan, agar didapatkan rendemen dan mutu CPO yang tinggi dengan nilai asam lemak bebas (ALB) rendah.
2. Alat angkut utama dalam pengangkutan produksi TBS dari kebun inti Kertajaya adalah truk. Jumlah truk yang dimiliki saat sekarang sebanyak 12 buah dengan kapasitas masing-masing truk sebanyak 5 ton TBS/trip. Pengangkutan oleh truk selama delapan jam yang dimulai pukul 07.00 pagi dan berakhir pukul 15.00 sore dengan waktu istirahat 1 jam. Dari analisa biaya didapatkan biaya angkutan tiap kilogram TBS yang dibawa truk pabrik pada jarak dekat, sedang dan jauh masing-masing Rp 2,28/kg, Rp 4,2/kg dan Rp 6,08/kg. Biaya ini lebih rendah dari biaya sewa truk untuk pengangkutan produksi kebun pada masing-masing jarak tersebut yakni Rp 10/kg, Rp 12 /kg TBS dan Rp 19 /kg, sehingga penggunaan truk milik kebun lebih ekonomis dalam pengangkutan produksi TBS.
3. Faktor-faktor pembatas sistem pengangkutan TBS kelapa sawit di PKS Kertajaya yaitu produksi kebun, luas kebun, sumber daya, antrian di loading ramp, antrian di penimbangan dan kapasitas pabrik.
4. Peramalan produksi perlu dilakukan untuk melihat produksi harian tahun berikutnya sehingga kebutuhan truk untuk tahun mendatang dapat dioptimalkan. Metode

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

peramalan yang dipilih disesuaikan dengan pola data yang ada sehingga digunakan metode peramalan winter, karena data berpola musiman. Hasil peramalan semua sub kebun inti memperlihatkan pola data ramalan tidak berbeda dengan pola data yang asli dan didapatkan nilai MSE yang kecil serta nilai statistik U-Theil < 1 yang membuktikan metode peramalan yang digunakan cukup baik.

5. Jumlah truk yang optimal diperlukan tergantung dari waktu siklus angkutan dan jumlah produksi harian yang dihasilkan oleh kebun. Jumlah truk yang diperlukan untuk membawa produksi harian kebun Pakol sebanyak 2 truk. Untuk kebun Pasir awi sebanyak 1 truk, kebun Tangkeban sebanyak 2 truk, kebun Bojong Juruh sebanyak 1 truk, kebun Angrit 1 dan Angrit 2 masing-masing 1 truk. Total truk yang optimal diperlukan oleh kebun Kertajaya dalam pengangkutan produksi harian TBS yang dihasilkan dari seluruh kebun yang ada sebanyak 8 truk.
6. Prakiraan kebutuhan truk tahun 1997 di sub-sub kebun Kertajaya didasarkan pada ramalan produksi harian yang dihasilkan pada masing-masing kebun, sehingga didapatkan bahwa untuk tahun 1997 pada kebun Pakol diperlukan truk tiap hari produksi sebanyak 2 truk, sub kebun Pasir Awi sebanyak 1 truk, sub kebun Tangkeban sebanyak 2 truk, sub kebun Bojong Juruh sebanyak 2 truk, untuk sub kebun Angrit 1 dan Angrit 2 dibutuhkan masing-masing 1 truk. Total truk yang harus tersedia di kebun Kertajaya dalam mengangkut produksi harian tahun 1997 sebanyak 9 truk.
7. Analisa antrian di penimbangan menggunakan antrian tunggal pelayanan tunggal dengan batas antrian maksimum sebanyak 20 truk. Lama pelayanan penimbangan

2 menit/truk atau dengan laju pelayanan 30 truk/jam. Saat produksi harian rendah dengan laju kedatangan truk per hari (λ) = 12 truk per jam tidak menimbulkan antrian di penimbangan. Saat produksi harian tinggi (puncak) dengan laju kedatangan truk $\lambda = 23.75$ truk/jam, terjadi antrian (L_q) sebanyak 3 truk dengan waktu antrian (W_q) selama 8.22 menit. Antrian yang terjadi tidak melebihi dari jumlah yang diizinkan sehingga penggunaan 1 unit penimbangan dapat menangani setiap laju kedatangan yang ada.

8. Pada unit pembongkaran (loading ramp) jumlah server yang ada sebanyak 10 ($s = 10$). Lama pelayanan tiap sever 20 menit per truk atau dengan laju pelayanan (μ) adalah 3 truk/jam. Laju kedatangan truk maksimum dan minimum masing-masing sebesar 6 dan 11 truk per jam. Analisa antrian dilakukan untuk melihat jumlah server yang optimum dalam melayani truk yang datang. Dari analisa diperoleh jumlah fasilitas pelayanan yang optimal sebanyak 8 buah, dimana truk dapat dengan lancar membongkar muatannya tanpa harus antri, baik disaat produksi puncak maupun produksi rendah. Untuk server kurang dari 8 terjadi antrian dan untuk server lebih dari 8 terjadi fasilitas pelayanan mengganggu.
9. Faktor-faktor yang berpengaruh pada sistem pengangkutan TBS kelapa sawit di PKS Kertajaya yaitu produksi kebun, jarak dan luas kebun, antrian di loading ramp, antrian di penimbangan dan kapasitas pabrik.

B. SARAN

1. Dari jumlah alat timbang yang ada sebanyak dua buah, cukup dipergunakan satu alat timbang karena dengan satu alat timbangan telah dapat melayani penimbangan truk baik pada saat produksi rendah maupun produksi puncak.
2. Pada penimbangan tidak perlu adanya antrian bila dikelola kedatangan truk sesuai dengan tingkat pelayanan yang ada.
3. Pada unit loading ramp cukup optimal dipergunakan 8 buah server. Hal ini berguna untuk memperlancar proses pembongkaran dan mengurangi menganggurnya fasilitas pembongkaran.
4. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai sistem pengangkutan yang ada, untuk mengetahui jam-jam sibuk pelayanan di penimbangan dan di loading ramp sehingga dapat dilakukan penjadwalan kedatangan truk ke pabrik.



DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. 1984. Teknik dan Metode Peramalan. Edisi satu. FE - UI. Jakarta
- Biro Pusat Statistik. 1996. Statistik Indonesia Jilid I. Jakarta
- Buffa, E.S. 1983. Manajemen Produksi dan Operasi L. Penerbit Erlangga Jakarta.
- Budyanto, S. 1985. Optimasi Kegiatan Tebang Angkut Tebu Dengan Armada Truk di Pabrik Gula Ceper Baru, Klaten - Jateng. Skripsi. Fateta-IPB.
- Dirjen Perkebunan Departemen Pertanian . Statistik Perkebunan Indonesia. 1984 - 1989 (Jakarta 1989).
- Gillet, B.E. 1976. *Introduction to Operation Research. A Computer-Oriented Algorithmic Approach*. Tata Mc Graw Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.
- Gottfried, B.S. 1984. *Element of Stochastic Process Simulation*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Harsanto, T.D. 1990. Sistem Pengangkutan dan Pendayagunaan Fasilitas Pengangkutan di PG. Colomadu PTP XV-XVI, Surakarta. Skripsi. Fateta-IPB.
- Hartley, C.W.S. 1977. *The Oil Palm*. Longman, London.
- Hesc. H. dan R. Kuhlmann. 1982. *Market Prospects : Rubber, Palm Oil, Coconut and Cacao*. Germany Agency for Technical Cooperation (GTTZ), Eschborn, Hamburg.
- Hiller, F.S. dan G.J. Lieberman. 1980. *Introduction to Operation Research (third edition)*. Holdey-day Inc. San Francisco.
- Hunt, D. 1983. *Farm Power and Machinery Management*. Iowa State Univ., USA
- Ketaren, S. 1995. Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI press, Jakarta.
- Law, A.M. and Kelton, W.D. 1991. *Simulation Modeling and Analysis*. Mc Graw Hill International Edition. Sigapore.

- Lubis, A.U. 1992. Kelapa Sawit (*Elais quineensis Jacq*) di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat Bandar Kuala, Pematang Siantar - Sumatera Utara.
- Makridakis, S., S.C. Wheelwright dan V.E. Mc Gee. 1992. Metode dan Aplikasi Peramalan. *Terjemahan*. Jili I. Erlangga, Jakarta.
- Manetsch, T.J. dan G.L. Park. 1974. *System Analysis and Simulation with Applications to Economic and Social Sytem*. Departement of Electrical Engineering and Sytems Science, Michigan State University, East Lansing, Michigan.
- Penebar Swadaya . 1992. Kelapa Sawit : Usaha Budidaya, Pemanfaatan Hasil dan Aspek Pemasaran. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Satainton, R.S. 1983. *Operation Research and It's Management aplication*. Indonesia ED, PT Bina Aksara, Jakarta.
- Siagian. 1987. Penelitian Operasional. UI press, Jakarta.
- Siregar, P.K. 1989. Model Sistem Perencanaan Produksi Industri Minyak Sawit di PT Perkebunan Marihat Bandar Kuala, Pematang Siantar - Sumatera Utara.
- Soerjadi dan A. Moenandar. 1978. Suatu Gugusan Tentang Pola Rencana Operasi Panen, Pengangkutan dan Pengolahan Buah Kelapa Sawit. Berita Lembaga Pendidikan Perkebunan.
- Soetrisno, L. dan Winahyu, R. 1991. Kelapa Sawit : Kajian Sosial Ekonomi. Aditya Media, Yogyakarta.
- Sumilat, C.A.J. 1990. Tata Niaga Minyak Kelapa Sawit (CPO). Badan Penelitian dan Pengembangan Perdagangan, Dept. Perdagangan RI, Jakarta.
- Thierauf, R.J. dan R.C. Klekamp. 1975. *Decition Making Through Operation Research*. John Willey & Sons, New York.
- Vademecum. 1993. Vademecum Kelapa Sawit PT Perkebunan XI. PTP XI, Jawa Barat

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





LAMPIRAN

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 2. Produksi TBS (kg) sub kebun Kertajaya per bulan (1990 - 1996)

a) Tahun 1990

Bulan	Pakol	Pasir Awi	Tangkeban	Bojong Juruh	Angrit I	Angrit II	Total
Januari	255.180	155.700	197.340	201.840	92.600	139.840	1.042.500
Februari	269.970	172.590	181.590	222.040	130.320	163.540	1.140.050
Maret	496.370	223.150	365.210	382.960	187.250	236.160	1.891.100
April	359.820	197.060	223.630	210.380	61.300	206.180	1.258.370
Mei	971.490	440.700	435.740	580.270	344.540	271.900	3.044.640
Juni	706.020	419.880	479.220	639.660	385.400	477.770	3.107.950
Juli	820.900	205.980	413.400	336.690	295.210	391.340	2.463.520
Agustus	597.240	201.110	399.780	302.360	138.310	274.690	1.913.490
September	465.710	244.280	282.580	358.850	202.480	232.750	1.786.650
Oktober	483.440	256.330	390.790	351.590	224.240	205.550	1.911.940
November	678.540	332.330	412.280	387.800	245.060	284.990	2.341.000
Desember	609.770	301.160	350.340	365.750	315.250	208.610	2.150.880

b) tahun 1991

Bulan	Pakol	Pasir Awi	Tangkeban	Bojong Juruh	Angrit I	Angrit II	Total
Januari	741.920	329.120	406.680	354.580	219.800	235.540	2.052.100
Februari	649.160	260.290	351.240	345.440	160.130	246.080	1.766.260
Maret	709.100	275.520	419.910	397.240	210.470	255.280	1.912.240
April	599.890	231.630	295.110	240.050	119.470	295.930	1.486.150
Mei	854.720	376.990	583.740	595.820	429.350	377.420	2.840.620
Juni	747.310	328.890	444.290	522.030	285.590	380.280	2.328.110
Juli	777.000	257.000	453.340	439.250	232.430	352.530	2.159.020
Agustus	424.990	173.160	220.370	263.460	116.870	192.620	1.198.850
September	406.270	168.570	237.460	257.650	129.420	205.850	1.199.370
Oktober	458.970	213.600	291.460	346.790	170.790	273.420	1.481.610
November	738.210	327.160	491.580	480.720	280.460	327.700	2.318.130
Desember	784.960	331.060	424.290	501.570	240.080	414.780	2.281.960

c) Tahun 1992

Bulan	Pakol	Pasir Awi	Tangkeban	Bojong Juruh	Angrit I	Angrit II	Total
Januari	640.080	279.580	425.250	407.520	203.920	267.140	2.223.490
Februari	622.000	199.880	291.370	360.210	192.370	256.020	1.921.850
Maret	499.130	140.750	266.390	290.050	161.120	197.800	1.555.240
April	598.910	190.630	305.190	382.480	192.400	253.080	1.922.690
Mei	501.620	149.450	246.400	310.250	151.130	211.530	1.570.380
Juni	463.730	136.350	255.990	277.820	120.890	199.610	1.454.390
Juli	258.580	78.540	170.820	210.480	82.330	102.800	903.550
Agustus	214.410	64.610	90.340	124.780	63.900	99.420	657.460
September	552.860	200.940	272.350	324.250	188.280	274.480	1.813.160
Oktober	843.580	362.790	451.180	522.490	256.750	438.870	2.875.660
November	936.190	404.700	391.930	501.710	336.760	417.940	2.989.230
Desember	936.770	457.210	485.440	547.880	311.200	414.010	3.152.510

Lampiran 2. Lanjutan

d) Tahun 1994

Bulan	Pakol	Pasir Awi	Tangeban	Bojong Juruh	Angrit I	Angrit II	Total
Januari	609.090	263.476	364.992	376.826	52.026	432.060	2.098.470
Februari	883.590	359.403	497.879	514.021	211.274	384.840	2.851.007
Maret	528.910	246.160	341.010	352.066	144.707	333.030	1.945.883
April	823.350	370.052	512.631	529.251	217.534	393.090	2.845.908
Mei	795.710	298.641	413.705	427.118	175.555	342.860	2.453.589
Juni	651.560	251.890	348.941	360.255	148.072	275.200	2.035.918
Juli	539.320	207.169	286.990	296.295	121.784	242.090	1.693.648
Agustus	492.450	152.702	211.537	218.395	89.765	185.640	1.350.489
September	366.330	129.631	179.576	185.399	176.203	162.900	1.200.039
Oktober	296.280	90.628	125.547	129.617	53.275	118.010	813.357
November	254.900	103.221	142.991	147.628	60.678	157.430	866.848
Desember	265.480	158.282	219.266	226.376	93.045	229.871	1.192.320

e) Tahun 1995

Bulan	Pakol	Pasir Awi	Tangeban	Bojong Juruh	Angrit I	Angrit II	Total
Januari	358080	217280	218600	287050	158790	243050	1482850
Februari	431940	217120	256850	340050	164940	275720	1686620
Maret	596250	252050	320040	433470	189150	251240	2042200
April	630140	353270	348210	478830	268230	511210	2589890
Mei	672050	430860	383290	594090	314700	392340	2787330
Juni	727720	477030	397020	496030	261080	375140	2734020
Juli	937030	456990	508360	641040	418440	420930	3382790
Agustus	838460	265170	389190	453960	244930	382870	2574580
September	660160	270970	370830	289990	193560	386500	2172010
Oktober	675670	203130	363170	301310	133980	337620	2014880
November	589400	292450	353250	390840	175590	315770	2117300
Desember	655980	305110	379210	408060	187150	281980	2217490

f) Tahun 1996

Bulan	Pakol	Pasir Awi	Tangeban	Bojong Juruh	Angrit I	Angrit II	Total
Januari	551080	197930	304570	323980	162790	239830	1780180
Februari	361890	112350	191920	257590	111530	169920	1205200
Maret	327010	112170	153650	204030	115120	137830	1049810
April	373930	112520	164730	212780	96330	163480	1123770
Mei	317940	106790	128120	175820	93540	116270	938480
Juni	257810	69310	114170	174850	75310	115220	806670
Juli	126930	51100	52070	124200	54200	78240	486740
Agustus	128910	57880	65160	118480	56040	102580	529050
September	698660	172320	316380	416160	276130	430060	2309710
Oktober	732070	501170	337940	509940	207610	389570	2678300
November	713640	148850	125190	365290	160660	217000	1730630
Desember	1006430	463750	327640	669770	441590	365740	3274920

Lampiran 2. Lanjutan

g) Tahun 1996

Bulan	Pakel	Pasir Awi	Tangeban	Bojong Juruh	Angrit I	Angrit II	Total
Januari	693830	282480	307560	426770	195840	384100	2290580
Februari	361000	165910	169700	284010	135670	153070	1269360
Maret	830390	353070	396770	504850	199000	406000	2690080
April	649000	330000	457000	473400	223780	413110	2546290
Mei	726540	325140	393690	521270	280580	418860	2666080
Juni	654810	260860	374260	364280	234650	354970	2243830
Juli	632280	195870	306400	229630	156870	235410	1756460
Agustus	353160	170190	188170	242380	121330	148170	1223400
September	517070	139070	177940	192490	105600	120970	1253140
Oktber	587340	184630	312010	193440	121680	175250	1574350
November							
Desember							

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPIB University.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPIB University.

Lampiran 3. Analisis Ekonomi Alat Angkut Truk

Data dan Asumsi yang Digunakan.

Harga Baru	: Rp 42.000.000,00
Umur Ekonomis	: 5 tahun
Penyusutan	: 20 %
Harga Sisa	: 10% dari harga dasar = $0.1 * 42.000.000,- = \text{Rp } 4.200.000,-$
Pajak	: 10 % / tahun
Biaya KIR	: Rp 350.000/tahun
Bunga modal	: 5 %/tahun
Bahan Bakar	: 20 liter /hari
Harga Bahan Bakar	: Rp 430/liter
Pelumas	: 10 liter/bulan/truk
Onderdil	: Rp 500.000,- /bulan
Biaya Ban	: Rp 450.000/bulan
Upah Supir	: 4425 Rp/hari
Upah Pemuat	: 4425 Rp/hari (2 orang pemuat)
Jam Kerja, hari kerja	: 8 jam/hari, 22 hari/bulan
Target angkutan	: 8000 kg/hari = 1000 kg/jam
Kecepatan rata-rata	: 17,5 km/jam
Jarak angkutan	: dekat = 6.1 km, sedang = 11.2 km, jauh = 16.2 km

Perhitungan :

1. Biaya Tetap

a. Biaya Penyusutan :

$$D = \frac{P - S}{n} = \frac{42.000.000 - 4.200.000}{5} = \text{Rp } 7.560.000/\text{tahun}$$

b. Biaya bunga modal dan asuransi :

$$I = \frac{IP(N+1)}{2N} = \frac{0.05 * 42.000.000 * (5+1)}{2(5)} = \text{Rp } 1.260.000/\text{tahun}$$

Lampiran 3. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 \text{c. Pajak} &:= i . P &= 10\% \times 42.000.000 \\
 & &= \text{Rp } 4.200.000/\text{tahun} \\
 \text{d. Biaya balik nama kendaraan} &= \text{Rp } 350.000/\text{tahun} \\
 \text{Total Biaya Tetap} &= 7.560.000 + 1.260.000 + 4.200.000 + 350.000 \\
 &= \text{Rp } 13.370.000, /\text{tahun}
 \end{aligned}$$

2. Biaya Tidak Tetap

$$\begin{aligned}
 \text{a. Biaya operator (1 sopir + 2 pemuat + 1 knek)} & \\
 &= 4 \times \text{Rp } 4425 &= \text{Rp } 17.700, /\text{hari} \\
 &= \frac{\text{Rp } 17.700/\text{hari}}{8 \text{ jam/hari}} &= \text{Rp } 2212,5/\text{jam} \\
 \text{b. Biaya bahan bakar} &= 20 \text{ liter/hari} \times \text{Rp } 430/\text{liter} \\
 &= \frac{\text{Rp } 8600 \text{ liter/ hari}}{8 \text{ jam/hari}} &= \text{Rp } 1075/\text{jam} \\
 \text{c. Biaya Pelumas} &= 10 \text{ liter/bulan} \times \text{Rp } 5000/\text{liter} \\
 &= \text{Rp } 50.000,-/\text{bulan} \\
 &= \frac{\text{Rp } 50.000/\text{bulan}}{22 \text{ hari/bulan} \times 8 \text{ jam/hari}} &= \text{Rp } 284,09/\text{jam} \\
 \text{d. Biaya Onderdil + perbaikan} &= \text{Rp } 750.000/\text{bulan} \\
 &= \frac{\text{Rp } 750.000/\text{bulan}}{22 \text{ hari/bulan} \times 8 \text{ jam/hari}} &= \text{Rp } 4261,36 / \text{jam} \\
 \text{e. Biaya Ban} &= \frac{\text{Rp } 450.000/\text{bulan}}{22 \text{ hari/bulan} \times 8 \text{ jam/hari}} &= \text{Rp } 2556,8/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya Tidak Tetap} &= 2212,5 + 1075 + 284,09 + 4261,36 + 2556,8 \\
 &= \text{Rp } 10089,75 /\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Total} &= \text{BT/JK} + \text{BTT} \\
 &= \frac{\text{Rp } 13370000, /\text{tahun}}{2112 \text{ jam/tahun}} + \text{Rp } 10089,75 /\text{jam} \\
 &= \text{Rp } 16420,44 /\text{jam}
 \end{aligned}$$

@Hak Cipta milik IPB University

IPB University

Lampiran 3. Lanjutan

Biaya Angkutan Untuk Jarak Dekat :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \frac{\text{Rp } 16420,24/\text{jam}}{17,5 \text{ km/jam}} \times (2 \times 6,2 \text{ km}) = \text{Rp } 11447,25/\text{trip} \\ &= \frac{\text{Rp } 11447,25}{5000 \text{ kg}} = \text{Rp } 2,28/\text{kg} \end{aligned}$$

Biaya Angkutan Untuk Jarak Sedang :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \frac{\text{Rp } 16420,24/\text{jam}}{17,5 \text{ km/jam}} \times (2 \times 11,2 \text{ km}) = \text{Rp } 21017,9/\text{trip} \\ &= \frac{\text{Rp } 21017,9}{5000 \text{ kg}} = \text{Rp } 4,2/\text{kg} \end{aligned}$$

Biaya Angkutan Untuk Jarak Jauh :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \frac{\text{Rp } 16420,24/\text{jam}}{17,5 \text{ km/jam}} \times (2 \times 16,2 \text{ km}) = \text{Rp } 30400,9 \\ &= \frac{\text{Rp } 30400,9}{5000 \text{ kg}} = \text{Rp } 6,08/\text{kg} \end{aligned}$$

@Halqia miik IPB Unrsvity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 4. Peramalan Produksi TBS kelapa sawit dari Sub Kebun Inti Kertajaya dengan Metode Pemulusan Ekponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter

Pakol			Pasir Awi			Tangkeban		
Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)	Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)	Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)
Jan-94	358080		Jan-94	217280		Jan-94	218600	
Feb-94	431940		Feb-94	217120		Feb-94	256850	
Mar-94	596250		Mar-94	252050		Mar-94	320040	
Apr-94	630140		Apr-94	353270		Apr-94	348210	
May-94	672050		May-94	430860		May-94	383290	
Jun-94	727720		Jun-94	477030		Jun-94	397020	
Jul-94	937030		Jul-94	456990		Jul-94	508360	
Aug-94	838460		Aug-94	265170		Aug-94	389190	
Sep-94	660160		Sep-94	270970		Sep-94	370830	
Oct-94	675670		Oct-94	203130		Oct-94	363170	
Nov-94	589400		Nov-94	292450		Nov-94	353250	
Dec-94	655980		Dec-94	305110		Dec-94	379210	
Jan-95	551080		Jan-95	197930		Jan-95	304570	
Feb-95	361890		Feb-95	112350		Feb-95	191920	
Mar-95	327010		Mar-95	112170		Mar-95	153650	
Apr-95	373930		Apr-95	112520		Apr-95	164730	
May-95	317940		May-95	106790		May-95	128120	
Jun-95	257810		Jun-95	69310		Jun-95	114170	
Jul-95	126930	358080	Jul-95	51100	217280	Jul-95	52070	218600
Aug-95	128910	417302	Aug-95	57880	208402	Aug-95	65160	195214
Sep-95	698660	554181	Sep-95	172320	232274	Sep-95	316380	188538
Oct-95	732070	591627	Oct-95	501170	319853	Oct-95	337940	242324
Nov-95	713640	637040	Nov-95	148850	399886	Nov-95	125190	294896
Dec-95	1006430	692622	Dec-95	463750	426735	Dec-95	327640	246549
Jan-96	693830	911331	Jan-96	282480	408652	Jan-96	307560	340492
Feb-96	361000	804612	Feb-96	165910	232160	Feb-96	169700	247871
Mar-96	830390	614290	Mar-96	353070	232353	Mar-96	396770	207724
Apr-96	649000	638537	Apr-96	330000	177808	Apr-96	457000	255770
May-96	726540	556402	May-96	325140	266204	May-96	393690	307321
Jun-96	654810	628013	Jun-96	260860	280179	Jun-96	374260	358916
Jul-96	632280	528171	Jul-96	195870	180694	Jul-96	306400	293113
Aug-96	353160	350081	Aug-96	170190	102771	Aug-96	188170	188059
Sep-96	517070	316319	Sep-96	139070	105915	Sep-96	177940	151265
Oct-96		373575	Oct-96		107934	Oct-96		171910
Nov-96		317972	Nov-96		102462	Nov-96		134605
Dec-96		258107	Dec-96		66517	Dec-96		120751
Jan-97		347497	Jan-97		200696	Jan-97		224692
Feb-97		418609	Feb-97		201050	Feb-97		267242
Mar-97		606133	Mar-97		239060	Mar-97		352041
Apr-97		640569	Apr-97		348244	Apr-97		382736
May-97		680188	May-97		401246	May-97		408651
Jun-97		748566	Jun-97		460343	Jun-97		441216
Jul-97		934147	Jul-97		432763	Jul-97		560703
Aug-97		823666	Aug-97		251464	Aug-97		428214
Sep-97		678108	Sep-97		266878	Sep-97		426054
Oct-97		684068	Oct-97		203028	Oct-97		418746
Nov-97		605419	Nov-97		284329	Nov-97		404550
Dec-97		666338	Dec-97		292688	Dec-97		433680

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPIB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPIB University.

Lampiran 4. Lanjutan

Bojong Juruh

Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)
Jan-94	287050	
Feb-94	340050	
Mar-94	433470	
Apr-94	478830	
May-94	594090	
Jun-94	496030	
Jul-94	641040	
Aug-94	453960	
Sep-94	289990	
Oct-94	301310	
Nov-94	390840	
Dec-94	408060	
Jan-95	323980	
Feb-95	257590	
Mar-95	204030	
Apr-95	212780	
May-95	175820	
Jun-95	174850	
Jul-95	124200	287050
Aug-95	118480	329922
Sep-95	416160	405794
Oct-95	509940	447436
Nov-95	565290	557480
Dec-95	669770	464522
Jan-96	426770	612609
Feb-96	284010	426227
Mar-96	504850	266854
Apr-96	473400	289341
May-96	521270	387468
Jun-96	564280	412099
Jul-96	229630	333986
Aug-96	242380	261792
Sep-96	192490	206864
Oct-96		215235
Nov-96		178054
Dec-96		177277
Jan-97		283289
Feb-97		334697
Mar-97		441542
Apr-97		490930
May-97		606214
Jun-97		516795
Jul-97		645601
Aug-97		457023
Sep-97		309116
Oct-97		318067
Nov-97		407765
Dec-97		426677

Angrit 1

Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)
Jan-94	219800	
Feb-94	160130	
Mar-94	210470	
Apr-94	119470	
May-94	429350	
Jun-94	285590	
Jul-94	232430	
Aug-94	116870	
Sep-94	129420	
Oct-94	170790	
Nov-94	280460	
Dec-94	240080	
Jan-95	203920	
Feb-95	192370	
Mar-95	161120	
Apr-95	192400	
May-95	151130	
Jun-95	120890	
Jul-95	82330	219800
Aug-95	63900	154872
Sep-95	188280	196953
Oct-95	256750	111182
Nov-95	336760	425705
Dec-95	311200	280048
Jan-96	195840	229120
Feb-96	135670	114294
Mar-96	199000	127727
Apr-96	223780	173462
May-96	280580	289519
Jun-96	234650	247895
Jul-96	156870	210344
Aug-96	121330	196111
Sep-96	105600	161135
Oct-96		188952
Nov-96		148303
Dec-96		118535
Jan-97		208742
Feb-97		152254
Mar-97		205445
Apr-97		123585
May-97		415105
Jun-97		280154
Jul-97		225057
Aug-97		114866
Sep-97		129239
Oct-97		168387
Nov-97		272189
Dec-97		232562

Angrit2

Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)
Jan-94	158790	
Feb-94	164940	
Mar-94	189150	
Apr-94	268230	
May-94	314700	
Jun-94	261080	
Jul-94	418440	
Aug-94	244930	
Sep-94	193560	
Oct-94	133980	
Nov-94	175590	
Dec-94	187150	
Jan-95	162790	
Feb-95	111530	
Mar-95	111520	
Apr-95	96330	
May-95	93540	
Jun-95	75310	
Jul-95	54200	158790
Aug-95	56040	156792
Sep-95	276130	168026
Oct-95	207610	241259
Nov-95	160660	274604
Dec-95	441590	215351
Jan-96	195840	359943
Feb-96	135670	201532
Mar-96	199000	151919
Apr-96	223780	104318
May-96	280580	145224
Jun-96	234650	166329
Jul-96	156870	152904
Aug-96	121330	108560
Sep-96	105600	113174
Oct-96		100711
Nov-96		100979
Dec-96		83863
Jan-97		176333
Feb-97		188755
Mar-97		236757
Apr-97		332981
May-97		395874
Jun-97		360369
Jul-97		553139
Aug-97		334094
Sep-97		278830
Oct-97		204829
Nov-97		272337
Dec-97		290303

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 5. Peramalan Produksi TBS Kelapa Sawit Kebun Inti Seinduk dan Kebun Plasma dengan Metode Pemulusan Ekponensial Tripel Kecenderungan dan Musiman dari Winter

@Hak cipta milik IPB University

Sanghayang Damar

Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)
Jan-95	250030	
Feb-95	159030	
Mar-95	178400	
Apr-95	216540	
May-95	327120	
Jun-95	226950	
Jul-95	147160	
Aug-95	200220	
Sep-95	418410	
Oct-95	545530	250030
Nov-95	133340	168897
Dec-95	147760	187902
Jan-96	226034	226034
Feb-96	342063	342063
Mar-96	267400	237733
Apr-96	268930	155432
May-96	312540	220014
Jun-96	339790	471636
Jul-96	230010	293800
Aug-96	203700	174369
Sep-96	232560	197984
Oct-96		245962
Nov-96		373139
Dec-96		261499
Jan-97		174941
Feb-97		235798
Mar-97		478778
Apr-97		303450
May-97		185566
Jun-97		209054
Jul-97		255327
Aug-97		387286
Sep-97		271372
Oct-97		181518
Nov-97		244626
Dec-97		496629

Bojong Datar

Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)
Jan-95	426450	
Feb-95	367550	
Mar-95	398740	
Apr-95	515830	
May-95	441050	
Jun-95	350250	
Jul-95	175750	
Aug-95	258260	
Sep-95	596380	
Oct-95	595560	426450
Nov-95	218220	375202
Dec-95	128010	398496
Jan-96	497104	497104
Feb-96	424257	424257
Mar-96	336294	336294
Apr-96	122460	168435
May-96	269700	243507
Jun-96	215070	564040
Jul-96	183670	396488
Aug-96	138250	318146
Sep-96	136340	328555
Oct-96		423053
Nov-96		358478
Dec-96		282101
Jan-97		138417
Feb-97		205248
Mar-97		453012
Apr-97		328208
May-97		269131
Jun-97		285026
Jul-97		388902
Aug-97		329278
Sep-97		258912
Oct-97		126934
Nov-97		188062
Dec-97		414725

Bantar Jaya

Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)
Jan-95	919720	
Feb-95	807880	
Mar-95	648030	
Apr-95	949840	
May-95	1041660	
Jun-95	849870	
Jul-95	557030	
Aug-95	713790	
Sep-95	1552100	
Oct-95	1619240	919720
Nov-95	818330	840139
Dec-95	394130	674220
Jan-96	968416	968416
Feb-96	1062817	1062817
Mar-96	867772	867772
Apr-96	729901	569183
May-96	917080	740713
Jun-96	1077670	1633066
Jul-96	842030	985489
Aug-96	788480	830085
Sep-96	899620	652033
Oct-96		995463
Nov-96		1093430
Dec-96		893525
Jan-97		594329
Feb-97		761249
Mar-97		1612642
Apr-97		999949
May-97		853013
Jun-97		685867
Jul-97		1009713
Aug-97		1109057
Sep-97		906275
Oct-97		602796
Nov-97		772077
Dec-97		1635545

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 5. Lanjutan

Kertaraharja Lebak (KRAL)		
Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)
Jan-95	2141820	
Feb-95	2050000	
Mar-95	1944430	
Apr-95	2149230	
May-95	1920810	
Jun-95	1410640	
Jul-95	1268540	
Aug-95	1512920	
Sep-95	2474610	
Oct-95	2789310	2141820
Nov-95	3121050	2082536
Dec-95	2662070	2028474
Jan-96	3012795	2283240
Feb-96	2725884	2080257
Mar-96	2115720	1557829
Apr-96	2919560	1432982
May-96	3049220	1810465
Jun-96	2777510	3088560
Jul-96	1493390	2719474
Aug-96	1305260	2585090
Sep-96	2145870	2385680
Oct-96		2639686
Nov-96		2371676
Dec-96		1755472
Jan-97		1634637
Feb-97		1931649
Mar-97		3065596
Apr-97		2659359
May-97		2576265
Jun-97		2484866
Jul-97		2775861
Aug-97		2493328
Sep-97		1845006
Oct-97		1717538
Nov-97		2029065
Dec-97		3219337

Kertaraharja Pandeglang (KRAP)		
Periode (bulan)	Aktual (kg)	Ramalan (kg)
Jan-95	1263390	
Feb-95	1050000	
Mar-95	868240	
Apr-95	921930	
May-95	896980	
Jun-95	1277330	
Jul-95	970140	
Aug-95	810120	
Sep-95	1691390	
Oct-95	1878600	1263390
Nov-95	2349750	1076843
Dec-95	2472020	946753
Jan-96	1797306	1094243
Feb-96	1787904	1108291
Mar-96	767380	1642525
Apr-96	1035490	1224681
May-96	1358100	1023072
Jun-96	1085280	2190040
Jul-96	787100	1643061
Aug-96	854950	1378386
Sep-96	1583830	1143369
Oct-96		1197367
Nov-96		1170848
Dec-96		1589277
Jan-97		1237813
Feb-97		1063848
Mar-97		2147050
Apr-97		1648626
May-97		1429778
Jun-97		1254334
Jul-97		1265586
Aug-97		1237136
Sep-97		1678693
Oct-97		1307023
Nov-97		1122963
Dec-97		2265623

Lampiran 6. Keluaran Program Penentuan Kebutuhan Kendaraan Rata-rata

Sub Kebun Pakol			
Kapasitas Truk	=	5000	
Jam Kerja Truk /hari	=	8	
Waktu Siklus	=	2.270043 jam	
Bulan	Produksi/hari	Jumlah Trip/hari	Jumlah alat angkut
1	24995.18	5	2
2	23243.82	5	2
3	25890.64	5	2
4	26201.54	5	2
5	31429.04	6	2
6	27330.91	6	2
7	26571.68	6	2
8	19802.73	4	2
9	23812.09	5	2
10	26476.32	6	2
11	28550.23	6	2
12	31100.50	5	2
Sub Kebun Pasir Awi			
Kapasitas Truk	=	5000	
Jam Kerja Truk /hari	=	8	
Waktu Siklus	=	1.72171 jam	
Bulan	Produksi/hari	Jumlah Trip/hari	Jumlah alat angkut
1	11204.95	2	1
2	9659.36	2	1
3	10408.23	2	1
4	11591.95	2	1
5	13821.91	2	1
6	12624.73	2	1
7	9432.77	2	1
8	7044.32	2	1
9	8068.95	2	1
10	11768.05	2	1
11	11515.18	2	1
12	9601.18	2	1
Sub Kebun Tangkeban			
Kapasitas Truk	=	5000	
Jam Kerja Truk /hari	=	8	
Waktu Siklus	=	2.80671 jam	
Bulan	Produksi/hari	Jumlah Trip/hari	Jumlah alat angkut
1	14441.77	3	2
2	13470.32	3	2
3	14207.55	3	2
4	14725.32	3	2
5	17165.41	4	2
6	15612.36	3	2
7	14782.77	3	2
8	10682.00	2	1
9	10747.45	2	2
10	13592.64	3	2
11	14302.00	3	2
12	15138.59	3	2

Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 6. Lanjutan

Sub Kebun Bojong Juruh			
Kapasitas Truk	=	5000	
Jam Kerja Truk /hari	=	8	
Waktu Siklus	=	2.223377 jam	

Bulan	Produksi/hari	JumlahTrip/hari	Jumlah alat angkut
1	15445.23	3	1
2	15086.77	3	1
3	16653.68	4	2
4	16410.18	3	1
5	20809.32	4	2
6	18408.59	4	2
7	14789.50	3	1
8	11193.59	2	1
9	13148.00	3	1
10	15293.36	3	1
11	14766.14	3	1
12	17658.50	4	2

Sub Kebun Angrit1			
Kapasitas Truk	=	5000	
Jam Kerja Truk /hari	=	8	
Waktu Siklus	=	1.103377 jam	

Bulan	Produksi/hari	JumlahTrip/hari	Jumlah alat angkut
1	7050.41	2	1
2	7183.32	2	1
3	7836.45	2	1
4	7656.14	2	1
5	11619.45	3	1
6	9811.64	2	1
7	8839.36	2	1
8	5397.05	1	1
9	8257.64	2	1
10	7586.55	2	1
11	8931.23	2	1
12	11057.18	2	1

Sub Kebun Angrit2			
Kapasitas Truk	=	5000	
Jam Kerja Truk /hari	=	8	
Waktu Siklus	=	1.628377 jam	

Bulan	Produksi/hari	JumlahTrip/hari	Jumlah alat angkut
1	12607.55	3	1
2	10709.05	2	1
3	11800.91	3	1
4	14520.00	3	1
5	13838.82	3	1
6	14172.27	3	1
7	11839.86	3	1
8	8999.95	2	1
9	11774.68	3	1
10	12586.32	3	1
11	12136.09	3	1
12	13393.82	3	1

Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 7. Keluaran Program Prakiraan Kebutuhan Kendaraan tahun 1997

Sub Kebun Pakol			
Kapasitas Truk	=	5000	
Jam Kerja Truk /hari	=	8	
Waktu Siklus	=	2.270043 jam	

Bulan	Produksi/hari	JumlahTrip/hari	Jumlah alat angkut
1	15795.32	3	2
2	19027.68	4	2
3	27551.50	6	2
4	29116.77	6	2
5	30917.64	6	2
6	34025.73	7	2
7	42461.23	9	2
8	37439.36	8	2
9	30823.09	6	2
10	31094.00	6	2
11	27519.04	6	2
12	30288.09	6	2

Sub Kebun Pasir Awi			
Kapasitas Truk	=	5000	
Jam Kerja Truk /hari	=	8	
Waktu Siklus	=	1.72171 jam	

Bulan	Produksi/hari	JumlahTrip/hari	Jumlah alat angkut
1	9122.55	2	1
2	9138.64	2	1
3	10866.36	2	1
4	15829.27	3	1
5	18238.46	4	1
6	20924.68	4	1
7	19671.04	4	1
8	11430.18	2	1
9	12130.82	3	1
10	9228.55	2	1
11	12924.05	3	1
12	13304.00	3	1

Sub Kebun Tangkeban			
Kapasitas Truk	=	5000	
Jam Kerja Truk /hari	=	8	
Waktu Siklus	=	2.80671 jam	

Bulan	Produksi/hari	JumlahTrip/hari	Jumlah alat angkut
1	10213.27	2	1
2	12147.36	3	1
3	16001.86	4	2
4	17397.09	4	2
5	18575.04	4	2
6	20055.27	4	2
7	25486.50	5	2
8	19464.27	4	2
9	19366.09	4	2
10	19033.91	4	2
11	18388.64	4	2
12	19712.73	4	2

Lampiran 7. Lanjutan

Sub Kebun Bojong Juruh	
Kapasitas Truk	= 5000
Jam Kerja Truk /hari	= 8
Waktu Siklus	= 2.223377 jam

Bulan	Produksi/hari	JumlahTrip/hari	Jumlah alat angkut
1	12876.77	3	1
2	15213.50	3	1
3	20070.09	4	2
4	22315.00	5	2
5	27555.18	6	2
6	23490.68	5	2
7	29345.50	6	2
8	20773.77	4	2
9	14050.73	3	1
10	14457.59	3	1
11	18534.77	4	2
12	19394.41	4	2

Sub Kebun Angrit1	
Kapasitas Truk	= 5000
Jam Kerja Truk /hari	= 8
Waktu Siklus	= 1.103377 jam

Bulan	Produksi/hari	JumlahTrip/hari	Jumlah alat angkut
1	9488.27	2	1
2	6920.64	2	1
3	9338.41	2	1
4	5617.50	1	1
5	18868.41	4	1
6	12734.27	3	1
7	10229.86	2	1
8	5221.18	1	1
9	5874.50	1	1
10	7653.95	2	1
11	12372.23	3	1
12	10571.00	2	1

Sub Kebun Angrit2	
Kapasitas Truk	= 5000
Jam Kerja Truk /hari	= 8
Waktu Siklus	= 1.628377 jam

Bulan	Produksi/hari	JumlahTrip/hari	Jumlah alat angkut
1	8015.14	2	1
2	8579.77	2	1
3	10761.68	2	1
4	15135.50	3	1
5	17994.27	4	1
6	16380.41	3	1
7	25142.68	5	2
8	15186.09	3	1
9	12674.09	3	1
10	9310.41	2	1
11	12378.95	3	1
12	13195.59	3	1

Lampiran 8. Hasil perhitungan penggunaan teori antrian pada unit penimbangan untuk berbagai jam kerja tiap bulan pada PKS Kertajaya

Januari								
waktu	trip/hari	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	96	16.00	30	0.249	0.610	0.038	1.143	0.071
7	96	13.71	30	0.248	0.385	0.028	0.842	0.061
8	96	12.00	30	0.240	0.267	0.022	0.667	0.056
9	96	10.67	30	0.229	0.196	0.018	0.552	0.052
10	96	9.60	30	0.218	0.151	0.016	0.471	0.049
11	96	8.73	30	0.206	0.119	0.014	0.410	0.047
12	96	8.00	30	0.196	0.097	0.012	0.364	0.045

Februari								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	106	17.67	30	0.242	0.844	0.048	1.432	0.081
7	106	15.14	30	0.250	0.514	0.034	1.019	0.067
8	106	13.25	30	0.247	0.349	0.026	0.791	0.060
9	106	11.78	30	0.238	0.254	0.022	0.646	0.055
10	106	10.60	30	0.228	0.193	0.018	0.546	0.052
11	106	9.64	30	0.218	0.152	0.016	0.473	0.049
12	106	8.83	30	0.208	0.123	0.014	0.417	0.047

Maret								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	180	30.00	30	0.000	-	-	-	-
7	180	25.71	30	0.122	5.143	0.200	6.000	0.233
8	180	22.50	30	0.188	2.250	0.100	3.000	0.133
9	180	20.00	30	0.222	1.333	0.067	2.000	0.100
10	180	18.00	30	0.240	0.900	0.050	1.500	0.083
11	180	16.36	30	0.248	0.655	0.040	1.200	0.073
12	180	15.00	30	0.250	0.500	0.033	1.000	0.067

April								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	150	25.00	30	0.139	4.167	0.167	5.000	0.200
7	150	21.43	30	0.204	1.786	0.083	2.500	0.117
8	150	18.75	30	0.234	1.042	0.056	1.667	0.089
9	150	16.67	30	0.247	0.694	0.042	1.250	0.075
10	150	15.00	30	0.250	0.500	0.033	1.000	0.067
11	150	13.64	30	0.248	0.379	0.028	0.833	0.061
12	150	12.50	30	0.243	0.298	0.024	0.714	0.057

Mei								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	150	25.00	30	0.139	4.167	0.167	5.000	0.200
7	150	21.43	30	0.204	1.786	0.083	2.500	0.117
8	150	18.75	30	0.234	1.042	0.056	1.667	0.089
9	150	16.67	30	0.247	0.694	0.042	1.250	0.075
10	150	15.00	30	0.250	0.500	0.033	1.000	0.067
11	150	13.64	30	0.248	0.379	0.028	0.833	0.061
12	150	12.50	30	0.243	0.298	0.024	0.714	0.057

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Lampiran 8. Lanjutan

Juni								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	140	23.33	30	0.173	2.722	0.117	3.500	0.150
7	140	20.00	30	0.222	1.333	0.067	2.000	0.100
8	140	17.50	30	0.243	0.817	0.047	1.400	0.080
9	140	15.56	30	0.250	0.558	0.036	1.077	0.069
10	140	14.00	30	0.249	0.408	0.029	0.875	0.063
11	140	12.73	30	0.244	0.313	0.025	0.737	0.058
12	140	11.67	30	0.238	0.247	0.021	0.636	0.055

Juli								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	164	27.33	30	0.081	9.339	0.342	10.250	0.375
7	164	23.43	30	0.171	2.784	0.119	3.565	0.152
8	164	20.50	30	0.216	1.475	0.072	2.158	0.105
9	164	18.22	30	0.238	0.940	0.052	1.547	0.085
10	164	16.40	30	0.248	0.659	0.040	1.206	0.074
11	164	14.91	30	0.250	0.491	0.033	0.988	0.066
12	164	13.67	30	0.248	0.381	0.028	0.837	0.061

Agustus								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	146	24.33	30	0.153	3.483	0.143	4.294	0.176
7	146	20.86	30	0.212	1.586	0.076	2.281	0.109
8	146	18.25	30	0.238	0.945	0.052	1.553	0.085
9	146	16.22	30	0.248	0.637	0.039	1.177	0.073
10	146	14.60	30	0.250	0.461	0.032	0.948	0.065
11	146	13.27	30	0.247	0.351	0.026	0.793	0.060
12	146	12.17	30	0.241	0.277	0.023	0.682	0.056

September								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	128	21.33	30	0.205	1.750	0.082	2.462	0.115
7	128	18.29	30	0.238	0.951	0.052	1.561	0.085
8	128	16.00	30	0.249	0.610	0.038	1.143	0.071
9	128	14.22	30	0.249	0.427	0.030	0.901	0.063
10	128	12.80	30	0.245	0.318	0.025	0.744	0.058
11	128	11.64	30	0.237	0.246	0.021	0.634	0.054
12	128	10.67	30	0.229	0.196	0.018	0.552	0.052

Oktober								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	108	18.00	30	0.240	0.900	0.050	1.500	0.083
7	108	15.43	30	0.250	0.545	0.035	1.059	0.069
8	108	13.50	30	0.248	0.368	0.027	0.818	0.061
9	108	12.00	30	0.240	0.267	0.022	0.667	0.056
10	108	10.80	30	0.230	0.203	0.019	0.563	0.052
11	108	9.82	30	0.220	0.159	0.016	0.486	0.050
12	108	9.00	30	0.210	0.129	0.014	0.429	0.048

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber ;
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Lampiran 8. Lanjutan

November								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	120	20.00	30	0.222	1.333	0.067	2.000	0.100
7	120	17.14	30	0.245	0.762	0.044	1.333	0.078
8	120	15.00	30	0.250	0.500	0.033	1.000	0.067
9	120	13.33	30	0.247	0.356	0.027	0.800	0.060
10	120	12.00	30	0.240	0.267	0.022	0.667	0.056
11	120	10.91	30	0.231	0.208	0.019	0.571	0.052
12	120	10.00	30	0.222	0.167	0.017	0.500	0.050

Desember								
waktu	jumlah trip	λ	μ	P1	Lq	Wq	Ls	Ws
6	190	31.67	30	-0.059*	-20.056*	-0.633*	-19.000*	-0.600*
7	190	27.14	30	0.086	8.595	0.317	9.500	0.350
8	190	23.75	30	0.165	3.008	0.127	3.800	0.160
9	190	21.11	30	0.209	1.671	0.079	2.375	0.113
10	190	19.00	30	0.232	1.094	0.058	1.727	0.091
11	190	17.27	30	0.244	0.781	0.045	1.357	0.079
12	190	15.83	30	0.249	0.590	0.037	1.118	0.071

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 10. Program penentuan kebutuhan alat angkut

CLS

LABEL Angrit1, Angrit2, PasirAwi, BojongJuruh, Pakol, Tangkeban

DIM TotTruk(13), Kaptruk(13), VIsi(13), ProdBul(13), ProdHarian(13), JumTrip(13), VKosong(13),

TBongkar(13), TMuat(13), Toperasi(13)

10 CLS : PRINT "OPTIMASI PENGANGKUTAN PRODUKSI TBS Sub KEBUN KERTAJAYA"

PRINT "TENTUKAN PILIHAN ANDA....."

PRINT "1.KEBUN Pakol....."

PRINT "2.KEBUN Pasir Awi....."

PRINT "3.KEBUN Tangkeban....."

PRINT "4.KEBUN Bojong Juruh....."

PRINT "5.KEBUN Angrit 1"

PRINT "6.KEBUN Angrit 2....."

INPUT "PILIHAN (1..6):"; PIL%

ON PIL% GOSUB 100, 200, 300, 400, 500, 600

GOTO 10

100 Pakol:

READ Kaptruk, VIsi, VKosong, TBongkar, TMuat

DATA 5000,15,20,.25,.66671

Jarak = 11.6: Toperasi = 8

Tsiklus = ((Jarak / VIsi) + (Jarak / VKosong) + TBongkar + TMuat)

FOR I = 1 TO 12

PRINT " Produksi Bulan ke- "; I; : INPUT " : "; ProdBul(I)

ProdHarian(I) = ProdBul(I) / 22

JumTrip(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) + .2)

TotTruk(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) / (Toperasi / Tsiklus) + .5)

NEXT I

PRINT "----- "

PRINT "Sub Kebun Pakol"

PRINT "Kapasitas Truk = "; Kaptruk; ""

PRINT "Jam Kerja Truk Per Hari = "; Toperasi; ""

PRINT "Dengan Waktu Siklus = "; Tsiklus; "jam"

PRINT "----- "

PRINT " Bulan Produksi/hari Jumlah trip/hari Jumlah alat angkut "

FOR I = 1 TO 12

PRINT ; I; TAB(15); ProdHarian(I); TAB(35); JumTrip(I); TAB(55); TotTruk(I)

NEXT I

PRINT "----- "

END

200 PasirAwi:

READ Kaptruk, VIsi, VKosong, TBongkar, TMuat

DATA 5000,15,20,.25,.66671

Jarak = 6.9: Toperasi = 8

Tsiklus = ((Jarak / VIsi) + (Jarak / VKosong) + TBongkar + TMuat)

FOR I = 1 TO 12

PRINT " Produksi Bulan ke- "; I; : INPUT " : "; ProdBul(I)

ProdHarian(I) = ProdBul(I) / 22

JumTrip(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) + .2)

TotTruk(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) / (Toperasi / Tsiklus) + .5)

NEXT I

PRINT "----- "

```

PRINT "Sub Kebun Pasir Awi"
PRINT "Kapasitas Truk      ="; Kaptruk; ""
PRINT "Jam Kerja Truk Per Hari = "; Toperasi; ""
PRINT "Dengan Waktu Siklus  = "; Tsiklus; "jam"
PRINT "----- "
PRINT " Bulan  Produksi/hari  Jumlah trip/hari  Jumlah alat angkut  "
FOR I = 1 TO 12
  PRINT ; I; TAB(15); ProdHarian(I); TAB(35); JumTrip(I); TAB(55); TotTruk(I)
NEXT I
PRINT "----- "
END

300 Tangkeban:
READ Kaptruk, VIsi, VKosong, TBongkar, TMuat
DATA 5000,15,20,.25,.66671
Jarak = 16.2: Toperasi = 8
Tsiklus = ((Jarak / VIsi) + (Jarak / VKosong) + TBongkar + TMuat)
FOR I = 1 TO 12
  PRINT " Produksi Bulan ke- "; I; : INPUT ":", ProdBul(I)
  ProdHarian(I) = ProdBul(I) / 22
  JumTrip(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) + .2)
  TotTruk(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) / (Toperasi / Tsiklus) + .5)
NEXT I
PRINT "----- "
PRINT "Sub Kebun Tangkeban"
PRINT "Kapasitas Truk      = "; Kaptruk; ""
PRINT "Jam Kerja Truk Per Hari = "; Toperasi; ""
PRINT "Dengan Waktu Siklus  = "; Tsiklus; "jam"
PRINT "----- "
PRINT " Bulan  Produksi/hari  Jumlah trip/hari  Jumlah alat angkut  "
FOR I = 1 TO 12
  PRINT ; I; TAB(15); ProdHarian(I); TAB(35); JumTrip(I); TAB(55); TotTruk(I)
NEXT I
PRINT "----- "
END

400 BojongJuruh:
READ Kaptruk, VIsi, VKosong, TBongkar, TMuat
DATA 5000,15,20,.25,.66671
Jarak = 11.2: Toperasi = 8
Tsiklus = ((Jarak / VIsi) + (Jarak / VKosong) + TBongkar + TMuat)
FOR I = 1 TO 12
  PRINT " Produksi Bulan ke- "; I; : INPUT ":", ProdBul(I)
  ProdHarian(I) = ProdBul(I) / 22
  JumTrip(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) + .2)
  TotTruk(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) / (Toperasi / Tsiklus) + .5)
NEXT I
PRINT "----- "
PRINT "Sub Kebun Bojong Juruh"
PRINT "Kapasitas Truk      = "; Kaptruk; ""
PRINT "Jam Kerja Truk Per Hari = "; Toperasi; ""
PRINT "Dengan Waktu Siklus  = "; Tsiklus; "jam"
PRINT "----- "
PRINT " Bulan  Produksi/hari  Jumlah trip/hari  Jumlah alat angkut  "
FOR I = 1 TO 12
  PRINT ; I; TAB(15); ProdHarian(I); TAB(35); JumTrip(I); TAB(55); TotTruk(I)

```

```

NEXT I
PRINT "-----"
END

```

500 Agrit1:

```

READ Kaptruk, VIsi, VKosong, TBongkar, TMuat
DATA 5000,15,20,.25,.66671
Jarak = 1.6: Toperasi = 8
Tsiklus = ((Jarak / VIsi) + (Jarak / VKosong) + TBongkar + TMuat)
FOR I = 1 TO 12
  PRINT " Produksi Bulan ke- "; I; : INPUT ":", ProdBul(I)
  ProdHarian(I) = ProdBul(I) / 22
  JumTrip(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) + .2)
  TotTruk(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) / (Toperasi / Tsiklus) + .5)
NEXT I
PRINT "-----"
PRINT "Sub Kebun Angrit1"
PRINT "Kapasitas Truk      ="; Kaptruk; ""
PRINT "Jam Kerja Truk / hari = "; Toperasi; ""
PRINT "Waktu Siklus          = "; Tsiklus; "jam"
PRINT "-----"
PRINT " Bulan  Produksi/hari  Jumlah trip/hari  Jumlah alat angkut "
  FOR I = 1 TO 12
    PRINT ; I; TAB(15); ProdHarian(I); TAB(35); JumTrip(I); TAB(55); TotTruk(I)
  NEXT I
PRINT "-----"
END

```

600 Angrit2:

```

READ Kaptruk, VIsi, VKosong, TBongkar, TMuat
DATA 5000,15,20,.25,.66671
Jarak = 6.1: Toperasi = 8
Tsiklus = ((Jarak / VIsi) + (Jarak / VKosong) + TBongkar + TMuat)
FOR I = 1 TO 12
  PRINT " Produksi Bulan ke- "; I; : INPUT ":", ProdBul(I)
  ProdHarian(I) = ProdBul(I) / 22
  JumTrip(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) + .2)
  TotTruk(I) = CINT((ProdHarian(I) / Kaptruk) / (Toperasi / Tsiklus) + .5)
NEXT I
PRINT "-----"
PRINT "Sub Kebun Angrit2"
PRINT "Kapasitas Truk      ="; Kaptruk; ""
PRINT "Jam Kerja Truk Per Hari = "; Toperasi; ""
PRINT "Dengan Waktu Siklus  = "; Tsiklus; "jam"
PRINT "-----"
PRINT " Bulan  Produksi/hari  Jumlah trip/hari  Jumlah alat angkut "
  FOR I = 1 TO 12
    PRINT ; I; TAB(15); ProdHarian(I); TAB(35); JumTrip(I); TAB(55); TotTruk(I)
  NEXT I
PRINT "-----"
END

```