

**J**URNAL  
**T**EKNOLOGI  
**P**ERTANIAN  
**A**NDALAS

---

**Volume 14, No. 1 Maret 2010**

Teknologi Pertanian  
**FATETA UNAND**

*Kerjasama dengan:*



PERHIMPUNAN TEKNIK PERTANIAN INDONESIA  
(CABANG SUMATERA BARAT)

PERHIMPUNAN AHLI TEKNOLOGI PANGAN INDONESIA  
(CABANG SUMATERA BARAT)





Fakultas Teknologi  
Pertanian  
Universitas Andalas

# JURNAL TEKNOLOGI PERTANIAN ANDALAS

**Penanggung jawab**  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Andalas

**Pimpinan Redaksi**  
Dr. Ir. Sandra, MP  
Muhammad Makky, STP, MSi  
Mislaini R, STP, MP  
Neswaty, STP, MSi  
Ir. Rifma Eliyasmi, MS

**Dewan Redaksi  
(Editorial Board)**  
Prof. Dr. Ir. Isril Berd, SU  
Prof. Dr. Ir. Anwar Kasim  
Prof. Dr. Ir. Santosa, MP  
Prof. Dr. Ir. Fauzan Azima, MS  
Prof. Dr. Ir. Mohd Amin bin Mohd  
Soom (UPM-Malaysia)  
Dr. Handaka, M. Eng.  
(BBPMP-Serpong)  
Dr. Ir. Masrul Djalal, MS  
Dr. Ir. Kesuma Sayuti, MS  
Ir. M. Agita Tjandra, PhD  
Ir. Aisman, MSi

**Editor**  
Mislaini, R. S.TP, MP

**Desain Sampul Oleh:**  
Muhammad Ikhwan, S.TP.

## DARI REDAKSI

*Jurnal ini kembali menyajikan  
penelitian terbaru dari  
komunitas ilmu pengetahuan  
dan teknologi (IPTEK) bidang  
teknologi pertanian.*

*Diharapkan, tulisan dalam  
jurnal ini dapat menjadi satu  
acuan dalam pengembangan  
IPTEK.*

*Redaksi*

## ALAMAT

Fakultas Teknologi Pertanian  
FATETA UNAND  
Kampus Limau Manis  
Padang - Sumatera Barat  
Telp: 0751-777413  
e-mail : [jtp\\_unand@yahoo.co.id](mailto:jtp_unand@yahoo.co.id)

## CAKUPAN

Teknologi Hasil Pertanian,  
Teknik Pertanian,  
Agro-Industri,  
Pangan & Gizi



# JURNAL TEKNOLOGI PERTANIAN ANDALAS

Volume 14, No. 1 Maret 2010

## DAFTAR ISI

Studi Pencangkakan Pada Jambu Bol Jamaica <i>Kuswandi, Fitriana Nasution</i> .....	1
Studi Tingkat Kelelahan Kerja Bagi Pekerja Pada Industri Kerupuk Sanjai Di Bukittinggi <i>Gamindra Juhari, Anwar Kasim, Santosa</i> .....	5
Studi Ergonomis Terhadap Fasilitas Kerja Pada Industri Kerupuk Sanjai Di Bukittinggi <i>Gamindra Juhari, Anwar Kasim dan Santosa</i> .....	11
Penanganan dan Penerimaan Produk Kedelai Oleh Ibu Rumah Tangga Di Perkotaan dan Pedesaan Pulau Jawa Indonesia <i>Rina Yennina</i> .....	27
Kajian Proses Produksi Crude Palm Oil (CPO) <i>Rini Hakim, Widya Fitriana</i> .....	38
Analisis Sistem Pengendalian Dan Pengawasan Stock Cassiavera Pada CV Rasdi & Co <i>Widya Fitriana</i> .....	49
Desain Dan Uji Performansi Mesin Pengupas Kulit Luar Melinjo Bertenaga Motor Bensin (Of Gentum Gneumon L. Peeler Machine Powered by Ignition Engine) <i>Zulhafrizal</i> .....	58
Model Matematik Sistem Transformasi Tandan Buah Segar Pada Rantai Pasok Agroindustri Minyak Sawit Mentah <i>Rika Ampuh Hadiguna, Machfud, Eriyanto Ani Suryani, Yandra</i> .....	67
Pabrikasi Pupuk Organik Tablet Bermutu Sebagai Usaha Pemberdayaan Masyarakat Dan Pengentasan Kemiskinan Serta Pemenuhan Kebutuhan Pupuk Ramah Lingkungan <i>Dinah Cherie, Muhammad Makky, Renny Eka Putri</i> .....	78
Kajian Morfologi Membran Polisulfon Dengan Aditif TiO <sub>2</sub> Untuk Penerapan Nanoteknologi Pertanian <i>J. Juansah, Irmansyah, M.Kurniati, K. Dahlan, Sulis, Afni, Rendra, Dina</i> .....	92
Strategi Perencanaan Produksi Dan Pengendalian Bahan Baku Pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PTP Nusantara VI Kebun Rimbo Dua Kabupaten Tebo Propinsi Jambi <i>Vonny Indah Mutiara, Melinda Noer, Trimei Ramendra</i> .....	101
Fraksinasi Komponen Aktif Akar Wangi Dan Aktivitas Pada <i>Callosobruchus</i> sp <i>W. Yulianti, Dadang, T. Susilawati</i> .....	113
Desain Alat Pengupas Nenas ( <i>Ananas Comosus</i> Merr) Tipe Pedal <i>Zulfahrizal, Sri Hartuti</i> .....	126



Beberapa Karakter Vegetative Terhadap Kualitas dan Hasil Tanaman Pepaya <b>Tri Budiyantri</b> .....	133
Pemanfaatan Ampas Tahu dan Cakar Ayam Dalam Pembuatan Sosis <b>Novelina, Nurhaida Hamzah, Risqoh Novriyanti</b> .....	137
Penentuan Derajat Panas Untuk Pemanenan Dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Tepung Pisang Kepok <b>Ucu Rusdianto, Hendri</b> .....	142
Pengaruh Tingkat Ketuaan dan Kemasan Terhadap Mutu Segar Pisang Ambon Kuning <b>Ucu Rusdianto</b> .....	146
Pengembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) Lahan Sawah untuk Monitoring dan Evaluasi dalam Rangka Menuju Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan <b>Feri Arlius</b> .....	150



## MODEL MATEMATIK SISTEM TRANSPORTASI TANDAN BUAH SEGAR PADA RANTAI PASOK AGROINDUSTRI MINYAK SAWIT MENTAH

Rika Ampuh Hadiguna<sup>1</sup>, Machfud<sup>2</sup>, Eriyatno<sup>2</sup>, Ani Suryani<sup>2</sup>, Yandra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Limau Manis, Padang Email: hadiguna@ft.unand.ac.id

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor Darmaga, Bogor

### ABSTRACT

*Supply chain management practice that effective in agroindustry of crude palm oil is established by the reliable of transportation system. It is need a model that able to accommodate the aspects of cost and others constraints. The aim of this study is formulate a mathematical model to obtain transportation schedul of fresh fruit bunch with transportation time minimization. Scope of study is a transportation that support fresh fruit bunch supply operational from some estate to single processor. Model solution is use binary linear programming which inserted as model base. Result of study is a mathematical fomulation that involve key aspects in fresh fruit bunch transportation system. This model could used as analysis tools for decision maker to improve the managerial policy of transportation scheduling and number of trucks prediction. Result of model application is show effectiveness of transportation planning agree with decision maker necessity.*

**Keywords:** model, transportation, fresh fruit bunch, supply chain

### ABSTRAK

*Praktik manajemen rantai pasok yang efektif pada agroindustri minyak sawit mentah ditentukan salah satunya dari sistem transportasi yang baik. Hal ini membutuhkan model yang berkemampuan mengakomodir berbagai aspek baik dari segi biaya maupun kendala lainnya. Tujuan penelitian ini adalah memformulasikan model matematik untuk mendapatkan jadwal transportasi tandan buah segar dengan obyektif minimisasi waktu transportasi. Ruang lingkup penelitian adalah transportasi yang berfungsi memberikan pasokan tandan buah segar dari beberapa kebun ke lokasi pabrik tunggal. Penyelesaian model menggunakan program linier biner yang dijadikan basis model. Formulasi matematik yang dihasilkan telah memasukkan aspek-aspek kunci dalam sebuah sistem transportasi tandan buah segar. Model ini dapat digunakan sebagai alat analisis bagi pengambil keputusan untuk melakukan perbaikan manajerial dalam bentuk kebijakan mulai dari penjadwalan transportasi dan prediksi kebutuhan jumlah truk. Hasil aplikasi model menunjukkan efektifitas perencanaan transportasi sesuai kebutuhan pengambil keputusan.*

**Kata kunci:** model, transportasi, tandan buah segar, rantai pasok



## PENDAHULUAN

Manajemen rantai pasok pada agroindustri minyak sawit mentah (*crude palm oil*) diperlukan untuk mencapai keunggulan nilai dan produktivitas secara efektif. Keunggulan nilai dapat dicapai melalui proses yang memberikan jaminan karakteristik produk yang bermutu tinggi sesuai keinginan konsumen. Keunggulan produktivitas dicapai melalui pengelolaan volume produksi yang ekonomis dengan tingkat biaya yang minimum. Pembahasan yang menyeluruh terhadap PAO dalam perspektif keunggulan produktivitas belum banyak dilakukan. Djohar *et al.* (2003) menganalisis sistem rantai pasok pada agroindustri minyak sawit mentah dengan sumber pasokan tandan buah segar dari kebun sendiri menggunakan sistem dinamis. Model yang dikembangkan belum membahas sistem transportasi tandan buah segar yang sangat penting untuk menunjang pencapaian keunggulan nilai dan produktivitas perusahaan.

Manajemen rantai pasok dalam pengelolaan sistem industri modern akan memperhatikan aspek-aspek penting antara lain pasokan bahan baku, persediaan dan transportasi. Pentingnya pengelolaan sistem transportasi disebabkan risiko penurunan mutu yang terdapat pada tandan buah segar panen. Penyelesaian masalah transportasi tandan buah segar panen adalah merencanakan jadwal transportasi. Ketersediaan truk dan beberapa lokasi panen menjadi pertimbangan utama dengan mengupayakan waktu transportasi minimum. Aspek-aspek tersebut perlu dipertimbangkan untuk memperbaiki produktivitas guna mencapai tingkat skala ekonomis. Tujuan penelitian ini adalah memformulasikan model matematik untuk mendapatkan jadwal transportasi tandan buah segar dengan obyektif meminimasi waktu transportasi. Ruang lingkup penelitian adalah transportasi yang berfungsi memberikan pasokan tandan buah segar dari beberapa kebun ke lokasi pabrik tunggal.

## TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen rantai pasok agroindustri merupakan topik penelitian yang masih baru dan banyak menarik minat para peneliti. Kompleksitas permasalahan dalam sistem rantai pasok agroindustri mendorong beberapa penelitian mengembangkan model dengan beragam pokok bahasan. Philpott dan Everett (2001) mengembangkan model rantai pasok agroindustri kertas di Australia dan menghasilkan sebuah sistem penunjang keputusan yang diberi nama *Paper Industry Value Optimization Tools* (PIVOT). Wouda *et al.* (2002) mengembangkan model rantai pasok susu di Hungaria menggunakan program linier bulat campuran dengan obyektif minimisasi total biaya sistem. Penelitian ini merumuskan beberapa skenario sehingga didapat kondisi terbaik dari biaya produksi. Milan *et al.* (2006) menggunakan program linier bulat campuran untuk memodelkan sistem transportasi agroindustri tebu gula di Kuba. Optimasi ditujukan untuk mempertemukan kelancaran transportasi dan jadwal panen sehingga bisa mengurangi biaya transportasi. Burer *et al.* (2007) mengembangkan model untuk keputusan koordinasi rantai pasok bibit sehingga dapat menentukan kuantitas pesanan gabungan antara pemasok dan pengecer. Penelitian ini fokus pada peran penting koordinasi antar unit rantai pasok sehingga kegiatan pasokan dapat memenuhi jadwal dan jumlah yang telah ditentukan.

Zee dan Vorst (2005) menerapkan teknik simulasi dalam menganalisis rantai pasok bahan pangan dan mengevaluasi beberapa alternatif rancangan skenario menggunakan simulasi kejadian diskrit untuk sistem rantai pasok eselon majemuk dengan lokasi penelitian di Belanda. Model simulasi



melibatkan variabel-variabel dari level strategis dan operasional, indikator kinerja dan entitas bisnis dari sistem. Djohar *et al.* (2003) juga menggunakan teknik simulasi dalam manajemen rantai pasok agroindustri minyak sawit mentah pada perusahaan perkebunan swasta di Riau dengan sumber pasokan kebun sendiri.

Pemodelan sistem transportasi pada rantai pasok telah dilakukan antara lain oleh Goldsman *et al.* (2002) yang memodelkan sistem transportasi logistik militer menggunakan teknik simulasi komputer. Gupta dan Bhunia (2006) membahas integrasi produksi dan transportasi pada sistem rantai pasok yang memproduksi komoditas tunggal pada beberapa pabrik di lokasi yang berbeda-beda. Milan *et al.* (2006) membahas transportasi pada perkebunan tebu untuk diolah menjadi gula. Nunkaew dan Phruksaphanrat (2009) membahas model transportasi beberapa depot ke beberapa pelanggan menggunakan obyektif majemuk. Shih (1999) memodelkan transportasi semen dan Karabuk (2007) memodelkan transportasi pada industri tekstil.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Perusahaan Perkebunan di Kalimantan Timur yang menerapkan pola Perkebunan Inti Rakyat (PIR). Data bersumber dari hasil wawancara mendalam dan laporan operasional. Wawancara mendalam bertujuan untuk mendapatkan domain keahlian tertentu dari pakar melalui diskusi. Data sekunder yang dikumpulkan terdiri dari laporan realisasi panen tandan buah segar dan biaya-biaya yang terkait dengan operasional transportasi.

Formulasi matematik dirumuskan secara heuristik. Teknik optimasi yang digunakan adalah program linier biner. Penelitian ini dilakukan berdasarkan tiga tahapan yaitu formulasi matematik, membangun perangkat lunak penyelesaian model menggunakan Matlab 7 dan aplikasi model pada obyek penelitian. Verifikasi model dilakukan dengan pemeriksaan logika, kesesuaian konseptual dan kerja program komputer dan validasi model menggunakan teknik *face validity*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Formulasi Matematik

Perencanaan transportasi tandan buah segar pada tingkat operasionalisasi adalah penjadwalan truk untuk mendukung kelancaran pasokan dari kebun ke pabrik. Penjadwalan transportasi tandan buah segar akan mengoptimalkan sumberdaya yang tersedia yaitu jumlah truk dan waktu kerja yang tersedia dengan tujuan mampu mengangkut seluruh tandan buah segar hasil panen. Transportasi tandan buah segar diharapkan dapat mengurangi risiko penurunan mutu yang berkaitan dengan peningkatan kadar asam lemak bebas. Salah satu indikator yang digunakan dalam mengendalikan kadar asam lemak bebas adalah waktu proses mulai dipanen hingga perebusan pada proses sterilisasi. Keterbatasan waktu perlu didukung dengan penugasan dari ketersediaan truk. Setiap truk yang tersedia bisa ditugaskan ke lokasi panen dengan tujuan mengangkut seluruh hasil panen dengan total waktu transportasi yang minimum. Tujuan dari pemodelan jadwal transportasi dalam penelitian ini adalah meminimasi total jarak yang ditempuh untuk seluruh trip transportasi dengan jumlah truk yang dibutuhkan dan penentuan urutan trip transportasi setiap truk yang ditugaskan ke lokasi



panen. Fungsi tujuan ini didasarkan pada asumsi bahwa total jarak transportasi berbanding lurus dengan waktu yang dibutuhkan sesuai dengan kecepatan kendaraan.

Penugasan truk dapat direpresentasikan dalam bentuk bilangan biner 0–1 dimana nilai 1 berarti truk ditugaskan pada trip dan lokasi tertentu dan sebaliknya, jika bernilai 0 bila truk tidak ditugaskan. Setiap truk yang ditugaskan akan beroperasi mengangkut hasil panen disetiap kebun atau afdeling. Hal ini akan mendorong perlunya penentuan jumlah trip setiap truk sehingga waktu yang tersedia dapat dimanfaatkan maksimal. Model penjadwalan truk pengangkut tandan buah segar yang dikembangkan ini mempunyai dua jenis variabel yaitu variabel biner 0–1 untuk penugasan truk dan bilangan bulat umum untuk penjadwalan frekuensi setiap truk. Model matematik untuk penjadwalan transportasi tandan buah segar yang dikembangkan ini adalah tipe program integer biner.

Fungsi obyektif dari model penjadwalan adalah total jarak tempuh transportasi seluruh hasil panen yang akan diminimumkan. Jika jarak tempuh truk  $i$  pada trip ke  $j$  dari pabrik ke lokasi panen  $k$  adalah  $d_{ijk}$  dengan variabel-variabel keputusan  $x_{ijk}$  dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Minimisasi } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p d_{ijk} x_{ijk} \quad (1)$$

Kumpulan kendala yang harus diperhatikan adalah pengaturan trip agar satu trip untuk setiap trip. Setiap truk hanya melakukan kegiatan satu trip disetiap trip.

$$\sum_{k=1}^p x_{ijk} = 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, m; \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Setiap kebun terdiri dari beberapa afdeling yang menjadi lokasi panen. Pengaturan setiap truk dilakukan untuk menjamin truk yang tersedia bertugas di lokasi yang berbeda diawal penugasan. Kendala ini menjamin pendistribusian truk di trip awal.

$$\sum_{k=1}^p x_{ijk} \leq 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, m; \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Penjadwalan transportasi berfungsi untuk merincikan hasil optimasi kebutuhan tandan buah segar. Keluaran dari optimasi rantai pasok adalah kebutuhan tandan buah segar dari setiap sumber. Nilai optimal kebutuhan tandan buah segar ini menjadi masukan bagi perencanaan kebutuhan truk setiap kebun. Kebutuhan tandan buah segar dan kebutuhan truk menjadi masukan utama dalam penjadwalan transportasi per hari. Dalam kaitan ini, optimasi rantai pasok dilakukan dalam perodesasi bulan dan jumlah agregat untuk setiap kebun. Pejadwalan transportasi membutuhkan data masukan harian karena fungsi tujuannya adalah minimisasi total waktu angkut dengan memenuhi kendala target waktu yang telah ditetapkan. Masalah pemenuhan target waktu ini sangat krusial karena berhubungan dengan upaya mengatasi risiko penurunan mutu. Berdasarkan hal ini, nilai agregat kebutuhan tandan buah segar perlu diuraikan dalam rencana harian untuk setiap kebun.

Jumlah panen disetiap lokasi harus dapat diangkut ke pabrik. Jumlah truk dan trip berkaitan dengan upaya mengangkut seluruh hasil panen. Jumlah panen setiap hari diperoleh dari hasil optimasi rantai pasok maupun berdasarkan kerapatan panen. Jumlah panen setiap bulan (periode  $t$ ) sebesar  $INTI_t$  pada kebun inti atau  $PLASMA_t$  pada kebun plasma harus dijadikan jumlah panen harian. Penjadwalan truk pengangkut hasil panen dilakukan harian. Jumlah panen harian ( $PANEN$ ) diperoleh dari  $INTI_t$  pada kebun inti atau  $PLASMA_t$  pada kebun plasma dibagi dengan hari kerja ( $HK$ ). Kapasitas truk ( $TRUK$ ) yang digunakan adalah sama untuk setiap truk.



$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \text{TRUK } x_{ijk} = \text{PANEN} \quad \forall k = 1, 2, \dots, p \quad (4)$$

Kegiatan transportasi dilakukan dalam beberapa trip sehingga perlu dijamin truk ditugaskan mengangkut panen pada lokasi sebelumnya yang belum diangkut.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ijk} \geq 1 \quad \forall k = 1, 2, \dots, p \quad (5)$$

Penjadwalan transportasi merupakan kegiatan yang dilakukan setiap hari. Pada kebun inti terdapat tiga buah afdeling sebagai sub kebun yang melakukan kegiatan panen. Setiap truk akan bertugas pada setiap afdeling untuk mengangkut hasil panen ke pabrik. Kegiatan transportasi panen pada kebun plasma menggunakan prinsip yang sama. Ada tiga sub kebun plasma yang terpisah dalam manajemen transportasi tandan buah segar hasil panen. Transportasi di kebun inti menjadi tanggung jawab perusahaan sedangkan kebun plasma dilakukan oleh koperasi. Kebun plasma mempunyai beberapa lokasi kebun yang terpisah-pisah sebagai sub kebun yang harus dilayani kegiatan transportasi hasil panennya. Formulasi matematik yang dikembangkan untuk penjadwalan transportasi tandan buah segar panen akan diterapkan untuk kebun inti maupun kebun plasma.

### Aplikasi

Penjadwalan merupakan penetapan waktu serta penggunaan sumber daya dalam kegiatan operasi produksi. Penetapan waktu berkenaan dengan masalah pengurutan dan penugasan kerja atau pembebanan kerja kepada fasilitas produksi. Secara umum, Penjadwalan adalah tahapan akhir dalam perencanaan sebelum kegiatan dilaksanakan atau dieksekusi. Aktivitas penjadwalan menentukan pembebanan kerja setiap sumber daya utama sehingga tujuan dapat dicapai dengan baik. Model penjadwalan transportasi tandan buah segar adalah upaya mengangkut seluruh hasil panen dengan mempertimbangkan berbagai kendala. Kendala utama yang perlu diperhatikan adalah waktu transportasi. Waktu transportasi juga dipengaruhi oleh keadaan kendaraan, infrastruktur dan kemampuan operator truk. Total jarak transportasi menjadi salah satu cara untuk bisa mengagregasi banyak faktor dalam penentuan waktu angkut. Diasumsi bahwa besar jarak berbanding lurus dengan kecepatan kendaraan. Model penjadwalan angkut yang dikembangkan ini menggunakan fungsi obyektif total jarak angkut dengan variabel keputusan penugasan truk pada trip dan lokasi panen. Penugasan truk pada trip akan menghasilkan rute penugasan truk. Informasi ini bermanfaat bagi pengambil keputusan dalam pengawasan dan pengendalian kegiatan transportasi.

Penentuan total jarak angkut akan melibatkan jumlah truk yang digunakan dan jumlah trip angkut setiap truk. Minimisasi total jarak diharapkan nilai yang optimal dengan menjamin seluruh hasil panen dapat diangkut ke pabrik. Bentuk penjadwalan yang dimaksudkan dalam model yang dikembangkan ini adalah pengurutan tugas dari setiap truk. Kebutuhan truk ditentukan oleh ketetapan jumlah trip. Jumlah trip ditetapkan sebagai alat ukur penentu penugasan dimaksudkan untuk menjamin tandan buah segar tidak menunggu di tempat pengumpulan hasil terlalu lama atau restan. Menurut pengalaman dan pemahaman para manajer kebun, penetapan jumlah trip akan lebih efektif dalam penjaminan minimisasi waktu tunggu tandan buah segar hasil panen di kebun. Konsekwensinya adalah mengalokasikan anggaran penambahan sewa truk apabila jumlah truk yang dibutuhkan melebihi jumlah truk yang tersedia. Konsekuensi ini sangat rasional diterima karena manfaat yang diperoleh



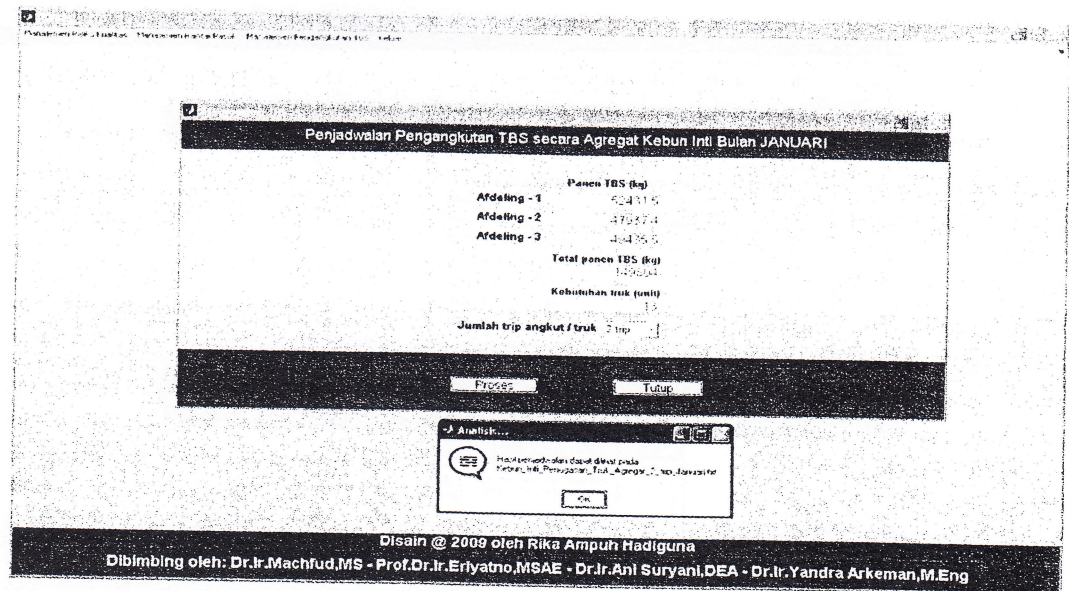
lebih besar. Tandan buah segar diharapkan dapat segera diangkut dan diolah untuk mendapatkan mutu yang tinggi dari minyak sawit mentah.

Masukan utama dari penjadwalan penugasan truk angkut tandan buah segar adalah jumlah panen harian. Jumlah panen harian diperoleh dari hasil optimasi pasokan tandan buah segar dibagi dengan hari kerja. Penjadwalan penugasan dilakukan secara harian yang akan melayani lokasi-lokasi panen. Sistem penunjang keputusan yang dirancang mempunyai dua fasilitas yang dibutuhkan pengambil keputusan atau perencana, yaitu panen yang didasarkan angka kerapatan panen dan panen harian didasarkan pada rata-rata panen dari agregat pasokan tandan buah segar. Masukan untuk panen berdasar pengamatan aktual menggunakan parameter angka kerapatan panen, rata-rata berat tandan dan jumlah pohon. Penjadwalan penugasan truk berdasarkan pasokan agregat tandan buah segar adalah nilai rata-rata panen bulan sesuai jumlah hari kerja per bulan. Penjadwalan penugasan truk secara agregat ini berguna sebagai panduan pihak kebun dalam perencanaan kebutuhan truk dan penugasannya secara kasar. Apabila manajer kebun menginginkan data panen yang lebih aktual berdasarkan observasi lapang, maka pengolahan data dapat menggunakan penjadwalan penugasan secara aktual.

Penjadwalan penugasan truk pengangkut tandan buah segar panen untuk kebun inti disediakan pilihan dua sampai enam trip. Pertimbangannya adalah jarak kebun yang lebih dekat dengan pabrik dibandingkan kebun plasma. Sebaliknya, jumlah trip untuk kebun plasma hanya disediakan satu sampai tiga trip dengan pertimbangan jarak yang lebih jauh ke pabrik sehingga tidak memungkinkan adanya jumlah trip yang terlalu banyak. Implementasi model penjadwalan secara agregat akan menetapkan jumlah trip pada salah satu periode pada kebun inti. Kebun inti terdiri dari tiga afdeling. Pada dasarnya, prinsip keterpaduan yang diterapkan dalam merancang model terlihat pada penjadwalan dengan pendekatan rencana agregat yang dikonversi dalam panen harian. Keterpaduannya dapat dilihat dari pemanfaatan keluaran optimasi sistem yang disimpan dalam basis data penyelesaian. Model penjadwalan akan mengakses basis data penyelesaian optimal dan secara otomatis akan melakukan proses komputasi.

Implementasi model penjadwalan hanya sebagian yang ditampilkan dalam bagian ini sebagai contoh proses komputasi dan keluaran dari model. Gambar 1 adalah tampilan *interface* penjadwalan pada bulan Januari. Data panen setiap afdeling akan disajikan berdasarkan komputasi yang mengkaitkan model penjadwalan dengan basis data penyelesaian optimal. Rata-rata jumlah hari kerja telah tersimpan dalam basis data model. Keluaran dari model adalah jumlah truk yang diperoleh setelah pengambil keputusan sebagai pengguna menetapkan jumlah trip. Hasil penugasan tersimpan dalam dokumen khusus berekstensi *txt* yang bisa dibuka menggunakan Matlab *editor*.





Gambar 1 Tampilan optimasi penugasan truk di kebun inti

Gambar 2 merupakan keluaran dari hasil optimasi penugasan truk untuk setiap trip. Dalam contoh implementasi ini, jumlah trip yang dipilih adalah dua trip sehingga kebutuhan truk sebanyak 13 unit. Pada trip satu, ada lima unit truk yang ditugaskan ke lokasi tiga, lima unit truk di lokasi dua dan tiga unit truk di lokasi satu. Lokasi tiga mempunyai jarak yang lebih jauh dibandingkan lokasi satu dan dua, sedangkan lokasi satu dan lokasi dua mempunyai jarak yang sama. Kondisi ini akan mendorong penugasan truk yang lebih banyak ke lokasi tiga apabila jumlah panen lebih besar dari salah satu lokasi lainnya.



Editor: C:\AA\LAB701\work\SEPO\_Okt09\Kebun\_Inti\_Pengaman\_Trak\_Agragat\_2\_Trip\_Januari.txt

File Edit View Data Layout Database Window Help

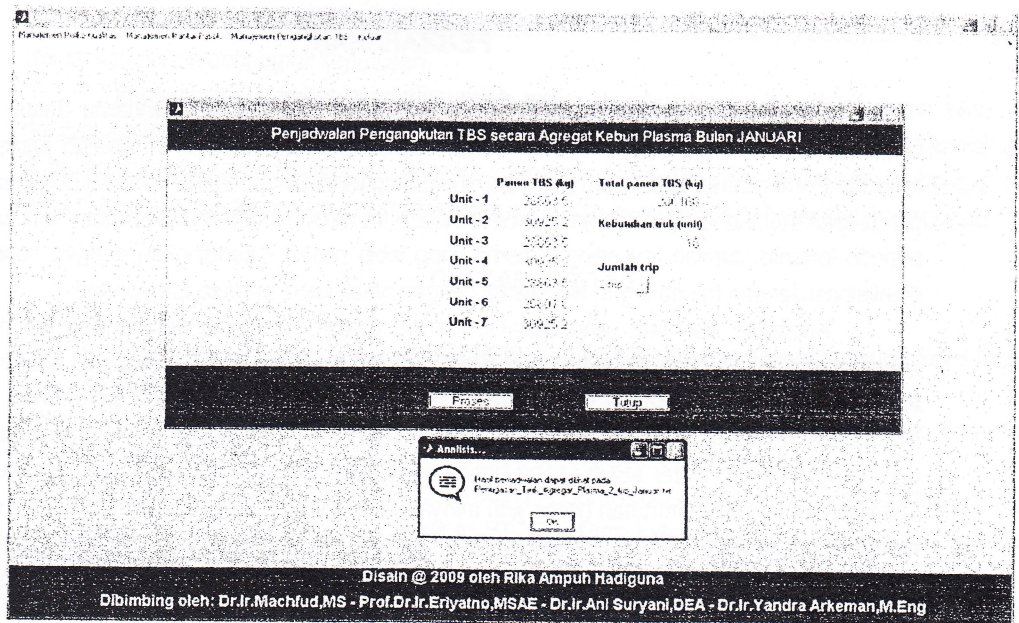
1 Kebun INTI  
 2 Jadwalisasi truk kebun agragat kebun JANDARI  
 3 Jumlah Trip (JumlahKebun) : 2  
 4 Jumlah Truk (Mula) : 18

Trip	Truk	A20-1	A20-2	A20-3
1	1	0	0	1
2	1	0	0	1
3	2	0	0	1
4	2	0	0	1
5	3	0	0	1
6	3	0	0	1
7	4	0	0	1
8	4	0	0	1
9	5	0	0	1
10	5	0	0	1
11	6	0	0	1
12	6	0	0	1
13	7	0	0	1
14	7	0	0	1
15	8	0	0	1
16	8	0	0	1
17	9	0	0	1
18	9	0	0	1
19	10	0	0	1
20	10	0	0	1
21	11	0	0	1
22	11	0	0	1
23	12	0	0	1
24	12	0	0	1
25	13	0	0	1
26	13	0	0	1
27	14	0	0	1
28	14	0	0	1
29	15	0	0	1
30	15	0	0	1
31	16	0	0	1
32	16	0	0	1
33	17	0	0	1
34	17	0	0	1
35	18	0	0	1
36	18	0	0	1

Gambar 2 Hasil implementasi di kebun inti.

Implementasi model pada penjadwalan penugasan truk pengangkut tandan buah segar pada kebun plasma, sebagai contoh pada periode panen yang sama. Jumlah truk yang dibutuhkan sejumlah 18 unit untuk kerja dua trip. Jumlah unit kebun pada kebun plasma ada sebanyak tujuh unit kerja yang setara dengan satu afdeling istilah untuk kebun inti. Organisasi transportasi dilakukan oleh koperasi petani plasma. Hubungan bisnis antara perusahaan inti dan para petani plasma melalui koperasi memungkinkan hasil analisis penjadwalan truk untuk mengangkut hasil panen ini dapat dikomunikasikan. Bagi pengelola transportasi, rencana jadwal angkut akan memudahkan proses pengawasan dan penugasan truk yang tersedia. Informasi kebutuhan truk juga akan menjadi informasi yang berguna untuk perencanaan penyediaan truk. Ketersediaan jumlah truk yang dibutuhkan akan menghindari risiko penurunan mutu yang bersumber dari tandan buah segar. Tampilan dari penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 3.





Gambar 3 Tampilan optimasi penugasan truk di kebun plasma

Penugasan setiap truk disertai trip secara lengkap tersimpan pada dokumen berekstensi .txt. Pola penugasan terlihat mendahulukan unit dengan jarak tempuh terjauh. Hal ini merupakan bagian dari upaya menghindari waktu tunggu hasil panen di tempat penumpukkan yang terlalu lama. Adanya optimasi penugasan truk menjadi masukan penting bagi petani dalam kegiatan panen sehingga terjadi sinkronisasi dengan penjadwalan.

Trip	Truk	Unit-1	Unit-2	Unit-3	Unit-4	Unit-5	Unit-6	Unit-7
1	1	0	0	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	0	0	0	1
3	1	0	0	0	0	0	0	1
4	1	0	0	0	0	0	0	1
5	1	0	0	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	1
8	1	0	0	0	0	0	0	1
9	1	0	0	0	0	0	0	1
10	1	0	0	0	0	0	0	1
11	1	0	0	0	0	0	0	1
12	1	0	0	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	0	0	1
14	1	0	0	0	0	0	0	1
15	1	0	0	0	0	0	0	1
16	1	0	0	0	0	0	0	1
17	1	0	0	0	0	0	0	1
18	1	0	0	0	0	0	0	1
19	1	0	0	0	0	0	0	1
20	1	0	0	0	0	0	0	1
21	1	0	0	0	0	0	0	1
22	1	0	0	0	0	0	0	1
23	1	0	0	0	0	0	0	1
24	1	0	0	0	0	0	0	1
25	1	0	0	0	0	0	0	1
26	1	0	0	0	0	0	0	1
27	2	0	0	0	0	0	0	1
28	2	0	0	0	0	0	0	1
29	2	0	0	0	0	0	0	1
30	2	0	0	0	0	0	0	1
31	2	0	0	0	0	0	0	1
32	2	0	0	0	0	0	0	1
33	2	0	0	0	0	0	0	1
34	2	0	0	0	0	0	0	1
35	2	0	0	0	0	0	0	1
36	2	0	0	0	0	0	0	1
37	2	0	0	0	0	0	0	1
38	2	0	0	0	0	0	0	1
39	2	0	0	0	0	0	0	1
40	2	0	0	0	0	0	0	1
41	2	0	0	0	0	0	0	1
42	2	0	0	0	0	0	0	1
43	2	0	0	0	0	0	0	1
44	2	0	0	0	0	0	0	1
45	2	0	0	0	0	0	0	1
46	2	0	0	0	0	0	0	1
47	2	0	0	0	0	0	0	1
48	2	0	0	0	0	0	0	1
49	2	0	0	0	0	0	0	1
50	2	0	0	0	0	0	0	1
51	2	0	0	0	0	0	0	1
52	2	0	0	0	0	0	0	1
53	2	0	0	0	0	0	0	1
54	2	0	0	0	0	0	0	1
55	2	0	0	0	0	0	0	1
56	2	0	0	0	0	0	0	1
57	2	0	0	0	0	0	0	1
58	2	0	0	0	0	0	0	1
59	2	0	0	0	0	0	0	1
60	2	0	0	0	0	0	0	1
61	2	0	0	0	0	0	0	1
62	2	0	0	0	0	0	0	1
63	2	0	0	0	0	0	0	1
64	2	0	0	0	0	0	0	1
65	2	0	0	0	0	0	0	1
66	2	0	0	0	0	0	0	1
67	2	0	0	0	0	0	0	1
68	2	0	0	0	0	0	0	1
69	2	0	0	0	0	0	0	1
70	2	0	0	0	0	0	0	1
71	2	0	0	0	0	0	0	1
72	2	0	0	0	0	0	0	1
73	2	0	0	0	0	0	0	1
74	2	0	0	0	0	0	0	1
75	2	0	0	0	0	0	0	1
76	2	0	0	0	0	0	0	1
77	2	0	0	0	0	0	0	1
78	2	0	0	0	0	0	0	1
79	2	0	0	0	0	0	0	1
80	2	0	0	0	0	0	0	1
81	2	0	0	0	0	0	0	1
82	2	0	0	0	0	0	0	1
83	2	0	0	0	0	0	0	1
84	2	0	0	0	0	0	0	1
85	2	0	0	0	0	0	0	1
86	2	0	0	0	0	0	0	1
87	2	0	0	0	0	0	0	1
88	2	0	0	0	0	0	0	1
89	2	0	0	0	0	0	0	1
90	2	0	0	0	0	0	0	1
91	2	0	0	0	0	0	0	1
92	2	0	0	0	0	0	0	1
93	2	0	0	0	0	0	0	1
94	2	0	0	0	0	0	0	1
95	2	0	0	0	0	0	0	1
96	2	0	0	0	0	0	0	1
97	2	0	0	0	0	0	0	1
98	2	0	0	0	0	0	0	1
99	2	0	0	0	0	0	0	1
100	2	0	0	0	0	0	0	1

Gambar 3 Hasil implementasi di kebun plasma



## PEMBAHASAN

Optimasi transportasi yang menjadwalkan rute truk sangat membantu dalam penjaminan pemanfaatan alat angkut yang optimal. Faktor kritis dalam transportasi ini adalah jumlah truk yang tersedia. Perencanaan kebutuhan truk yang dihasilkan model ini perlu ditindak lanjuti dengan kebijakan pengadaan truk. Kondisi-kondisi yang memicu risiko transportasi adalah kekurangan truk pada periode-periode tertentu. Jumlah truk yang tersedia yang lebih sedikit dibandingkan dengan kebutuhan perlu diantisipasi dengan membangun kerjasama dengan pihak koperasi jasa transportasi.

Kebijakan alternatif yang dapat dilakukan dalam mengatasi kekurangan ketersediaan truk adalah menambah jumlah trip setiap truk. Manfaat yang diperoleh dari kebijakan ini adalah biaya sewa transportasi tidak ada. Risiko yang harus ditanggung perusahaan adalah penurunan mutu akibat penundaan transportasi dari kebun pabrik. Tandan buah segar akan lama di tempat pengumpulan hasil dan mengakibatkan kadar asam lemak bebas meningkat. Biaya risiko yang akan muncul akibat dari kebijakan ini adalah penurunan harga jual minyak sawit mentah. Model matematik yang dirancang ini memang belum memasukan analisis *trade off* antara penambahan truk dan penambahan trip dari aspek rasio manfaat dan biaya. Model matematik yang diformulasikan untuk transportasi ditekankan pada jaminan pengalokasian tugas setiap truk disetiap trip ke seluruh lokasi panen sehingga seluruh panen dapat di angkut ke pabrik.

Ketersediaan truk dan waktu angkut rata-rata dinilai berisiko tinggi sedangkan kondisi jalan berisiko sedang dan proses pemuatan dan pembongkaran tandan buah segar berisiko rendah. Hasil penilaian ini sangat membantu pengambil keputusan untuk lebih fokus pada perencanaan transportasi. Pada tingkat operasional, ketersediaan truk dan waktu angkut rata-rata tandan buah segar panen merupakan permasalahan pokok yang perlu diselesaikan dengan baik. Pemicu risiko ini juga sejalan dengan hasil penilaian pada kegiatan panen dengan risiko tinggi pada lama penumpukan di tempat pengumpulan hasil. Hal ini terjadi disebabkan perencanaan transportasi yang perlu diperbaiki. Model model sangat memungkinkan membantu pengambil keputusan dalam merencanakan kegiatan transportasi tandan buah segar. Kegiatan panen lainnya dianggap sudah baik karena memberikan nilai tingkat risiko yang rendah. Hal ini berarti manajemen panen telah dilakukan dengan baik dan perlu terus dipertahankan.

Kebijakan yang perlu diperhatikan dalam manajemen transportasi panen ini adalah perawatan kendaraan. Dalam kasus kebun inti, ketersediaan truk bukan hanya ditujukan untuk transportasi hasil panen saja tetapi kegiatan perawatan kebun seperti pemupukan. Kondisi truk perlu dijaga melalui manajemen perawatan yang baik agar truk dapat bekerja dengan baik. Berbagai aspek manajemen perawatan yang perlu diperhatikan antara lain ketersediaan suku cadang, fasilitas perawatan dan operator perawatan truk yang handal.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Makalah ini telah menjelaskan formulasi matematik yang dibutuhkan dalam penjadwalan transportasi tandan buah segar. Model yang dikembangkan ini sangat berguna sebagai alat untuk mengukur kinerja rantai pasok khususnya dalam perencanaan dan pengendalian sistem transportasi tandan buah segar. Model ini dapat digunakan sebagai alat analisis bagi pengambil keputusan untuk melakukan perbaikan manajerial dalam bentuk kebijakan mulai dari penjadwalan transportasi dan



prediksi kebutuhan jumlah truk. Hasil aplikasi model menunjukkan efektifitas perencanaan transportasi sesuai kebutuhan pengambil keputusan.

Penjadwalan transportasi tandan buah segar membutuhkan akurasi informasi yang terkait dengan jumlah panen di setiap lokasi. Implikasi dari penerapan model adalah prakiraan jumlah panen di setiap lokasi sangat dibutuhkan. Penelitian lanjutan dapat dilakukan pada pengembangan model yang mengintegrasikan prakiraan jumlah panen dan risiko mutu dalam penjadwalan transportasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Burer S, Jones PC, Lowe TJ. 2007. Coordinating The Supply Chain in The Agricultural Seed Industry. *European Journal of Operational Research* 185(1): 354-377.
- Carson JS. 2002. Model Verification and Validation. Di dalam: Yucesan E, Chen C-H, Snowdon L, Chames JM, editor. *Proceeding of the 2002 Winter Simulation Conference*: 52-58.
- Djohar S, Tanjung H, Cahyadi ER. 2003. Building A Competitive Advantage on CPO Through Supply Chain Management: A Case Study in PT. Eka Dura Indonesia, Astra Agrolestari, Riau. *Jurnal Manajemen & Agribisnis* 1(1): 20-32.
- Gupta RK, Bhunia K. 2006. An Application of Real-Coded Genetic Algorithm (RCGA) for Integer Linear Programming i Production-Transportation Problems with Flexible Transportation Cost. *AMO-Advanced Modeling and Optimization* 8(1): 73-98.
- Goldsmann D., Pernet S., Kang K. 2002. Simulation of Transportation Logistics. *Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference*: 901-904.
- Karabuk S. 2007. Modeling and Optimizing Transportation Decisions in Manufacturing Supply Chain. *Transportation Research Part E* (43): 321-337.
- Li L, Lai KK. 2000. A Fuzzy Approach To The Multiobjective Transportation Problem. *computers & Operations Research* 27: 43-57.
- Milan EL, Fernandez SM, Aragonés LMP. 2006. Sugar Cane Transportation in Cuba, a Case Study. *European Journal of Operational Research* 174: 374-386.
- Milan EL, Fernandez SM, Aragonés LMP. 2006. Sugar Cane Transportation in Cuba, A Case Study. *European Journal of Operational Research* 174: 374-386.
- Nunkaew W, Phruksaphanrat B. 2009. A Multiobjective Programming for Transportation Problem with the Consideration of Both Depot to Customer and Customer to Customer Relationships. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists*: 1-6.
- Philpott A, Everett G. 2001. Supply Chain Optimisation in The Paper Industry. *Annals of Operations Research* 108: 225-237.
- Shih LH. 1999. Cement transportation planning via fuzzy linear programming. *International Journal Production Economics* 58: 277-287.
- Wouda FHE, Van Beek P, van der Vorst JGAJ, Tacke H. 2002. An Application of Mixed Integer Linear Programming Models on Redesign of the Supply Network of Nutricia Dairy & Drink Group in Hungary. *OR Spectrum* 24: 449-465.
- Zee D J van der, Vorst JGAJ van der. 2005. A Modeling Framework for Supply Chain Simulation: Opportunities for Improved Decision Making. *Decision Sciences* 36(1): 65-95.