

**SISTEM TRANSPORTASI  
TANDAN BUAH SEGAR (TBS) DENGAN PENDEKATAN  
*FUZZY BINARY INTEGER PROGRAMMING***

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**DITTA MARTARIZA**  
**07 173 085**



**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

## ABSTRAK

Penelitian ini membahas masalah sistem transportasi Tandan Buah Segar (TBS) PT Sumbertama Nusa Pertiwi (SNP). PT SNP bergerak dibidang perkebunan dan industri pengolahan kelapa sawit. Produk yang dihasilkan adalah CPO. Pengangkutan kelapa sawit memerlukan penjadwalan transportasi. PT SNP menerapkan sistem *fixed allocation* dalam penugasan truk padahal jumlah panen setiap harinya berbeda-beda. Cara seperti ini tidak efektif untuk perkebunan kelapa sawit seluas  $\pm 8.000$  hektar. Dampak yang paling signifikan adalah peningkatan kadar Asam Lemak Bebas (ALB) sehingga mutu produk akhir menurun. Oleh sebab itu, diperlukan pengembangan model yang dapat mengakomodasi keseluruhan konstrain dimana seluruh TBS dapat terangkut dalam waktu kurang dari 8 jam dan ketidakpastian informasi terhadap jumlah panen.

Tahapan penelitian adalah survey pendahuluan, identifikasi masalah, formulasi model, verifikasi, dan validasi model. Verifikasi dilakukan dengan menyelesaikan kasus sederhana menggunakan model sedangkan validasi model menggunakan metode *event validity*. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara dengan bagian terkait tentang sistem transportasi TBS dan data sekunder berupa jumlah truk, biaya transportasi, dan luas perkebunan kelapa sawit. Konsep model yang digunakan adalah *fuzzy binary integer programming*. Untuk fungsi keanggotaan *fuzzy* kurva yang digunakan adalah kurva-S. Kurva ini lebih fleksibel untuk jumlah panen yang bersifat *unpredictable*.

Aplikasi model terhadap sistem transportasi TBS PT SNP menggunakan data historis dimana jumlah truk yang diperlukan untuk mengangkut seluruh TBS berjumlah 7 dengan maksimal jumlah trip adalah 4 kali. Fungsi tujuan adalah total jarak pengangkutan TBS dengan nilai 152,41 km. *Output* model menunjukkan hasil bahwa penugasan truk dapat menjamin seluruh TBS dapat terangkut kurang dari 8 jam semenjak dipanen. Jarak transportasi memiliki nilai berbeda untuk perubahan parameter *fuzzy*. Parameter tersebut adalah dengan nilai antara 2 dan 20 dan  $\mu$  dengan nilai 0,1 sampai dengan 0,9. Untuk biaya transportasi, PT SNP memiliki standar biaya transportasi yaitu sebesar Rp 6.800 per km. Biaya ini sudah termasuk gaji supir, biaya *maintenance*, dan biaya lainnya.

Kata Kunci : Transportasi, TBS, *fuzzy binary integer programming*, penugasan truk

# BAB I

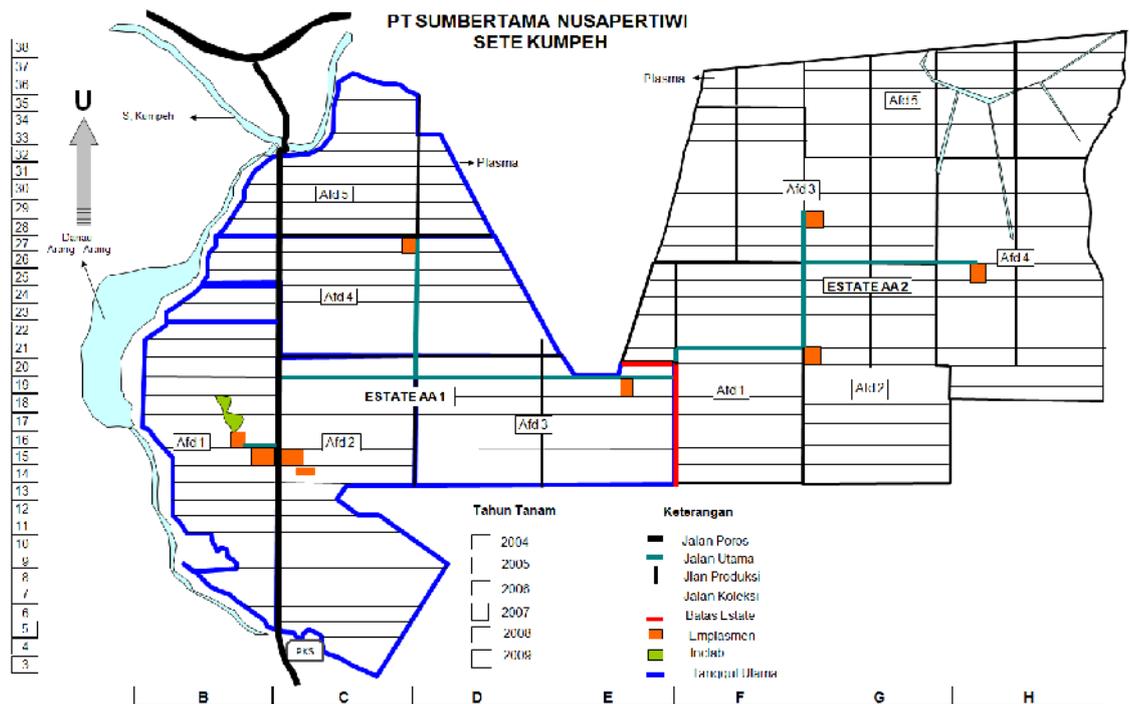
## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) berasal dari Afrika Barat. Kelapa sawit pertama kali diperkenalkan di Indonesia oleh pemerintah Belanda pada tahun 1848. Tanaman ini adalah tanaman penghasil utama minyak nabati yang mempunyai produktivitas lebih tinggi dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya.

Menurut Pahan (2010), perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu pondasi bagi tumbuh dan berkembangnya sistem agribisnis kelapa sawit. Dalam pengelolaan kebun kelapa sawit, faktor transportasi mendapat perhatian khusus. Keterlambatan (*restan*) pengangkutan Tandan Buah Segar (TBS) ke Pabrik Kelapa Sawit (PKS) akan mempengaruhi proses pengolahan, kapasitas olah, dan mutu akhir produk.

PT Sumbertama Nusa Pertiwi (SNP) adalah sebuah industri yang bergerak di bidang perkebunan dan pengolahan kelapa sawit. Produk yang dihasilkan adalah *Crude Palm Oil* (CPO). Gambar 1 di bawah ini menunjukkan peta perkebunan kelapa sawit PT SNP. Tidak semua area perkebunan di tanami kelapa sawit. Beberapa area terdapat emplasmen dan inclab. Emplasmen adalah perumahan karyawan PT SNP dan inclab adalah area yang tidak bisa ditanami. Area ini biasanya dibuat parit, tanggul, dan jalan. Di samping itu, perkebunan dapat dimasuki dari berbagai jalan. Jalan tersebut adalah jalan poros, jalan utama, jalan produksi, dan jalan koleksi. Masing-masing jalan mempunyai panjang dan lebar yang berbeda-beda.



**Gambar 1.** Peta Perkebunan Kelapa Sawit PT Sumbertama Nusa Pertiwi  
[Sumber : PT Sumbertama Nusa Pertiwi, 2010]

Perusahaan ini memiliki perkebunan kelapa sawit seluas  $\pm 8000$  hektar dengan jumlah panen yang berbeda setiap harinya. Perkebunan tersebut dibagi atas 10 divisi. Setiap divisi terdiri dari blok-blok. Setelah panen, TBS ditumpuk di Tempat Pengumpulan Hasil (TPH). TPH ini terdapat di setiap blok. Truk-truk pengangkut akan memuat TBS di TPH dan membawanya ke pabrik pengolahan.

Sistem transportasi PT SNP dikelola oleh departemen *utilities*. Selain bertanggung jawab atas *maintenance* kendaraan, departemen ini juga mengatur penjadwalan transportasi truk-truk pengangkut TBS dari kebun (divisi) ke pabrik. Sistem transportasi yang diterapkan adalah penugasan dengan *fixed allocation*. Jika jumlah panen lebih banyak daripada kapasitas angkut truk, maka truk melakukan beberapa kali trip ke setiap divisi dan penimbunan TBS di TPH lebih lama. Padahal TBS paling lama dibiarkan sebelum diolah hanya 8 jam. Jika melebihi waktu tersebut kadar Asam Lemak Bebas (ALB) kelapa sawit meningkat. Hal ini berdampak terhadap mutu CPO yang dihasilkan.

Dengan area perkebunan yang sangat luas dan jumlah panen setiap divisi berbeda-beda, tentunya tidak mudah untuk mengatur penjadwalan transportasi TBS. Sistem penjadwalan transportasi yang diterapkan hendaklah dapat mengangkut

seluruh TBS yang dipanen dengan minimasi waktu dan biaya. Minimasi waktu berbanding lurus dengan minimasi jarak. Hal ini terkait dengan upaya untuk mempertahankan mutu CPO sedangkan minimasi biaya berhubungan dengan keuntungan perusahaan. Oleh sebab itu, penjadwalan transportasi merupakan sesuatu yang krusial dalam rantai pasok industri CPO. Penjadwalan transportasi truk pengangkut TBS dalam penelitian ini dilakukan dengan formulasi model menggunakan pemograman linear (*linear programming*) yaitu dengan konsep pemograman bilangan bulat biner (*binary integer programming*). Kombinasi metode *fuzzy* dan pemograman linear telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Diantaranya adalah Vasant (2004) dalam menentukan *supply production planning* dengan sasaran yang ingin dicapai adalah maksimasi pendapatan dan minimasi polusi, Shih (1999) memodelkan transportasi semen serta Hadiguna dan Marimin (2007) dalam pengalokasian pasokan berdasarkan produk unggulan untuk rantai pasok sayuran segar.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana formulasi matematik sebagai model dalam menjadwalkan truk-truk ke setiap divisi perkebunan agar seluruh TBS dapat terangkut dengan meminimasi jarak pengangkutan TBS ke pabrik pengolah.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengembangkan model matematik untuk optimasi penjadwalan truk pengangkut TBS dari divisi perkebunan ke pabrik pengolah sehingga semua TBS hasil panen dapat terangkut seluruhnya dengan jarak pengangkutan TBS minimal.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diberikan dari implementasi model ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan kemudahan dalam pengambilan keputusan dalam penjadwalan truk.
2. Menimimasi jarak tempuh sehingga dapat menghemat biaya transportasi yang dikeluarkan.

## **1.5 Ruang Lingkup dan Asumsi Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini terdiri dari batasan masalah dan asumsi. Batasan masalah mempersempit dan membatasi ruang lingkup penelitian sedangkan asumsi menyederhanakan kondisi nyata yang akan dijadikan dasar dalam formulasi model.

### **1.5.1 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penjadwalan transportasi hanya mencakup pengangkutan TBS yang berasal dari kebun inti.
2. Model yang dikembangkan bersifat statis deterministik.

### **1.5.2 Asumsi**

Asumsi yang digunakan dalam formulasi model adalah :

1. Jumlah truk yang dibutuhkan selalu tersedia
2. Mengabaikan kondisi tertentu pada jalan yang dilalui truk pengangkut TBS (misalnya becek karena banjir atau hujan lebat dan kerusakan jembatan)

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Pengembangan model sistem transportasi PT Sumbertama Nusa Pertiwi menggunakan konsep *fuzzy binary integer programming*. Penggunaan konsep *fuzzy* dilakukan untuk mengakomodasi ketidakpastian informasi sedangkan konsep *binary integer programming* dapat mengakomodasi konstrain yang ada pada sistem dimana seluruh TBS dapat terangkut kurang dari 8 jam. Fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan adalah kurva-S untuk penyusutan. Dalam aplikasi model dilakukan perubahan terhadap nilai parameter yaitu  $\alpha$  dan  $\mu$  untuk melihat dan membandingkan hasil yang diperoleh. *Output* yang dihasilkan berupa total jarak transportasi dan variabel keputusan  $X_{ijk}$  (penugasan truk  $i$  pada trip  $j$  ke lokasi  $k$ ) berupa bilangan biner 0 atau 1 dimana angka 1 yang berarti terdapat penugasan truk  $i$  pada trip  $j$  ke divisi  $k$ .

Penelitian dilakukan mulai dari bulan Februari sampai dengan Maret. Aplikasi model terhadap sistem transportasi TBS PT SNP menggunakan data historis dimana hanya terdapat 7 divisi yang panen. Jumlah truk yang diperlukan untuk mengangkut seluruh TBS berjumlah 7 dengan maksimal jumlah trip adalah 4 kali. Fungsi tujuan berupa total jarak pengangkutan TBS dengan nilai 152,41 km. Hasil optimasi penugasan untuk setiap divisi terdiri dari 23 trip untuk Arang-Arang I dimana terdapat 6 trip pada divisi I, 9 trip pada divisi II, 3 trip pada divisi III, 3 trip pada divisi IV, 2 trip pada divisi V dan 2 trip untuk Arang-Arang II dimana penugasan pada divisi I dan divisi II masing-masing 1 trip. *Output* model menunjukkan hasil bahwa penugasan truk dapat menjamin seluruh TBS dapat terangkut kurang dari 8 jam semenjak dipanen. Jarak transportasi memiliki nilai berbeda untuk perubahan parameter *fuzzy*. Parameter tersebut adalah  $\alpha$  dengan nilai antara 2 dan 20 dan  $\mu$  dengan nilai 0,1 sampai dengan 0,9. Semakin besar nilai  $\mu$  maka jarak transportasi semakin pendek. Begitu juga dengan parameter  $\alpha$ , semakin besar nilai  $\alpha$  maka jarak transportasi semakin kecil untuk nilai  $\mu$  yang sama. Untuk biaya transportasi, PT SNP memiliki standar biaya transportasi yaitu sebesar Rp 6.800 per km. Biaya ini sudah termasuk gaji supir, biaya *maintenance*, dan biaya lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, H Ronald. (1999). *Business Logistic Management*. New Jersey : Prentice Hall.
- Hadiguna, R. A., Machfud, Eriyatno, Suryani, A., Yandra. (2010). Model Matematik Sistem Transportasi Tandan Buah Segar pada Rantai Pasok Agroindustri Minyak Sawit Mentah. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 14, p. 67-77.
- Hadiguna, R.A., dan Marimin. (2007). Alokasi Pasokan Berdasarkan Produk Unggulan untuk Rantai Pasok Sayuran Segar. *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 9, No.2, p. 85-101.
- Heragu, Sundreres. (1997). *Facility Design*. PWS Publishing Company, A Division of International Thomson Publishing Inc.
- Liebermen, Hiller. (2001). *Introduction to Operational Research 7<sup>th</sup> Edition*, New York: McGraw Hill International Editions.
- Murthy, D. N. P., Page, N. W., Rodin, E. Y. (1990). *Mathematical Modelling, A Tool for Problem Solving in Engineering, Physical, Biological, and Social Sciences*. Oxford : Pergammon Press.
- Pahan, I. 2010. *Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Peidro, David and Vasant, Padian. (2011). Transportation Planning with S-Curve Membership Function Using an Interactive Fuzzy Multiobjective Approach. 2656-2663.

Rangkuman dari berbagai Sumber. (2011). Kelapa Sawit. Diakses pada 3 Maret 2011, dari <http://www.ideelok.com/budidaya-tanaman/kelapa-sawit> .

Setiadji. (2009). *Himpunan dan Logika Samar*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Shih, Li-Hsing. (1998). Cement Transportation Planning Via Fuzzy Linear Programming. *International J. Production Economic* 59 (1999). 277-287.

Sargent, Robert G. Verification, Validation, and Accreditation of Simulation Models. *Proceeding of the 2000 Winter Simulation Conference* J. A. Joines, R. R. Barton, K. Kang, and P. A. Fishwick, eds.

Simatupang, Togar M. (1995). *Pemodelan Sistem*. Klaten : Nindita.

Vasant. (2004). Application of Multiobjective Fuzzy Linear Programming in Supply Production Planning Problem. *Jurnal Teknologi* 40 (D) Jun 2004 :37-48.

Vasant. Modified S-Curve Membership Function and Its Application to Fuzzy Linear Programming. *Journal of ICT*. 2(2). 1-21.

Vasant. (2004). Optimization in Product Mix Problem Using Fuzzy Linear programming.

Vasant. (2006). Fuzzy Production Planning and Its Application to Decision Making. *Journal of Intelligent Manufacturing*. 17.5-12.

Wijaya, Lucky. (2010). *Evaluasi Pemasok Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process-Programa Linear Fuzzy*. Universitas Andalas. Indonesia.