

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan proses pengumpulan data, pengolahan data maupun perhitungan sampai dengan analisis berdasarkan metode penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya. Hasil dari bab ini akan diinterpretasi untuk mendapatkan hubungan sebab akibat dan usulan perbaikan.

4.1 GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Gambaran umum perusahaan akan menjelaskan mengenai sejarah perusahaan, lokasi perusahaan, maupun visi dan misi perusahaan. Gambaran perusahaan perlu diketahui agar dapat mengerti prosedur perusahaan sehingga dapat memudahkan peneliti dalam melakukan penelitian di perusahaan tersebut.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Selama 3,5 abad bangsa Belanda menjajah rakyat Indonesia. Pada masa penjajahan tersebut Belanda mencari keuntungan yang sebesar-besarnya. Keuntungan tersebut diperoleh dengan salah satunya menjalankan tanam paksa yang dikenal dengan *culture stelsel*. Salah satu jenis tanaman yang ditanam adalah tebu sebagai salah satu bahan baku pembuatan gula.

Pada jaman pemerintahan Belanda secara bertahap para pengusaha swasta Belanda mendirikan perusahaan perkebunan yang termasuk pabrik gula pada tahun 1830. Pabrik Gula Lestari didirikan pada tahun 1909 oleh CV Cultur Maatschappij Panji Tanjung Sari yang pada waktu itu berkedudukan di Amsterdam. Selanjutnya perusahaan dan tata usahanya diserahkan kepada On Van Kerchen Indonesia di Surabaya.

Pada tahun 1950 setelah perang dunia II usai, perusahaan-perusahaan perkebunan milik bangsa asing diambil dan dikelola menjadi Perusahaan Perkebunan Negara (PPN). Pada saat pemerintah Indonesia menuntut kembalinya Irian Barat (Irian Jaya) ke wilayah Indonesia, maka tanggal 10 Desember 1956 telah diambil alih oleh perusahaan-perusahaan swasta, Belanda dimasukkan dalam pengelolaan Perusahaan Perkebunan Negara Baru (PPN Baru). Kemudian pada tahun 1973 resmi sebagai bagian dari PTP XXI-XXII (Persero) berdasarkan Kuasa Menteri Pertanian tanggal 31 Desember 1973. Dalam Perkembangan PTP XXI-XXII (Persero) dilebur debfab PTP XVII menjadi PTPN X (Persero).

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Adapun Visi dan Misi dari Pabrik Gula Lestari adalah sebagai berikut.

1. Visi

Menjadi perusahaan agrobisnis berbasis perkebunan yang terkemuka di Indonesia yang tumbuh dan berkembang bersama mitra.

2. Misi

Mempertahankan kelangsungan hidup perusahaan dalam jangka panjang dengan cara :

- Berkomitmen menghasilkan produk berbasis bahan baku tebu yang berdaya saing tinggi untuk pasar domestik dan internasional
- Mendedikasikan pelayanan rumah sakit kepada masyarakat umum dan perkebunan untuk hidup sehat
- Mendedikasikan diri untuk selalu meningkatkan nilai-nilai perusahaan bagi kepuasan *stakeholder*, melalui kepemimpinan, inovasi dan kerjasama tim serta orang yang efektif.

4.1.3 Lokasi Perusahaan

Pabrik Gula Lestari terletak di Desa Ngrombot Kecamatan Patianrowo, Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur. Dari lokasi yang dikelilinginya rata-rata adalah tempat tinggal penduduk, maka sebagian besar tenaga kerja (operator mesin) didapatkan dari penduduk sekitar. Berikut gambar dari lokasi Pabrik Gula Lestari.



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik Gula Lestari Kertosono
Sumber: Pabrik Gula Lestari Kertosono

4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Pabrik Gula Lestari di sini menggunakan struktur organisasi garis, di mana perintah dan wewenang mengalir dari pimpinan kepada bawahannya dan dari bawahan mengalir kepada bawahannya lagi dan sampai kepada pekerja di lapangan. Struktur organisasi PG Lestari, Kertosono dapat dilihat pada Lampiran 1. Susunan dari struktur organisasi dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Administratur

Di PG Lestari, Administratur merupakan pimpinan puncak yang mempunyai tanggung jawab kepada Direksi tentang kegiatan-kegiatan yang dilakukan sehari-hari oleh seluruh kepala bagian. Sedangkan tugas pokoknya adalah:

- a. Menentukan kebijakan perusahaan atau pabrik pada umumnya, baik di luar maupun di dalam sesuai yang digariskan oleh Direksi yaitu PT. Perkebunan Nusantara X (PERSERO).
- b. Mengkoordinir dan mengawasi pelaksanaan kerja dari masing-masing kepala bagian.
- c. Meminta pertanggungjawaban kepada semua kepala bagian mengenai aktifitas yang dilakukan.

2. Kepala Tanaman

Kepala tanaman membawahi Mandor/Sinder Kebun Kepala Argonomi, Sinder Kebun Kepala (SKK) Tebang dan Angkut Tebu, dan Sinder Kebun Kepala (SKK) Agro/Litbang. Kepala Tanaman mempunyai tugas-tugas sebagai berikut:

- a. Membantu dan bertanggung jawab kepada Administratur atas kelancaran tugas bagian tanaman.
- b. Mengkoordinir pelaksanaan tugas dalam bidang tanaman.
- c. Merencanakan luas areal dan produksi bahan baku tebu sesuai kebutuhan.
- d. Menyediakan bahan baku tebu sesuai kebutuhan operasional pabrik gula.
- e. Merencanakan, mengatur, atau mengurus dan mengendalikan pembiayaan di bagian tanaman sesuai dengan Rencana Anggaran Belanja (RAB).
- f. Mengembangkan hasil-hasil dari sub bagian penelitian dan pengembangan (Litbang).

3. Kepala Administrasi Keuntungan dan Umum (AK. U)

Kepala Administrasi Keuntungan dan Umum membawahi bagian perencanaan, bagian keuangan dan akuntansi, bagian personalia dan tenaga kerja, yang bertugas sebagai berikut:

- a. Membuat administrasi dalam pengolahan keuangan pabrik gula.
- b. Bertanggung jawab kepada Administratur mengenai tugas-tugas di bidang administrasi dan keuangan.
- c. Mengkoordinir pelaksanaan tugas-tugas Responsibility Centre (RC) di bidang tata usaha dan keuangan yang meliputi:
 - 1) RC. Perencanaan
 - 2) RC. Keuangan dan Akuntansi
 - 3) RC. Personalia dan Tenaga Kerja
4. Kepala Pengolahan
Kepala Pengolahan membawahi RC. Umum, Chemiker dan pelaksana. Kepala Pengolahan pada perusahaan ini memiliki tugas sebagai berikut :
 - a. Membantu dan bertanggung jawab kepada Administratur atas kelancaran tugas di bidang pabrikasi.
 - b. Melaksanakan kebijakan perusahaan dalam bidang pengolahan.
 - c. Menyusun rencana kerja bagian pengolahan meliputi ; peralatan, personalia, dan keperluan *processing*.
 - d. Mengkoordinir pembuatan laporan-laporan yang bersifat rutin maupun insidental.
5. Kepala Instalasi
Mebawahi ahli mesin senior, masinis II, masinis III, masinis pabrik, masinis besali dan bangunan, serta masinis garasi dan dok. Tugas-tugas Kepala Instalasi adalah sebagai berikut.
 - a. Membantu dan bertanggung jawab kepada Administratur di bidang instalasi (teknik).
 - b. Melaksanakan kebijakan perusahaan tentang operasional bagian instalasi.
 - c. Membuat RKAP bagian instalasi sesuai yang digariskan Administratur.
 - d. Membuat laporan bidang instalasi ketentuan Administratur.
 - e. Mengkoordinir pemeliharaan mesin-mesin dan peralatan.

Ditinjau dari ciri-ciri organisasi lini dan staf seperti yang diuraikan berdasarkan literatur bahwa unsur pimpinan pabrik PG. Lestari yang dilakukan secara kolektif nampak jelas dengan keberadaan Administratur dan beberapa kepala bagian di bawahnya yang bertanggung jawab terhadap pengarahan dan pengawasan pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan karyawan di suatu bagian yang sama. Di bawah kepemimpinan pabrik yang telah diatur oleh Administratur terdapat empat kepala bagian yang antara lain adalah

Kepala Tanaman, Kepala Administrasi dan Keuangan, Kepala Pengolahan dan Kepala Instalasi. Kepala Tanaman membawahi bagian SKK Argonomi, SKK Tebang Angkut dan SKK Litbang. Kepala Administrasi dan Keuangan membawahi RC Perencanaan, RC Akuntansi, RC PTK dan RC Sekum. Kepala Pengolahan dan Kepala Instalasi membawahi RC Umum yang berbeda tugas. Semua struktur organisasi pasti mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam fungsi kontrol pelaksanaan manajemen, maka struktur organisasi yang diterapkan di PG Lestari tidak luput dari kekurangan. Adapun kelebihan dan kekurangan dari struktur organisasi ini adalah sebagai berikut :

1. Kelebihannya adalah kesatuan wewenang dan tanggung jawab pada pimpinan, koordinasi yang lebih diterapkan, diperoleh dari tenaga ahli dan mempunyai keluwesan atau toleran yang tinggi dan lain-lain.
2. Kekurangannya adalah saran dan kritikan dari staf bisa saja diabaikan oleh pimpinan, penggunaan staf ahli akan menambah pembebanan biaya, kemungkinan kepala bagian melampaui kewenangan stafnya.

4.1.5 Tenaga Kerja dan Fasilitas

Tenaga kerja di PG Lestari dibagi dalam tiga jenis yaitu :

1. Karyawan Tetap
Karyawan yang bekerja pada saat musim giling dan di luar musim giling. Di sini dibagi menjadi dua, yang terdiri dari pimpinan dan pelaksana.
2. Karyawan Kampanye
Karyawan yang bekerja pada saat musim giling yang mana bertugas melaksanakan pekerjaan-pekerjaan di gilingan, pekerjaan di dalam pabrik sampai dengan penumpukan gula dalam pabrik dan hanya bekerja pada waktu giling saja.
3. Karyawan *Outsourcing*
Karyawan kontrak waktu tertentu (PKWT dan harian). Karyawan yang bekerja sesuai perjanjian karyawan dengan pihak PG Lestari. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sondang dan Siogan (2003) tentang tenaga kerja yang dibagi menjadi dua kelompok yaitu tenaga kerja langsung dan tidak langsung. Tenaga kerja yang termasuk kategori langsung adalah karyawan tetap dan tenaga kerja tidak langsung adalah karyawan kampanye dan *outsourcing*. Kegiatan pergerakan tenaga kerja yang dilakukan perusahaan dapat berjalan dengan baik, di mana penetapan jam kerja bagi karyawan menjadi efektif untuk memotivasi karyawan bekerja lebih efektif.

Karyawan yang bekerja pada musim giling PG. Lestari ini dibagi menjadi tiga *shift* di mana mempunyai jam kerja sebanyak 24 jam/minggu, yaitu :

- a. *Shift* I : 06.00-14.00
- b. *Shift* II : 14.00-22.00
- c. *Shift* III : 22.00-06.00

Ketiga *shift* tersebut hanya untuk karyawan kampanye yang bekerja pada saat musim giling saja. Sedangkan untuk karyawan tetap atau karyawan yang tetap bekerja pada saat musim giling atau tidak, setiap harinya harus masuk pagi. Jam kerja karyawan tetap adalah sebagai berikut:

- a. Hari Senin-Kamis : pukul 06.30-15.00
- b. Hari Jumat : pukul 06.30-11.00
- c. Hari Sabtu : pukul 06.30-11.30
- d. Hari Minggu : Libur

Tingkat pendidikan karyawan di PG Lestari adalah mulai dari tingkat sekolah dasar hingga tingkat sarjana. Basis pendidikan yang dimiliki oleh karyawan ditambah secara bertahap dengan proporsional oleh perusahaan. Pendidikan karyawan ditingkatkan dengan cara menyelenggarakan diklat dan kursus secara berkala bagi karyawan yang berprestasi dan berpotensi sesuai dengan lingkup kerjanya sehingga perusahaan mempunyai karyawan terampil dan profesional dalam bidangnya masing-masing.

4.1.6 Bahan Baku dan Bahan Pengemas

Bahan baku gula di PG. Lestari ini diperoleh dari tanaman tebu yang didapatkan dari hasil panen tebu PG. Lestari sendiri dan hasil tebu dari para petani tebu daerah Kertosono. Tebu mulai ditanam dengan bibit yang mengandung 12 varietas yang sudah disertifikasi oleh BPJMB. Bahan pengemas produk gula disuplai dari PT. Dasapala Nusantara. Bahan pengemas terdiri dari kemasan primer dan kemasan sekunder. Kemasan primer adalah *innerbag* atau plastik dan kemasan sekunder adalah karung yang terbuat dari benang yang dianyam. Warna karung adalah putih dengan *printing* luar masing-masing nama pabrik gula

4.1.7 Proses Produksi Gula

Proses produksi yang digunakan oleh pabrik gula Lestari bertipe proses produksi yang terus menerus (kontinu). Proses produksi dibagi ke dalam dua musim proses produksi, di mana peralatan produksi yang digunakan disusun dan diatur rapi dengan

memperhatikan urutan-urutan atau *routing*. Dalam menghasilkan produk, arus barang serta arus bahan dalam proses yang telah distandarisasi. Seperti pada lampiran 2 telah diperlihatkan bahwa proses pembuatan gula terdiri dalam beberapa tahapan yang dalam setiap tahapan mengalami proses masing-masing dan saling berkaitan. Tahapan pembuatan gula di Pabrik Gula Lestari hampir sama dengan pernyataan Soerjadi (1985). Tahapannya adalah sebagai berikut :

1. Stasiun Gilingan

Proses pemerahan nira dilakukan untuk memperoleh nira dari tebu dan menekan kehilangan gula yang terbawa dalam ampas seminimal mungkin. Untuk mempermudah pemerahan, batang tebu terlebih dahulu dipotong-potong menggunakan *cane cutter* dan diserabutkan pada *unigrator*, kemudian diperah secara bertahap dengan 4 unit gilingan. Ampas yang keluar dari gilingan IV digunakan untuk bahan bakar ketel.

2. Stasiun Pemurnian

Tujuan proses pemurnian nira adalah untuk memisahkan kotoran atau bahan-bahan bukan gula dalam nira mentah. Di sini ditambahkan bahan-bahan pembantu seperti larutan H_3PO_4 , susu kapur $Ca(OH)_2$, gas SO_2 dan flokulan untuk memudahkan pemisahan antara nira jernih dan blotong. Investasi RVF baru telah sukses dilaksanakan pada tahun 2007.

3. Stasiun Penguapan

Tujuan proses penguapan adalah untuk menguapkan air dalam nira encer sehingga diperoleh nira kental pada konsentrasi tertentu sebelum terbentuk kristal. Proses penguapan dilakukan dengan sistem *quadruple effect* dan dilakukan pada kondisi vakum untuk menekan kerusakan sukrosa akibat temperatur tinggi. PG Lestari telah melakukan investasi evaporator baru dengan LP 3000 m² dan telah diopeasikan untuk musim giling 2007.

4. Stasiun Masakan

Tujuan proses kristalisasi dalam *vacuum pan* adalah mengkristalisasi sukrosa yang terdapat dalam nira kental, dengan ukuran dan keseragaman sesuai dengan standar yang sudah ditentukan. Proses ini merupakan proses penguapan lanjutan nira kental dari stasiun penguapan sampai mencapai titik jenuhnya. Proses kristalisasi dilakukan dalam tiga tingkat A-C-D. Gula produksi diperoleh dari *mascuite* A. Sedangkan gula yang diperoleh dari *mesquite* C dan D digunakan sebagai kristal bibitan.

5. Stasiun Puteran

Tujuan proses pemutaran adalah memisahkan kristal gula dari larutan induknya. Proses pemisahan dilakukan dengan menggunakan dua jenis *centrifugal machine* yaitu *High Grade Centrifugal* (HGF) untuk masakan A dan *Low Grade Centrifugal* (LGF) untuk masakan C.

6. Stasiun Penyelesaian

Pada stasiun ini gula SHS basah hasil pemutaran dikeringkan dan didinginkan. Kemudian gula kering ini disaring untuk mendapatkan produksi dengan ukuran Kristal 0,9-1,1 mm dan kadar air kurang dari 0,05%. Gula yang dihasilkan stasiun puteran masih mengandung kadar air yang cukup tinggi, oleh karena itu gula dikeringkan dan didinginkan dengan menggunakan *sugar drier* dan *cooler* (SDC) hingga diperoleh gula dengan kadar air dan suhu yang diharapkan.

4.2 PENGUMPULAN DATA

Data perusahaan yang diambil merupakan data primer dan sekunder yaitu data yang berkaitan dengan tujuan mendapatkan nilai indeks kelayakan terbang (IKT) setiap lahan dan mengoptimalkan jumlah pasokan tebu PG. Lestari Kertosono sesuai dengan permintaan periode pada tahun giling 2014. Data primer diantaranya adalah variabel yang berpengaruh dalam penentuan indeks kelayakan terbang (IKT) lahan, nama himpunan *fuzzy* pada variabel, serta domain himpunan *fuzzy*. Data primer tersebut diperoleh melalui diskusi dengan pihak perusahaan, yaitu kepala departemen tanaman. Data sekunder yang diperlukan adalah data *crisp input* rendemen tebu, *crisp input* faktor kemasakan tebu, *crisp input* jarak tempuh, kapasitas lahan dan jumlah permintaan tebu setiap periode. Data sekunder didapat dari departemen *Quality and Control* PG. Lestari PTPN X Kertosono.

Pada 3 periode sebelum dilakukan giling dilakukan analisa pendahuluan untuk mengambil sampel dari masing-masing lahan tebu sehingga didapatkan berbagai data seperti rendemen, faktor kemasakan, produktivitas lahan, dan koefisien daya tahan. Pabrik Gula Lestari menggunakan satuan periode untuk menunjukkan hari. Satu periode adalah 15 hari giling. Dalam penelitian ini terdapat 11 periode dalam satu masa giling tahun 2014 yang dimulai pada bulan Juni sampai November. Tabel 4.1 merupakan data mengenai domain dari himpunan *fuzzy* yang terdiri dari tiga variabel. Domain *input* variabel rendemen dan faktor kemasakan dinyatakan dalam persen (%), domain variabel jarak tempuh dinyatakan dalam kilometer (km), dan domain *output* indeks kelayakan terbang (IKT) dinyatakan dalam skala 1 sampai dengan 10. Penentuan domain *fuzzy* ini

dilakukan dengan bantuan kepala tanaman yang telah mahir dalam melakukan *scoring* untuk menentukan indeks kelayakan tebang (IKT) lahan. Perumusan rendemen dan faktor kemasakan seperti pada Persamaan 2-29 dan 2-30.

Tabel 4.1 Data Domain Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Nama Himpunan fuzzy	Domain
Input	Rendemen	Rendah	0 ; 4 ; 6
		Sedang	4 ; 6 ; 8
		Tinggi	6 ; 8 ; 12
	Faktor Kemasakan	Rendah	0 ; 40 ; 50
		Sedang	40 ; 50 ; 60
		Tinggi	50 ; 60 ; 100
	Jarak Tempuh	Dekat	0 ; 15 ; 30
		Jauh	15 ; 30 ; 45
		Sangat Jauh	30 ; 45 ; 60
Output	Indeks Kelayakan Tebang	Rendah	0 ; 3 ; 5
		Sedang	3 ; 5 ; 7
		Tinggi	5 ; 7 ; 10

Data rendemen tebu, faktor kemasakan, serta jarak tempuh merupakan data *crisp input* yang akan digunakan dalam proses *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 4.2 dimana terdapat data dari 19 wilayah pensuplai tebu untuk PG. Lestari Kertosono. Nama lahan dalam data tersebut disimbolkan dengan huruf *i* serta sesuai dengan urutan untuk memudahkan pembuatan formula dalam metode *linear programming*.

Tabel 4.2 Data Crisp Input 19 Wilayah Pensuplai Tebu

No	Nama Lahan		Rendemen (%)	Faktor Kemasakan (%)	Jarak (km)
1	Papar	$i = 1$	6.87	51.4	19,9
2	Tuban	$i = 2$	7.58	49,7	97,3
3	Jombang	$i = 3$	7.04	51	32,5
4	Plemahan	$i = 4$	7.09	50.2	23,4
5	Purwoasri	$i = 5$	6.94	51.2	12,1
6	Kunjang	$i = 6$	6.92	49.9	19,8
7	Baron	$i = 7$	7.17	50.4	10,1
8	Tanjunganom	$i = 8$	7.07	51.5	21,4
9	Ngronggot	$i = 9$	6.95	51.7	17,5
10	Bojonegoro	$i = 10$	7.24	51,3	78,9
11	Kertosono	$i = 11$	7.04	51.7	8,5
12	Patianrowo	$i = 12$	7.05	50.6	1,9
13	Lengkong	$i = 13$	7.64	49.7	14,7
14	Jatikalén	$i = 14$	7.37	50.1	12
15	Gondang	$i = 15$	7.31	51	17,7
16	Ngluyu	$i = 16$	7.25	51,2	34,4
17	Sukorame	$i = 17$	6.37	49,4	36,2
18	Sukomoro	$i = 18$	7.07	50.1	20,1
19	Rejoso	$i = 19$	6.78	49.5	38,3

Sumber : Departemen QC PG. Lestari Kertosono

Pada pengolahan *linier programming* diperlukan data mengenai kapasitas tebu masing-masing lahan yang dapat dilihat pada tabel 4.3 yang dinyatakan dalam satuan kwintal (kw). Data kapasitas tebu digunakan sebagai *constrain supply* dalam penentuan alokasi optimal di lahan pada setiap periode. Permintaan (*demand*) tebu pada setiap periode juga diperlukan dalam perhitungan *linear programming* yang digunakan sebagai *constrain demand*.

Tabel 4.3 Data Kapasitas Tebu Masing-Masing Wilayah

Nama Lahan	Kapasitas (kw)	Nama Lahan	Kapasitas (kw)
Papar	401,187	Kertosono	641,084
Tuban	502,701	Patianrowo	230,899
Jombang	976,426	Lengkong	325,089
Plemahan	107,190	Jatikalen	318,652
Purwoasri	908,341	Gondang	229,951
Kunjang	392,109	Ngluyu	10,064
Baron	319,818	Sukorame	2,255
Tanjunganom	107,329	Sukomoro	84,768
Ngronggot	367,101	Rejoso	49,965
Bojonegoro	28,420		

Dalam masa giling tahun 2014 terdapat sebelas periode giling, dimana setiap periode adalah 15 hari. Periode disimbolkan dengan j untuk memudahkan pembuatan formula pada metode *linear programming*. Data mengenai permintaan tebu setiap periode dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Permintaan Tebu Masing-Masing Periode

Tanggal	Periode		Jumlah tebu (kw)	
			Jumlah	Kumulatif
15 Juni 2014	1	$j = 1$	358,101	358,101
30 Juni 2014	2	$j = 2$	570,150	928,251
15 Juli 2014	3	$j = 3$	576,261	1,504,512
31 Juli 2014	4	$j = 4$	396,195	1,900,707
15 Agustus 2014	5	$j = 5$	465,724	2,366,431
31 Agustus 2014	6	$j = 6$	606,817	2,973,248
16 September 2014	7	$j = 7$	563,283	3,536,531
30 September 2014	8	$j = 8$	572,417	4,108,948
16 Oktober 2014	9	$j = 9$	585,412	4,694,360
31 Oktober 2014	10	$j = 10$	586,306	5,280,666
19 November 2014	11	$j = 11$	610,637	5,891,303

4.3 PENGOLAHAN DATA

Pada pengolahan data kali ini diharapkan dapat mengeluarkan hasil yang optimal pada persediaan tebu masing – masing periode sehingga mampu menjawab rumusan masalah. Dalam memenuhi tujuan tersebut pengolahan data dilakukan melalui dua

tahapan yaitu tahap pertama menentukan indeks kelayakan tebang (IKT) lahan tebu PG. Lestari Kertosono menggunakan metode *fuzzy*. Pengolahan data metode *fuzzy* dilakukan dengan menggunakan *software Matlab* disebabkan dalam penentuan keputusan menggunakan cara manual terlampau sulit dan sangat kompleks.

Tahap kedua merupakan tahap penentuan jumlah pasokan tebu tiap periode menggunakan *software LINGO.11* dengan metode *linear programming*. Pemilihan penyelesaian dengan *software LINGO.11* dikarenakan pada penelitian kali ini menggunakan variabel yang banyak sehingga diperlukan bantuan *software* yang cukup canggih untuk mampu menyelesaikan hasil *linear programming*. Nilai *fuzzy* yang bertujuan menentukan indeks kelayakan tebang (IKT) digunakan juga pada metode *linear programming* sebagai nilai bobot maksimasi sehingga pada proses *linear programming* lahan yang akan diambil terlebih dahulu adalah lahan dengan bobot nilai yang tinggi. Pengambilan nilai yang lebih tinggi ini diharapkan mampu memproses lahan yang dirasa lebih baik dari segi rendemen, faktor kemasakan, serta jarak tempuh. Dengan mendapatkan indeks kelayakan tebang (IKT) dari proses *fuzzy* maka dari ketiga variabel tersebut diperoleh dengan lebih halus dibandingkan dengan metode *scoring* sehingga memudahkan perusahaan untuk melakukan pemilihan berdasarkan ketiga variabel serta mengurangi subjektivitas dan *vagueness* dalam menentukan indeks kelayakan tebang (IKT). Oleh sebab itu, kedua metode ini akan saling mendukung dalam proses optimasi pasokan tebu pada PG. Lestari Kertosono.

4.3.1 Logika Fuzzy

Tahap pertama dalam pengolahan data ini adalah proses menentukan indeks kelayakan tebang (IKT) tebu pada lahan-lahan yang mensuplai PG. Lestari Kertosono. Indeks Kelayakan Tebang merupakan angka yang diharapkan dapat membantu perusahaan untuk menentukan lahan yang layak ditebang terlebih dahulu. Indeks kelayakan tebang dibagi menjadi tiga yaitu rendah, sedang dan tinggi dengan skala 1 sampai dengan 10. Tahap ini menggunakan metode *fuzzy* dengan beberapa langkah yaitu menentukan *membership function*, menggambar grafik *membership function*, menentukan *degree of membership*, melakukan *fuzzification* dengan inferensi mamdani, dan melakukan *fuzzyfication* dengan metode *centroid*.

4.3.1.1 Menentukan *Membership Function*

Menentukan *membership function* merupakan langkah awal dalam proses menggunakan metode *fuzzy*. Perhitungan *membership function* nantinya akan digunakan untuk menggambar grafik yang sesuai dengan *domain fuzzy*. Berikut merupakan penentuan *membership function* dari tiga variabel yang mempengaruhi proses pemilihan lahan tebu sesuai dengan persamaan (2-4) sampai persamaan (2-6)

1. Fungsi keanggotaan *input* Rendemen

$$\mu [\alpha] \text{ rendah} = \begin{cases} 1 & \left[\frac{6 - \alpha}{6 - 4} \right] \\ 0 & \end{cases}$$

$$\alpha \leq 4$$

$$4 < \alpha < 6$$

$$\alpha \geq 6$$

$$\mu [\alpha] \text{ sedang} = \begin{cases} 0 & \left[\frac{(\alpha - 4)}{6 - 4} \right] \\ \left[\frac{(8 - \alpha)}{8 - 6} \right] & \end{cases}$$

$$\alpha \leq 4 \text{ atau } \alpha \geq 8$$

$$4 < \alpha \leq 6$$

$$6 < \alpha < 8$$

$$\mu [\alpha] \text{ tinggi} = \begin{cases} 0 & \left[\frac{\alpha - 6}{8 - 6} \right] \\ 1 & \end{cases}$$

$$\alpha \leq 6$$

$$6 < \alpha < 8$$

$$\alpha \geq 8$$

2. Fungsi keanggotaan *input* Faktor Kemasakan

$$\mu [\alpha] \text{ rendah} = \begin{cases} 1 & \left[\frac{50 - \alpha}{50 - 40} \right] \\ 0 & \end{cases}$$

$$\alpha \leq 40$$

$$40 < \alpha < 50$$

$$\alpha \geq 50$$

$$\mu [\alpha] \text{ sedang} = \begin{cases} 0 & \left[\frac{(\alpha - 40)}{50 - 40} \right] \\ \left[\frac{(60 - \alpha)}{60 - 50} \right] & \end{cases}$$

$$\alpha \leq 40 \text{ atau } \alpha \geq 60$$

$$40 < \alpha \leq 50$$

$$50 < \alpha < 60$$

$$\mu[\alpha] \text{ tinggi} = \begin{cases} 0 & \left[\frac{\alpha - 60}{100 - 60} \right] \\ 1 & \end{cases}$$

$$\alpha \leq 60$$

$$60 < \alpha < 100$$

$$\alpha \geq 100$$

3. Fungsi keanggotaan *input* Jarak tempuh

$$\mu[\alpha] \text{ rendah} = \begin{cases} 1 & \left[\frac{30 - \alpha}{30 - 15} \right] \\ 0 & \end{cases}$$

$$\alpha \leq 15$$

$$15 < \alpha < 30$$

$$\alpha \geq 30$$

$$\mu[\alpha] \text{ sedang} = \begin{cases} 0 & \left[\frac{(\alpha - 15)}{30 - 15} \right] \\ & \left[\frac{(45 - \alpha)}{45 - 30} \right] \end{cases}$$

$$\alpha \leq 15 \text{ atau } \alpha \geq 45$$

$$15 < \alpha \leq 30$$

$$30 < \alpha < 45$$

$$\mu[\alpha] \text{ tinggi} = \begin{cases} 0 & \left[\frac{\alpha - 45}{60 - 45} \right] \\ 1 & \end{cases}$$

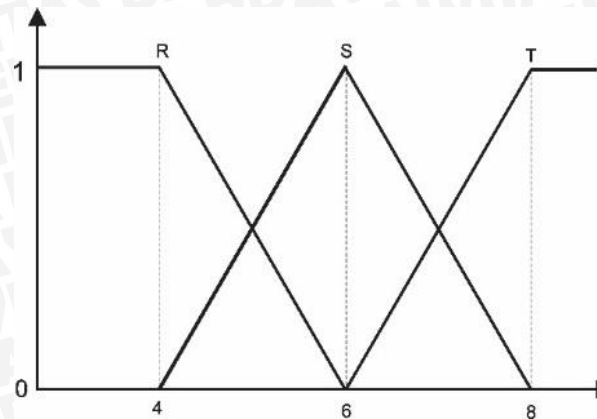
$$\alpha \leq 45$$

$$45 < \alpha < 60$$

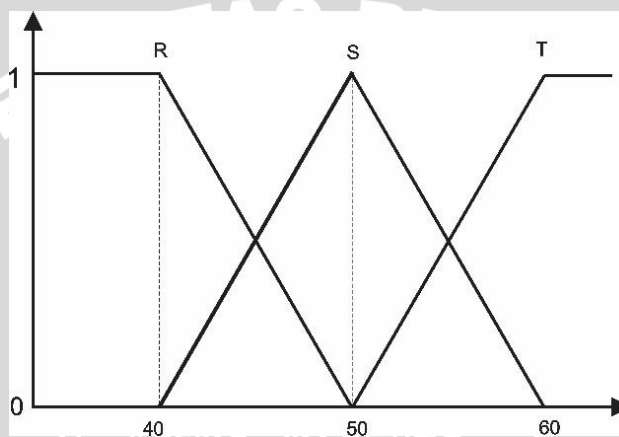
$$\alpha \geq 60$$

4.3.1.2 Menggambarkan Grafik *Membership Function*

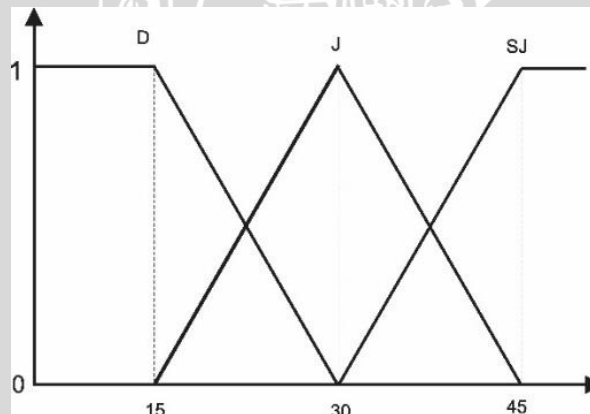
Setelah menentukan *membership function* dari variabel yang mempengaruhi maka selanjutnya adalah menggambar *membership function* ke dalam bentuk grafik sehingga memudahkan untuk menentukan derajat keanggotaan. Gambar 4.2 sampai dengan gambar 4.4 merupakan grafik derajat keanggotaan dari tiga variabel yang digunakan.



Gambar 4.2 Grafik Rendemen



Gambar 4.3 Grafik Faktor Kemasakan



Gambar 4.4 Grafik Jarak Tempuh

4.3.1.3 Menghitung *Membership Function* masing – masing Wilayah

Dalam menentukan derajat keanggotaan akan dilakukan menggunakan persamaan 2-4 sampai persamaan 2-6 pada masing-masing lahan PG. Lestari Kertosono. Pada perhitungan kali ini diberikan contoh perhitungan pada lahan Papar sehingga dilakukan pemrosesan *crisp input* sebagai berikut:

- a. Rendemen : 6,87 %
- b. Faktor Kemasakan : 51,4 %
- c. Jarak tempuh : 17,4 km

Selanjutnya adalah melakukan proses *fuzzyfication* dari masing-masing *crisp input* dengan masing-masing gambar pada variabel yang sesuai dengan Gambar 4.2 sampai Gambar 4.4. Setelah diperoleh nama himpunan *fuzzy* dari nilai *crisp* maka dilakkan perhitungan sesuai dengan nama himpunan *fuzzy* menggunakan persamaan 2-4 sampai persamaan 2-6. Hasil dari contoh perhitungan derajat keanggotaan lahan Papar adalah sebagai berikut:

- a. Rendemen lahan papar sebesar 6,87 termasuk dalam himpunan fuzzy sedang dan tinggi, maka nilai derajat keanggotaannya sebagai berikut:

$$\mu_{\text{sedang}} 6,87 = \left[\frac{(8 - 6,87)}{8 - 6} \right] = 0,565$$

$$\mu_{\text{tinggi}} 6,87 = \left[\frac{(6,87 - 6)}{8 - 6} \right] = 0,435$$

- b. Faktor kemasakan lahan papar sebesar 51,4 termasuk dalam himpunan fuzzy sedang dan tinggi, maka nilai derajat keanggotaannya sebagai berikut:

$$\mu_{\text{sedang}} 51,4 = \left[\frac{(60 - 51,4)}{60 - 50} \right] = 0,86$$

$$\mu_{\text{tinggi}} 51,4 = \left[\frac{(51,4 - 50)}{60 - 50} \right] = 0,14$$

- c. Jarak tempuh lahan papar sebesar 17,4 termasuk dalam himpunan fuzzy dekat dan jauh, maka nilai derajat keanggotaannya sebagai berikut:

$$\mu_{\text{dekat}} 17,4 = \left[\frac{(30 - 17,4)}{30 - 15} \right] = 0,84$$

$$\mu_{\text{jauh}} 17,4 = \left[\frac{(17,4 - 15)}{30 - 15} \right] = 0,16$$

4.3.1.4 Inferensi Mamdani

Dalam permasalahan ini jumlah *rules* yang digunakan adalah sebanyak 27 dalam proses inferensi mamdani. Jumlah *rules* ini diperoleh dari perkalian masing-masing jumlah himpunan pada setiap variabel. Jumlah himpunan *fuzzy* pada setiap variabel adalah tiga dan jumlah variabel ada tiga sehingga jumlah *rules* adalah $3 \times 3 \times 3$ dan didapatkan 27. Setelah diketahui jumlah *rules* maka dibuatlah kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi pada ketiga variabel sehingga dapat dilihat pada Tabel

4.5. Indeks Kelayakan Tebang (IKT) merupakan hasil dari kemungkinan setiap rules yang ada yang diperoleh dari hasil diskusi dengan kepala departemen tanaman.

Tabel 4.5 Rules Fuzzy Proses Inferensi Mamdani

No.	Rendemen	Faktor Kemasakan	Jarak Tempuh	Indeks Kelayakan Tebang
1	rendah	rendah	Dekat	Rendah
2	sedang	Rendah	Dekat	Sedang
3	tinggi	Rendah	Dekat	Tinggi
4	rendah	Rendah	jauh	Rendah
5	sedang	Rendah	jauh	Sedang
6	tinggi	Rendah	jauh	Sedang
7	rendah	rendah	sangatjauh	Rendah
8	sedang	rendah	sangatjauh	Rendah
9	tinggi	rendah	sangatjauh	Rendah
10	rendah	sedang	dekat	Sedang
11	sedang	sedang	dekat	Sedang
12	tinggi	sedang	dekat	Tinggi
13	rendah	sedang	jauh	Sedang
14	sedang	sedang	jauh	Sedang
15	tinggi	sedang	jauh	Sedang
16	rendah	sedang	Sangatjauh	Rendah
17	sedang	sedang	Sangatjauh	Sedang
18	tinggi	sedang	Sangatjauh	Sedang
19	rendah	tinggi	Dekat	Tinggi
20	sedang	tinggi	dekat	Tinggi
21	tinggi	tinggi	dekat	Tinggi
22	rendah	tinggi	jauh	Sedang
23	sedang	tinggi	jauh	Sedang
24	tinggi	tinggi	jauh	Tinggi
25	rendah	tinggi	sangatjauh	Rendah
26	sedang	tinggi	sangatjauh	Sedang
27	tinggi	tinggi	sangatjauh	Tinggi

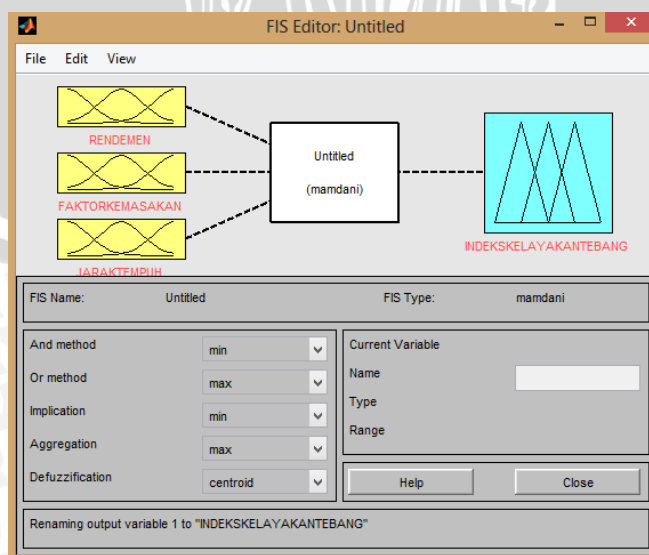
Dalam inferensi mamdani terdapat tiga fungsi yaitu AND, OR, dan NOT. Ketiga fungsi diatas dapat dirumuskan seperti pada Persamaan 2-13 sampai Persamaan 2-15. Keanggotaan menggunakan nilai terkecil antar elemen pada himpunan yang bersangkutan yang disebabkan dalam *rules* tersebut menggunakan fungsi AND. Dari 27 *rules* diatas sebagai contoh perhitungan pada lahan Papar hanya menggunakan 8 *rules* dikarenakan pada perhitungan sebelumnya pada masing-masing variabel lahan Papar hanya memiliki 2 kemungkinan himpunan *fuzzy* sehingga $2 \times 2 \times 2$ didapatkan jumlah rules adalah 8 sebagai berikut :

1. If rendemen SEDANG (0,565) AND faktor kemasakan SEDANG (0,86) AND jarak DEKAT (0,84) THEN IKT SEDANG (0,565)

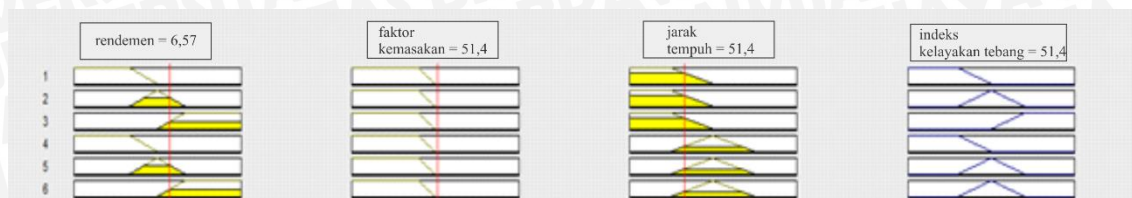
2. If rendemen SEDANG (0,565) AND faktor kemasakan TINGGI (0,14) AND jarak DEKAT (0,84) THEN IKT TINGGI (0,14)
3. If rendemen SEDANG (0,565) AND faktor kemasakan SEDANG (0,86) AND jarak JAUH (0,16) THEN IKT SEDANG (0,16)
4. If rendemen SEDANG (0,565) AND faktor kemasakan TINGGI (0,14) AND jarak JAUH (0,16) THEN IKT SEDANG (0,14)
5. If rendemen TINGGI (0,435) AND faktor kemasakan SEDANG (0,86) AND jarak DEKAT (0,84) THEN IKT TINGGI (0,435)
6. If rendemen TINGGI (0,435) AND faktor kemasakan TINGGI (0,14) AND jarak DEKAT (0,84) THEN IKT TINGGI (0,14)
7. If rendemen TINGGI (0,435) AND faktor kemasakan SEDANG (0,86) AND jarak JAUH (0,16) THEN IKT SEDANG (0,16)
8. If rendemen TINGGI (0,435) AND faktor kemasakan TINGGI (0,14) AND jarak JAUH (0,16) THEN IKT TINGGI (0,14)

4.3.1.5 Defuzzification

Pada contoh perhitungan *defuzzification* menggunakan metode *centroid* dilakukan dengan menghitung momen terhadap area perpotongan dari ke delapan *rules* pada wilayah Papar. Pada perhitungan *defuzzification* kali ini juga menggunakan *software* Matlab sehingga memudahkan penelitian ini. Langkah-langkah dalam menggunakan *software* Matlab secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3. Berikut adalah contoh perhitungan indeks kelayakan terbang (IKT) dengan menggunakan *software* Matlab pada wilayah Papar.



Gambar 4.5 Toolbox input defuzzification



Gambar 4.6 Output Matlab

Pada bagian *input* dimasukkan nilai *crisp* rendemen sebesar 6,57%, faktor kemasakan sebesar 51,4%, dan jarak tempuh sebesar 19,9 km. Hasil dari *output* Matlab tersebut menunjukkan bahwa indeks kelayakan terbang (IKT) pada lahan Papar adalah 6,59. Nilai *crisp input* pada 19 lahan dimasukan satu per satu sehingga pada semua akan memunculkan hasil indeks kelayakan terbang (IKT) pada semua wilayah. Hasil perhitungan *defuzification* maka diperoleh indeks kelayakan terbang (IKT) untuk 19 wilayah seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Indeks Kelayakan Terbang wilayah

Nama Wilayah	Indeks Kelayakan Terbang	Nama Wilayah	Indeks Kelayakan Terbang
Papar	6,59	Kertosono	6,82
Tuban	4,84	Patianrowo	6,83
Jombang	5,59	Lengkong	7,56
Plemahan	6,62	Jatikalen	7,23
Purwoasri	6,69	Gondang	7,16
Kunjang	6,66	Ngluyu	5,63
Baron	6,99	Sukorame	4,65
Tanjunganom	6,86	Sukomoro	6,86
Ngronggot	6,7	Rejoso	4,69
Bojonegoro	5,67		

Indeks kelayakan terbang (IKT) merupakan acuan untuk memilih lahan yang ditebang. Pada penelitian ini indeks kelayakan terbang menggunakan skala 1 sampai dengan 10. Semakin tinggi nilai indeks kelayakan terbang (IKT) maka kelayakan lahan akan semakin baik. Nilai indeks kelayakan terbang (IKT) yang tinggi akan diproses terlebih dahulu menggunakan fungsi maksimasi pada metode *linear programming* sampai menghasilkan jumlah terbang yang memenuhi permintaan pada setiap periodenya. Pada metode *linear programming* nilai *fuzzy* tersebut digunakan sebagai bobot yang membantu dalam penyelesaian fungsi maksimasi. Untuk hasil *fuzzy* indeks kelayakan terbang (IKT) secara lengkap menggunakan *software Matlab* dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.3.2 Formulasi Model *Linear Programming*

Formulasi model harus diketahui terlebih dahulu sebelum data diolah dengan *linear programming*. Diawali dengan menentukan variabel keputusan kemudian dilanjutkan dengan menentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala untuk menentukan jumlah tebang tebu tiap lahan tiap periodenya yang optimal. Setelah dilakukan formulasi model *linear programming* maka perhitungan dapat diselesaikan dengan menggunakan metode transportasi.

4.3.2.1 Variabel Keputusan

Variabel keputusan merupakan variabel yang mempengaruhi persoalan dalam pengambilan keputusan dan dapat dikendalikan oleh pengambil keputusan. Sehingga dalam penelitian ini variabel keputusannya yaitu sebagai berikut:

(X) = jumlah tebu yang ditebang di lahan m periode n

4.3.2.2 Fungsi Tujuan

Fungsi Tujuan dalam penelitian kali ini adalah maksimasi, terkait dengan indeks kelayakan tebang (IKT) yang diperoleh dari proses *fuzzy* dipilih dari nilai paling maksimal sampai minimal sehingga pasokan tebu yang diolah memiliki kelayakan tebang yang tinggi. Sehingga fungsi tujuan jumlah tebu yang ditebang di lahan i periode j terdiri dari hasil *fuzzy* masing-masing wilayah dikalikan dengan jumlah tebu yang ditebang di masing-masing wilayah.

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n F_{ij} X_{ij} \quad (4-1)$$

Dimana,

I = Lahan

i = indeks lahan

m = banyaknya lahan

J = Periode

j = indeks periode

n = banyaknya periode

F = hasil fuzzy tiap lahan

X_{ij} = Jumlah tebu yang ditebang tiap di lahan i periode j

4.3.2.3 Fungsi Kendala

Dalam formulasi linear programming di penelitian kali ini memiliki dua fungsi kendala, yaitu kendala kapasitas lahan serta kendala permintaan tebu setiap periode. Berikut merupakan penjabaran mengenai masing-masing fungsi kendala:

1. Kendala kapasitas lahan

Kendala kapasitas ini adalah kendala yang membatasi variabel keputusan jumlah tebu yang ditebang di lahan i periode j dengan nilai kapasitas tebu tiap lahannya. Jumlah tebu yang ditebang di lahan i periode j sedemikian hingga n periode yang mengambil dari lahan i tidak lebih atau sama dengan nilai kapasitas S pada lahan ke i . Formulasi model kendala kapasitas lahan penelitian ini dijelaskan pada Persamaan (4-2).

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} \leq S_i \quad (4-2)$$

Untuk $i = 1, 2, \dots, m$

Untuk $j = 1, 2, \dots, n$

Dimana,

X_{ij} = Jumlah tebu yang ditebang tiap di lahan i periode j

S_i = Kapasitas lahan i

2. Kendala permintaan tebu tiap periode

Kendala permintaan tebu adalah kendala yang membatasi variabel keputusan jumlah tebu yang ditebang di lahan i periode j dengan nilai permintaan tiap periode. Jumlah tebu yang ditebang dari m lahan ditujukan untuk memenuhi banyaknya permintaan dengan nilai d pada periode ke j . Formulasi model kendala permintaan tebu tiap periode dalam penelitian ini dijelaskan pada persamaan (4-3).

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = d_i \quad (4-3)$$

Untuk $i = 1, 2, \dots, m$

Untuk $j = 1, 2, \dots, n$

Dimana,

X_{ij} = Jumlah tebu yang ditebang tiap di lahan i periode j

d_i = Permintaan periode ke j

Berdasarkan hasil perumusan yang disajikan diatas maka dapat diformulasikan model *linear programming* dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n F_{ij} X_{ij}$$

Dengan kendala

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} \leq S_i$$

Untuk $i = 1, 2, \dots, m$

Untuk $j = 1, 2, \dots, n$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = d_i$$

Untuk $i = 1, 2, \dots, m$

Untuk $j = 1, 2, \dots, n$

$X_{ij} \geq 0$, dan integer

Untuk semua i dan j

Dimana,

I = Lahan

i = Indeks lahan

m = Banyaknya lahan

J = Periode

j = Indeks periode

n = Banyaknya periode

F = Hasil *fuzzy* tiap lahan

X_{ij} = Jumlah tebu yang ditebang tiap di lahan i periode j

S_i = Kapasitas lahan i

d_i = Permintaan periode ke j

Formulasi model keseluruhan ini dapat dimasukkan ke dalam tabel 4.7 yang selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 4.7 Perhitungan *Linear Programming*

Periode\lahan	i = 1	i = 2	...	i = m	Permintaan
j=1	2,61X	4,84X	...	...	35.810
j=2	2,61X	4,84X	...	...	57.015
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
j=n	...	...	...	...	...
Kapasitas	102.658	302.701	...	...	...

Dari Tabel 4.7 dapat dibuat fungsi kendala seperti dibawah dengan tampilan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5.

Kendala permintaan :

$$2,61X_{11} + 4,84X_{21} + \dots + \dots X_{m1} = 35.810$$

$$2,61X_{12} + 4,84X_{22} + \dots + \dots X_{m2} = 57.015$$

$$\dots X_{1n} + \dots X_{2n} + \dots + \dots X_{mn} = \dots$$

Kendala Kapasitas :

$$2,61X_{11} + 2,61X_{12} + \dots + \dots X_{1n} \leq 102.658$$

$$4,84X_{21} + 4,84X_{22} + \dots + \dots X_{2n} \leq 302.701$$

$$\dots X_{m1} + \dots X_{m2} + \dots + \dots X_{mn} \leq \dots$$

4.3.2.4 Penentuan Jumlah Penebangan Tebu

Data diolah dan diformulasikan kedalam model *linear programming*. Secara komputerisasi, data diolah dengan bantuan *software* LINGO, yaitu sebuah program yang dirancang untuk menyelesaikan kasus-kasus *linear programming*. Dari hasil tersebut dapat diketahui solusi untuk menentukan aliran jumlah penebangan tebu yang optimal. Indeks m menunjukkan banyaknya lahan, yang pada penelitian kali ini bernilai 19. Indeks n menunjukkan banyaknya periode, yang pada penelitian kali ini bernilai 11.

Penyelesaian permasalahan penelitian optimasi pasokan tebu PG. Lestari Kertosono menggunakan *linear programming* dengan formulasi model yang digunakan sesuai dengan Persamaan 4.1 sampai dengan 4.3. Pada fungsi tujuan terdapat koefisien F yang menyatakan besarnya nilai *fuzzy* tiap lahan yang sesuai pada Tabel 4.6 sehingga dibuat tabel untuk memudahkan memahami kasus pada penelitian ini yang dapat dilihat pada Lampiran 4. Pengolahan data dengan bantuan *software* LINGO ini menggunakan *source code* untuk memperoleh nilai *output* yang optimal dari formulasi model. *Source code* LINGO pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 6 dengan output seperti Gambar 4.4 berikut ini.



Gambar 4.7 Lingo Solver Status

Pada Gambar 4.4 diatas dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini *feasible* dan memberikan status optimal pada iterasi ke 239. Total variabel integer yang digunakan adalah 209 dan total kendala 31. *Source Code* serta *output* dari hasil pengolahan data dengan LINGO dapat dilihat pada Lampiran 6 dan Lampiran 7.

4.4 Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan perhitungan maksimasi fungsi tujuan dalam optimasi pasokan tebu PG. Lestari Kertosono menggunakan metode *linear programming* dengan *software* LINGO diatas maka dapat diberikan ilustrasi peta seperti pada Gambar 4.5 sehingga dapat dilihat lahan yang mensuplai tebu untuk memenuhi permintaan pada tahun 2014 adalah sebanyak 17 lahan.



Gambar 4.8 Daerah supply tebu PG. Lestari Kertosono

Dari Gambar 4.5 diatas dapat dibuat Tabel 4.7 yang menunjukkan pengalokasian masing – masing lahan untuk memenuhi permintaan tebu sebesar 5.891.303 kwintal.

Tabel 4.8 Jumlah Tebu Tiap Lahan Dalam Masing-Masing Periode

Nama Wilayah	Supply (kwintal)	Nama Wilayah	Supply (kwintal)
Papar	401.187	Kertosono	641.084
Tuban	442.875	Patianrowo	230.899
Jombang	976.426	Lengkong	325.089
Plemahan	107.190	Jatikalen	318.652
Purwoasri	908.341	Gondang	229.951
Kunjang	392.109	Ngluyu	10064
Baron	319.818	Sukorame	0
Tanjunganom	107.329	Sukomoro	84.768
Ngronggot	367.101	Rejoso	0
Bojonegoro	28.420	TOTAL	5.891.303

Dari Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa terdapat dua lahan yang memiliki jumlah tebu nol, yaitu lahan Sukorame dan Rejoso. Hal ini berarti bahwa PG. Lestari Kertosono tidak perlu mengambil tebu dari lahan tersebut dikarenakan *supply* tebu telah terpenuhi untuk sebelas periode pada tahun 2014. Pengoptimalan pengalokasian masing-masing lahan akan berdampak pada jumlah alokasi pada setiap periode. Tabel 4.8 menunjukkan alokasi tebu pada setiap periode pada tahun 2014.

Tabel 4.9 Jumlah Tebu Tiap Lahan Dalam Masing-Masing Periode

Lahan/Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Papar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	401.187	0
Tuban	0	0	302.610	0	0	0	0	140.265	0	0	0
Jombang	118.533	0	217.979	0	0	606.817	33.097	0	0	0	0
Plemahan	0	0	0	0	0	0	107.190	0	0	0	0
Purwoasri	239.568	570.150	0	0	98.623	0	0	0	0	0	0
Kunjang	0	0	0	392.109	0	0	0	0	0	0	0
Baron	0	0	0	0	0	0	0	319.818	0	0	0
Tanjunganom	0	0	0	0	0	0	107.329	0	0	0	0
Ngronggot	0	0	0	0	367.101	0	0	0	0	0	0
Bojonegoro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28420	0
Kertosono	0	0	55.672	0	0	0	0	0	585.412	0	0
Patianrowo	0	0	0	0	0	0	230.899	0	0	0	0
Lengkong	0	0	0	0	0	0	0	112.334	0	150.721	62.034
Jatikalen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	318.652
Gondang	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229.951
Ngluyu	0	0	0	4086	0	0	0	0	0	5978	0
Sukorame	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sukomoro	0	0	0	0	0	0	84.768	0	0	0	0
Rejoso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dari tabel 4.8 diatas hubungan antara jumlah tebu tiap lahan pada setiap periodenya dapat dijelaskan bahwa pada lahan Papar hanya memberi tebu pada periode sepuluh dengan jumlah 401.187 kwintal. Lahan Tuban terisi pada periode tiga dengan 302.610 kwintal dan pada periode delapan dengan 140.265 kwintal. Lahan Jombang pada periode pertama dengan 118.533 kwintal, periode tiga dengan 217.979 kwintal, periode enam

dengan 606.817 kwintal, dan periode tujuh dengan 33.097 kwintal. Lahan Plemahan memberikan tebu pada periode tujuh dengan jumlah 107.190 kwintal. Pada Purwoasri terdapat tiga periode, yaitu periode satu sebesar 239.568 kwintal, periode dua dengan 570.150 kwintal, dan pada periode lima sebesar 98.623 kwintal. Lahan Kunjang memberikan tebu pada periode empat sebesar 392.109 kwintal. Lahan Baron memberikan tebu pada periode delapan sebesar 319.818 kwintal. Lahan Tanjunganom memberikan tebu pada periode tujuh sebesar 107.329 kwintal. Lahan Ngronggot memberikan tebu pada periode lima sebesar 367.101 kwintal, dan lahan Bojonegoro memberi tebu pada periode sepuluh sebesar 28.420 kwintal. Kertosono terisi dengan dua periode diantaranya pada periode tiga sebesar 55.672 kwintal dan periode sembilan sebesar 585.412 kwintal. Lahan Patianrowo memberi tebu pada periode ketujuh sebesar 230.899 kwintal. Lahan Lengkong terdapat tiga periode yaitu pada periode delapan sebesar 112.334 kwintal, periode sepuluh sebesar 150.721 kwintal, dan periode sebelas dengan 62.034 kwintal. Jatikalen dan Gondang masing-masing menyuplai tebu pada periode sebelas sebesar 318.652 dan 229.951 kwintal. Lahan Ngluyu memberi dua periode yaitu pada periode empat sebesar 4.086 kwintal dan periode sepuluh sebesar 5.978 kwintal. Lahan Sukomoro menyuplai pada periode ketujuh sebesar 84.768 kwintal.

Dari keseluruhan lahan terdapat satu lahan yang tidak memberi secara penuh yaitu lahan Tuban. Lahan ini hanya memberikan sebesar 442.875 kwintal sedangkan lahan Tuban sebenarnya memiliki kapasitas lahan sebesar 502.701 kwintal, sehingga terdapat sisa tebu sebesar 59.826 kwintal. Sisa tebu pada lahan Tuban tetap akan menjadi milik PG. Lestari Kertosono karena tidak memungkinkan bila tidak membeli keseluruhan lahan. Selain itu terdapat dua lahan yang tidak memberi tebu sama sekali yaitu lahan Sukorame dan Rejoso. Ketiga lahan ini memiliki nilai *fuzzy* yang rendah, diantaranya lahan Sekorame dengan nilai *fuzzy* 4,65, lahan Rejoso dengan nilai *fuzzy* 4,69, dan lahan Tuban yang tidak menyuplai dengan penuh memiliki nilai *fuzzy* 4,84. Ketiga lahan tersebut tidak memberikan alokasi secara maksimal dikarenakan pada *linier programming* ini menggunakan fungsi tujuan yang maksimasi sehingga lebih memilih nilai *fuzzy* yang lebih tinggi guna mendapatkan lahan dengan Indeks Kelayakan Tebang (IKT) yang lebih baik, selain itu juga dikarenakan jumlah *supply* yang lebih besar daripada *demand* sehingga mengakibatkan sisa alokasi tebu yang tidak perlu ditebang dikarenakan permintaan pada setiap periode telah terpenuhi. Pada penelitian kali ini indeks kelayakan tebang (IKT) dihitung dengan nilai konstan sehingga tidak berubah pada tiap periode tebang.

Jumlah keseluruhan *supply* tebu tepat dengan jumlah *demand* pada total periode dengan jumlah total alokasi tebu pada masing-masing lahannya sesuai seperti yang dijelaskan diatas. Selisih antara *supply* dan *demand* dari keseluruhan periode adalah sebesar 112.024 kwintal tebu. Dari hasil perhitungan akhir menggunakan metode *linier programming* dapat diketahui perbandingan pengurangan *supply* dari 17 lahan ke 19 lahan. Tabel 4.9 merupakan tabel perbandingan antara sebelum dilakukan perhitungan dengan metode *linier programming*.

Tabel 4.10 Tabel perbandingan penurunan supply awal dan akhir

Faktor Pembanding	Nilai <i>supply</i> awal (kw)	Nilai <i>supply</i> akhir (kw)	Kelebihan <i>supply</i> (kw)	Prosentase penurunan
Total Supply	6.003.349	5.891.303	112.024	1,86%

Pada Tabel 4.9 dapat dilihat bahwa nilai *supply* akhir adalah 5.891.303 kwintal sama dengan nilai *supply* total perusahaan. Total *supply* mengalami penurunan sebesar 1,86% karena telah dilakukan optimasi pemilihan tebang tebu sesuai dengan fungsi maksimasi *linear programming* pada indeks kelayakan tebang (IKT) menggunakan metode *fuzzy* sehingga mampu melakukan pemilihan lahan dengan alokasi jumlah tebu yang maksimal disetiap periodenya. Dengan adanya penurunan tersebut perusahaan dapat menghemat biaya pembelian bahan baku. Pada perhitungan penurunan Tabel 4.9 yang dihitung hanyalah lahan yang *supply* terhadap perusahaan sebesar nol. Sedangkan apabila petani tebu telah menjalin kemitraan dengan PG. Lestari selama beberapa tahun atau disebut dengan menganut sistem kontrak dan sistem mandiri maka tebu pada lahan yang menyuplai nol tetap dibeli oleh perusahaan. Tebu yang telah dibeli dan tidak digunakan akan tetap menjadi hak perusahaan sehingga tidak merugikan petani. Tebu tersebut dapat diolah oleh perusahaan sebagai gula pasir ataupun pihak perusahaan juga dapat menjual kembali kepada pabrik gula lain atau PTPN X yang lainnya.