

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang gambaran umum perusahaan, proses pengumpulan dan pengolahan data serta analisis dan pembahasannya. Setelah diperoleh data-data yang diperlukan, maka akan dilakukan pengolahan data menggunakan data dengan menggunakan teori yang sesuai agar diperoleh suatu penyelesaian terhadap permasalahan yang diteliti.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Bagian ini berisi tentang profil perusahaan yang meliputi sejarah, visi misi, struktur organisasi, dan proses produksi dari bisnis yang dijalankan. Informasi didapatkan melalui data sekunder dari PG. Kebon Agung Malang.

4.1.1 Profil PG. Kebon Agung Malang

PG. Kebon Agung didirikan seorang pengusaha Tionghwa, Tan Tjwan Bie, pada tahun 1905. Lokasi PG berada di desa Kebon Agung, kecamatan Pakisaji, kabupaten Malang atau tepatnya kira-kira 5 km selatan Kota Malang. Pada tahun 1905, kapasitas giling PG hanya 500 kth atau 50 tth (ton tebu per hari). Dalam sehari semalam PG hanya menggiling 50 ton tebu atau setara 5 truk yang masing-masing mengangkut 10 ton tebu. Kapasitas tersebut jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan kapasitas produksi PG Kebon Agung saat ini, yaitu 600 tth atau 12 kali lebih banyak dibanding saat didirikan tempo dulu.

PG Kebon Agung semula dikelola secara perorangan, kemudian pada 1917 pengelolaan PG diserahkan kepada Biro Management *Naamloze Ven-nootschap* (NV) *Handel-Landbouw Maatschappij Tiedeman & van Kerchem* (TvK). Setahun berikutnya atau tepatnya 20 Maret 1918 dibentuk "*Naam-loze Vennootschap* (NV) Suiker Fabriek Kebon Agoeng" atau NV S.F. Kebon Agoeng, dengan akte Notaris Hendrik Willem Hazenberg (No. 155). Seiring dengan kemerosotan harga gula di pasar dunia, industri gula di Jawa yang saat itu menjadi eksportir terbesar kedua setelah Cuba, mengalami guncangan hebat. Kesepakatan antar produsen gula dunia atau yang dikenal dengan "*Chardbourne Agreement*" pada tahun 1931, mewajibkan produksi gula di Jawa dikurangi dari sekitar 3 juta ton menjadi maksimal 1,4 juta ton per tahun. Dampaknya sangat dirasakan pabrik gula

di Jawa, termasuk NV S.F. Kebon Agoeng. Kesepakatan tersebut menyebabkan pada tahun 1932, NV. S.F. Kebon Agoeng menjual seluruh sahamnya kepada De Javasche Bank Malang dan 3 tahun berikutnya atau pada tahun 1935 NV S.F. Kebon Agoeng sepenuhnya menjadi milik De Javasche Bank.

Kemudian dalam RUPS Perseroan tahun 1954 ditetapkan berbagai keputusan yang membawa implikasi penting hingga sekarang :

1. Mengubah nama Perusahaan yang semula NV S.F. Kebon Agoeng menjadi Perseroan Terbatas Pabrik Gula (PT PG) Kebon Agung
2. Memberhentikan Tuan Tan Tjwan Bie sebagai Direktur
3. Menetapkan Yayasan Dana Tabungan Pegawai-Pegawai Bank Indonesia dan Dana Pensiun dan Tunjangan Hari Tua Bank Indonesia (YDP THT BI) sebagai Pemegang Saham

Saat ini PG. Kebon Agung Malang memiliki areal tanah seluas 70.450 m² yang digunakan untuk berbagai fungsi, diantaranya untuk bangunan utama seluas 17.472 m², untuk gudang seluas 900 m², untuk pengelolaan limbah seluas 6.000 m², dan seluas 46.078 m² digunakan untuk gedung kantor, perumahan karyawan, dan lain-lain. Lokasi dari PG. Kebon Agung tidak berubah dari awal perusahaan ini dibangun. Hal ini menandakan bahwa PG. Kebon Agung berhasil bertahan dalam menghadapi dinamika perubahan dengan berbagai kemelut, tarik ulur kepentingan, dan kondisi sosial politik. Perusahaan bertekad sekuat tenaga agar PG. Kebon Agung akan terus menjadi bagian dari industri gula Indonesia.

4.1.2 Visi dan Misi

Visi dan misi dari PG. Kebon Agung Malang adalah sebagai berikut:

1. Visi Perusahaan

“Mewujudkan Perusahaan yang bergerak dalam Industri Gula yang berdaya saing tinggi, mampu memberi keuntungan secara optimal dan terpercaya dengan selalu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta mampu memenuhi kepentingan Petani sebagai mitra kerja, Karyawan, Pemegang Saham dan Pemangku Kepentingan (stakeholder) lainnya.”

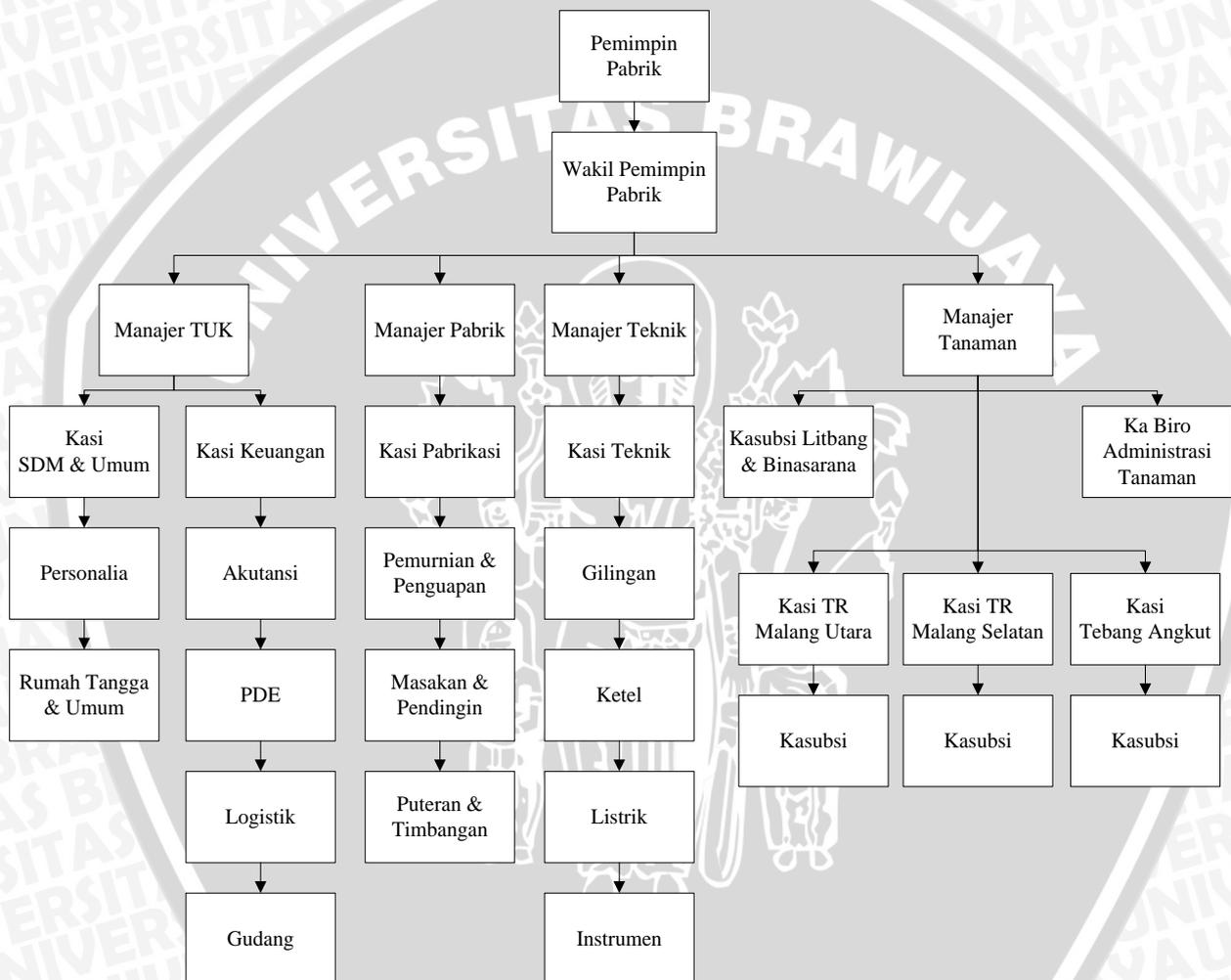
2. Misi Perusahaan

Mengembangkan bisnis industri gula dari yang sekarang ada melalui peningkatan skala usaha, efisiensi, dan daya saing serta memanfaatkan peluang bisnis agro

industri non gula berdasarkan prinsip-prinsip perolehan keuntungan dengan memanfaatkan secara optimal kemampuan manajemen dan finansial.

4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur dan *job description* organisasi dapat memberikan gambaran keseluruhan tugas, tanggung jawab, hubungan dan wewenang antar masing-masing bagian dalam suatu perusahaan atau organisasi. Gambar 4.1 menunjukkan struktur organisasi PG. Kebon Agung Malang.



Gambar 4.1 Struktur organisasi PG. Kebon Agung Malang
Sumber: PG. Kebon Agung Malang, 2011

Berikut adalah *job description* tiap bagian pada perusahaan:

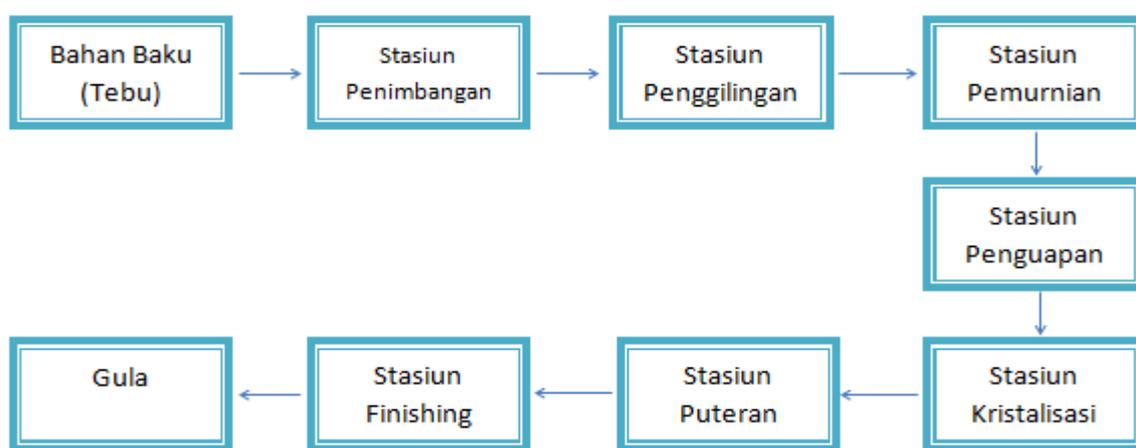
1. Pemimpin Pabrik
 - a. Melaksanakan kebijaksanaan, prosedur dan cara kerja yang telah disetujui oleh direksi.

- b. Membuat dan melaksanakan rencana yang terperinci sesuai dengan rencana jangka panjang dari perusahaan yang bekerja sama dengan kepala-kepala bagian.
 - c. Memelihara dan mempertahankan mutu tiap-tiap pelaksanaan tugas, efektifitas kerja pabrik dan penggunaan secara produktif.
 - d. Meninjau secara teratur pelaksanaan pekerjaan dari tiap-tiap bagian dan memberi standar yang telah ditentukan.
2. Bagian TUK (Tata Usaha dan Keuangan)
- a. Melaksanakan kebijakan dari sistem akuntansi dan prosedur yang telah disepakati.
 - b. Mengusahakan catatan akuntansi yang cermat dan membuat laporan keuangan yang teliti dan tepat pada waktunya.
 - c. Mengusahakan analisa biaya dan laporan dari varian pada waktunya.
3. Bagian Pabrikasi
- a. Membuat rencana kegiatan produksi.
 - b. Menjalankan rencana kegiatan produksi yang telah disetujui.
 - c. Mengusahakan penetapan keegiatan giling dan menjamin hasil perahan tebu yang optimal.
 - d. Mengusahakan kerjanya peralatan pengolahan untuk mendapatkan hasil gula yang maksimum serta pembungkusan gula yang efisien dan ekonomis.
4. Bagian Teknik
- a. Membuat rencana dan jadwal reparasi serta pemeliharaan semua mesin dan perlengkapan pabrik.
 - b. Menjalankan rencana pemeliharaan dan reparasi yang telah disetujui dengan mutu pekerjaan dan pemeliharaan yang tinggi dan biaya yang ekonomis.
 - c. Mengusahakan bekerjanya ketel, pembangkit tenaga listrik dan instalasi air untuk menjamin kontinuitas penyediaan uap, listrik dan air dengan baik.
 - d. Mengusahakan pekerja bengkel besi, kayu dan pekerjaan sipil berjalan dengan baik.
 - e. Mengkoordinir penyusunan RAB di bagian teknik.
5. Bagian Tanaman
- a. Membuat rencana kegiatan operasi tanaman.
 - b. Mengusahakan penanaman tebu dengan teknik yang menjamin hasil produksi yang maksimum dengan biaya ekonomis.

- c. Merumuskan rencana dan strategi peningkatan kualitas maupun kuantitas tebu rakyat untuk kepentingan petani tebu dan perusahaan.
- d. Mengusahakan penebangan dan pengangkutan tebu dengan biaya yang ekonomis untuk menjaga kelancaran dan kontinuitas proses perusahaan.

4.1.4 Proses Produksi PG. Kebon Agung Malang

Pabrik Gula Kebon Agung menghasilkan produk utama yaitu Gula Kristal Putih atau Gula SHS (*Superior High Sugar*). Proses produksi gula pada dasarnya adalah mengambil sukrosa sebanyak mungkin yang terkandung dalam tebu untuk selanjutnya diolah menjadi gula kristal putih. Proses tersebut dibagi dalam stasiun penerimaan bahan baku (Tebu), stasiun penimbangan, stasiun penggilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun kristalisasi, stasiun puteran, dan terakhir finishing. Berikut merupakan alur dari proses produksi gula di PT. PG Kebon Agung.



Gambar 4.2 Alur produksi dari bahan baku hingga produk jadi.
Sumber: Pabrik Gula Kebon Agung Malang (2015).

4.1.4.1 Stasiun Penerimaan Bahan Baku (Tebu)

Pengadaan bahan baku PG. Kebon Agung Malang didatangkan dari Tebu Rakyat (TR) dan Tebu Sendiri (TS). Dan Tebu Rakyat sendiri terbagi menjadi 2, yakni Tebu Rakyat Kemitraan dan Tebu Rakyat Mandiri. Untuk Tebu (TS) kontribusinya hanya \pm sekitar 1%, karena TS lebih banyak digunakan untuk proses penelitian dan penangkaran bibit. Sedangkan untuk memenuhi kebutuhan produksi menggunakan tebu yang dipasok dari para petani dan dikoordinir oleh Koperasi Unit Desa (KUD). Wilayah pemasok tebu PG. Kebon Agung Malang dibagi menjadi 3 wilayah, yaitu wilayah Utara, wilayah Selatan dan wilayah Tengah.

Aktivitas yang dilakukan pada stasiun penerimaan bahan baku ini adalah sebagai berikut (Kebon Agung, 2009):

1. Menganalisa prosentase *Brix* awal sampel tebu yang masuk dengan menggunakan *Brix Wragger*.
2. Mencatat keterangan truk tebu yang masuk (No. Polisi truk dan kode registrasi) dan hasil analisa awal (% *Brix*) tebu pada DPT (Daftar Penerimaan Tebu).
3. Mencuci tebu petani yang masuk.

Truk tebu yang masuk ke PG. Kebon Agung harus ditempatkan dulu di penampungan truk tebu sementara sebelum masuk ke stasiun penggilingan yang disebut *Emplacement*. *Emplacement* merupakan suatu tempat penimbunan dan pengaturan tebu yang akan ditimbang dan digiling. Tujuan diadakannya *Emplacement* ini agar antrian truk tebu berjalan lancar dan rapi.

Setiap truk yang mengangkut tebu harus membawa Surat Perintah Tebang dan Angkut (SPTA) dari supplier tebu yang telah memiliki kode registrasi. Pemegang kode registrasi adalah pemilik atau pengirim tebu yang telah terdaftar di PG. Kebon Agung.

4.1.4.2 Stasiun Penimbangan

Stasiun penimbangan ini bertujuan untuk mengetahui berat tebu yang masuk serta bahan-bahan non tebu yang keluar masuk. Ada tiga unit timbangan yang digunakan di PG. Kebon Agung. Timbangan yang beroperasi yaitu (Kebon Agung,2009):

1. Timbangan truk tebu.

Timbangan ini berfungsi untuk mengukur berat tebu yang masuk, baik tebu pada truk biasa maupun tebu pada truk gandeng. Perhitungan pada timbangan truk tebu ini adalah sebagai berikut:

Bruto : Berat truk + tebu

Tarra : Berat truk

Netto (berat tebu) : Bruto – Tarra

Jumlah truk tebu yang ditimbang dengan menggunakan timbangan kurang lebih 60-70 truk/hari dengan bobot muatan rata-rata 80 kwintal.

2. Timbangan truk non tebu.

Timbangan ini berfungsi untuk mengukur berat bahan non tebu yang keluar-masuk. Bahan-bahan itu diantaranya tetes (molasses), abu, besi, residu premium solar (minyak residu), belerang, kapur tohor, asam fosfat dan soda. Bobot maksimal timbangan ini adalah 40 ton dengan bilangan terkecil 5 kg. Timbangan ini memakai sistem timbangan dua kali, yaitu timbangan Bruto dan Tarra.

Berikut ini merupakan bagan aliran proses dari stasiun penerimaan dan stasiun penimbangan tebu:



Gambar 4.3 Diagram Alir Stasiun Penerimaan dan Penimbangan Tebu

Sumber : Pabrik Gula Kebon Agung Malang (2015)

4.1.4.3 Stasiun Penggilingan

Tujuan proses pada stasiun penggilingan adalah untuk mengambil gula yang ada dalam tebu sebanyak mungkin dengan cara yang lebih efisien, efektif dan ekonomis, serta memisahkan ampas dengan nira yang sebanyak-banyaknya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pemerahan nira di stasiun ini adalah sebagai berikut (Fakhmi, 2014):

1. Kualitas tebu
2. Persiapan tebu sebelum masuk gilingan
3. Air Imbibisi
4. Kondisi *Roll* Gilingan

4.1.4.4 Stasiun Pemurnian

Stasiun Pemurnian bertujuan untuk memisahkan kotoran-kotoran bukan gula yang terkandung dalam nira mentah, sehingga diperoleh nira bersih yang dinamakan nira encer atau nira jernih. Di PG. Kebon Agung, proses pada stasiun pemurniannya dilakukan proses sulfitasi, yaitu proses pengolahan gula yang di dalam proses pemurniannya menggunakan kapur dan SO_2 sebagai bahan pemurni.

Pada proses ini diperoleh kotoran padat yang dinamakan blotong yang mana dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Pada proses pemurnian menggunakan bahan-bahan kimia seperti kapu tohor, belerang atau sulfur, asam phospat dan *floculant*. Bahan-bahan kimia tersebut bertujuan untuk menyempurnakan nira encer atau nira jernih (Fakhmi, 2014).

4.1.4.5 Stasiun Penguapan

Stasiun penguapan bertujuan untuk memisahkan air dengan nira serta mengubah nira mentah menjadi nira kental. Kandungan air dalam nira sangat besar, sehingga penguapan dilakukan sampai kandungan air di dalam nira bisa dikurangi secara maksimal.

Apabila kekentalannya kurang, maka kerja dari stasiun kristalisasi akan terganggu. Penguapan nira dilakukan untuk memaksimalkan kerja di stasiun kristalisasi. Pada stasiun penguapan PG. Kebon Agung digunakan tujuh buah *evaporator* yang beroperasi dan dua buah *evaporator* yang digunakan sebagai cadangan.

Prinsip kerja *pre-evaporator* dan *evaporator* adalah menguapkan sebagian besar kandungan air yang ada dalam nira dengan menggunakan sistem *quintuple effect* dengan paralel badan akhir. Penggunaan sistem *quintuple effect* dengan paralel badan akhir karena selain efisiensi penguapan juga mempertimbangkan perbedaan suhu pada setiap *evaporator*. Perbedaan suhu ini penting karena akan mempengaruhi sistem *driving force* pada setiap *evaporator*, dimana nira dan uap mengalir secara bersama dari *evaporator* satu ke *evaporator* berikutnya dengan beda tekanan tanpa bantuan pompa. Nira dan uap masuk ke dalam *evaporator* melalui rangkaian saluran pipa seri yang berbeda. *Pre-evaporator* dipakai dengan susunan tunggal (*single effect*) sedangkan *evaporator* dengan susunan *multiple effect* (Kebon Agung, 2009).

4.1.4.6 Stasiun Kristalisasi

Stasiun Kristalisasi bertujuan untuk mengubah sukrosa yang berbentuk larutan menjadi kristal gula yang rata-rata berukuran 0,8-1,2 mm. Sukrosa yang terkandung dalam nira kental diuapkan sehingga menghasilkan masakan (*massecuite*), yaitu campuran kristal gula dan larutannya. Pengkristalan dilakukan secara bertingkat untuk mencapai efisiensi proses. Dengan proses bertingkat akan dihasilkan sukrosa dalam nira kental hingga mencapai kualitas kristal maksimal.

Proses pengkristalan di PG. Kebon Agung terbagi menjadi 5 tahapan proses, yaitu proses masakan D2, masakan D, masakan C, masakan A2, dan masakan A yang beroperasi secara berurutan. Bahan masakan tiap proses masakan berbeda-beda tergantung Harga Kemanisan (HK) masakan yang ditargetkan. Untuk masakan D2 dan masakan D, bahan yang masuk memiliki HK yang lebih kecil dibandingkan masakan C, A2 dan A. Hal ini bertujuan untuk menghindari tetes (*mollase*) yang dihasilkan memiliki HK yang tinggi, yang berarti kehilangan gula yang tinggi pula.

Proses kristalisasi terjadi dengan cara penambahan bibit kristal atau yang disebut *fondant*. *Fondant* itu sendiri merupakan bibit yang terbuat dari cairan spirtus dan gula halus. Pemberian *fondant* ini sebanyak 20-30 % dari bobot nira kental yang masuk ke pemasakan. Proses pengkristalan diawali oleh proses masakan D2, dimana *fondant* dijadikan bahan masakan D2. Selanjutnya proses masakan dilanjutkan ke masakan D,

masakan C, masakan A2 dan terakhir masakan A, yang menghasilkan kristal gula dengan ukuran yang diharapkan yaitu 0,8-1,2 mm dan memiliki $HK \geq 80$. Hasil dari masakan A tidak hanya kristal gula, melainkan beserta larutan sirupnya (*stroop*), maka dari itu diperlukan proses pada stasiun puteran. Alat-alat utama pada stasiun ini adalah *vacuum pan* dan palung pendingin (Fakhmi, 2014).

4.1.4.7 Stasiun Puteran

Tujuan dari Stasiun Puteran adalah untuk memisahkan antara kristal gula dengan larutan sirup (*stroop*). Larutan ini dipisahkan dengan pemanfaatan gaya sentrifugal. Dalam Stasiun Puteran dibagi menjadi empat bagian, yaitu puteran gula jenis A, C, D, dan D2.

Secara umum, puteran terdiri dari dinding yang berupa saringan dan dihubungkan dengan sumbu yang berputar, sehingga ketika sumbu berputar dan terdapat masakan (*massecuite*) di dalamnya, maka larutannya akan terlempar kesamping karena gaya sentrifugasi. Kristal gula yang memiliki diameter lebih besar daripada diameter lubang saringan akan tertahan, sedangkan larutan sirup (*Stroop*) akan melewati saringan, sehingga akan diperoleh kristal gula yang menempel pada saringan.

Proses pada stasiun puteran sebenarnya merupakan kesatuan dari proses kristalisasi. Prosesnya pun sama, yaitu dimulai dari puteran D, kemudian puteran D2, selanjutnya puteran C, dan terakhir puteran A. Setiap proses puteran dilakukan setelah proses masakan, puteran D dan D2 dilakukan setelah proses masakan D2 dan masakan D, puteran C dilakukan setelah proses masakan C, dan puteran A dilakukan setelah proses masakan A. Hasil dari puteran A yaitu berupa Gula SHS, yang kemudian dilanjutkan ke *sugar dryer* untuk dikeringkan dan kemudian dilakukan pengemasan (Kebon Agung, 2009).

4.1.5 Pengadaan Tebu PG. Kebon Agung Malang

PG. Kebon Agung adalah salah satu pabrik gula yang beroperasi di kabupaten Malang disamping PG. Kribet Baru yang setiap tahunnya membutuhkan *supply* tebu segar dari petani sebagai bahan baku. PG Kebon Agung melakukan pengadaan bahan baku tebu dengan mengusahakan sendiri (penanaman dan penebangan dilakukan oleh tenaga kerja yang disewa) pada lahan-lahan yang disewakan melalui sistem kemitraan yang terjalin antara PG. Kebon Agung Malang dengan petani yang mengolah sendiri lahannya. Untuk mendapatkan tebu yang bermutu, seksi bina wilayah PG. Kebon Agung Malang melakukan pembinaan dan penyuluhan tentang metode penanaman, perawatan dan penebangan tebu kepada petani melalui KUD-KUD yang menjadi mitranya.

Mekanisme penentuan harga tebu dijalankan berdasarkan kesepakatan antara petani yang diwakili KUD-KUD dengan pihak manajemen PG. Kebon Agung Malang di dalam Forum Tebu Kemitraan (FTK). Harga tebu ditentukan sebelum panen, yaitu menjelang musim giling dimulai. Mekanisme pengadaan bahan baku disesuaikan dengan Rencana Anggaran Bersama (RAB) untuk periode giling yang akan berlangsung. Kemudian berdasarkan kapasitas giling mesin produksi dan tingkat efisiensinya dapat diperkirakan dan ditetapkan kuantitas bahan baku yang diperlukan sepanjang musim giling tersebut. Dengan demikian dapat diketahui jumlah tebu yang harus disediakan dan kapasitas produksi yang harus dicapai sepanjang musim giling tersebut.

Target produksi perusahaan ditentukan jauh hari sebelum pabrik melakukan proses produksi selama satu musim giling. Target produksi dijabarkan oleh manajer tanaman yang dibantu oleh para Kasi (kepala seksi) Bina Wilaya, Kasi terbang angkut serta biro tanaman. Manajer biro tanaman membuat rencana global produksi tanaman dengan luas lahan yang masuk wilayah kerja PG. Kebon Agung Malang. Kemudian rencana tersebut dijabarkan oleh para Kasi Bina Wilayah kerjanya masing-masing.

Berikut ini merupakan manajemen penyelenggaraan pengadaan bahan baku tebu PG. Kebon Agung Malang meliputi:

1. Pembibitan

Bibit varietas unggul adalah suatu faktor yang turut mempengaruhi dan menentukan produktivitas tebu yang akan menghasilkan nilai rendemen kadar gula yang tinggi, oleh karena itu mutu bibit tebu yang akan ditanam harus diperhatikan. Pengadaan bibit oleh pabrik gula bertujuan untuk disalurkan kepada petani dan juga untuk lahan tebu sendiri.

2. Penanaman

Pengiriman dan penyaluran bibit dari kebun bibit oleh pabrik gula ke lokasi kebun petani diusahakan agar tepat waktu, oleh karena itu diperlukan adanya jadwal penanaman dengan rencana komposisi varietasnya. Untuk mendapatkan tanaman yang berkualitas selain penggunaan bibit unggul, teknis budidaya juga perlu diperhatikan. Pupuk salah satu faktor yang menentukan kualitas tanaman dan turut menentukan keberhasilan budidaya tebu.

3. Penebangan dan pengangkutan

- a. Analisa kemasakan

Pabrik gula berperan dalam menentukan saat penebangan. Untuk mengetahui saat menebang yang terbaik tiap-tiap kebun, maka diadakan pengambilan contoh

tebu dari tiap-tiap petak untuk diperiksa dalam analisa kemasakan tebu. Analisa kemasakan dilakukan apabila tebu mulai masak. Pemeriksaan ini dilakukan dengan jarak waktu per bulan maksimal 5 kali. Tebu contoh ini digiling dengan gilingan contoh dan rendemen dihitung sama dengan rendemen tebu giling. Angka-angka dari analisa kemasakan tebu ini dibukukan sebagai pedoman untuk memilih kebun tebu mana yang akan ditebang terlebih dahulu.

Dalam pelaksanaan analisa kemasakan tebu, meskipun pihak pabrik telah melakukan prosedurnya dengan baik, namun pelaksanaan lapang terkadang menentukan kemasakan tebu hanya dengan melihat pertumbuhan tebu dan mulai muncul harga. Hal ini dilakukan agar bisa lebih mudah dan cepat. Namun penentuan ini merugikan pihak pabrik, karena hasil produksinya yang rendah dan merugikan petani.

b. Taksasi produksi

Taksasi produksi dilakukan untuk memperkirakan awal dan akhir tebang, mempersiapkan tenaga kerja, angkutan dan dana. Selain itu pihak pabrik menyiapkan rencana giling dan bahan-bahan pembantu, seperti belerang, kapur, asam sulfat, dan lain-lain serta menghitung rencana lama waktu giling.

c. Pelaksanaan tebang

Ketepatan pelaksanaan tebang merupakan hal penting, karena akan menentukan tahap nilai rendemen dan kapasitas giling dari pabrik. Nilai rendemen menjadi dasar dari nilai beli tebu oleh pabrik gula. Ketepatan giling di pabrik akan menghindari turunnya rendemen, karena lebih dari 36 jam tebu tidak layak giling. Dalam kegiatan penebangan dan pengangkutan yang menyangkut jadwal tebang, luas tebang, dan giling harian mesin, maka pabrik gula membentuk Forum Musyawarah Produksi Gula.

Kegiatan penebangan dan pengangkutan dikuasakan oleh pihak perusahaan. Dalam pelaksanaannya dilakukan oleh kuli tebang pabrik gula dan mandor tebang, akan tetapi dalam melakukan penebangan ini sering terjadi penyimpangan-penyimpangan yang akan merugikan pihak petani. Penyimpangan tersebut meliputi pemilihan lahan yang belum memenuhi syarat untuk ditebang, tidak sesuai dengan jadwal tebang yang telah ditentukan. Akibatnya banyak lahan yang terbengkelai. Dengan demikian diperlukan adanya kerja sama yang baik antara kuli tebang dengan mandor tebang dan peningkatan kedisiplinan dalam menjalankan tugas.

Awal tebang biasanya dilakukan pada hari 4 hari sebelum hari giling, hal ini dilakukan untuk mengantisipasi keterlambatan tebu yang akan digiling atau sebagai persediaan awal giling. Lamanya waktu antara tebang dan giling dapat menyebabkan tebu menjadi rusak, rendemen dan bobot basah tebu menjadi turun.

d. Pengangkutan

Alat angkut yang digunakan adalah truk, dimana kapasitas truk terbagi menjadi 3 jenis, yaitu truk besar, truk sedang dan truk kecil. Jumlah truk disesuaikan dengan jumlah tebu yang harus diangkut harian dan didasarkan pada kapasitas giling harian pabrik.

Sebelum musim tebang dilaksanakan, seksi tebang angkut bekerjasama dengan Koperasi Unit Desa (KUD), melaksanakan koordinasi dan mengusahakan alat angkut tebu. Besarnya alat angkut disesuaikan dengan kapasitas giling harian pabrik dan kapasitas truk itu sendiri.

Didalam melakukan pengiriman bahan baku dari daerah asal bahan baku ke pabrik gula tentunya ada biaya pengangkutan. Biaya pengangkutan ini untuk setiap daerah tidak sama, hal ini dikarenakan jarak antara daerah asal bahan baku dengan pabrik gula tidak sama.

e. Mekanisme Penerimaan Tebu

Tebu yang datang di pabrik sebelum giling harus menunggu jadwal giling terlebih dahulu. Pelaksanaan giling yaitu tebu yang datang dahulu mendapatkan kesempatan giling awal. Pabrik gula tidak memperhatikan waktu tebang dan jarak tempuh alat angkut.

4.2 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan yaitu data sekunder yang berkaitan dengan pengadaan baku gula yang berupa tebu yang didadapatkan dari para petani yang bekerjasama dengan PG. Kebon Agung Malang, yaitu data historis luas lahan tebu dan produktivitas lahan PG. Kebon Agung Malang selama sepuluh periode masa tanam 2005-2014, struktur biaya pengadaan tebu, tingkat produksi dan kapasitas giling pabrik, data rendemen tebu, biaya produksi, data jenis dan penggunaan tenaga kerja beserta nilainya.

4.2.1 Data Luas Lahan Tebu

Sub bab ini menjelaskan tentang data historis luas lahan tebu dan kapasitas lahan PG. Kebon Agung Malang selama 10 periode tanam, yaitu dari tahun 2005-2014. Dan data historis ini merupakan inventarisasi wilayah yang bermitra dengan PG. Kebon Agung Malang. Wilayah-wilayah ini terbagi menjadi 3 bagian, yaitu wilayah utara, wilayah tengah dan wilayah selatan. Dan dari ketiga bagian wilayah, terdapat total 21 Koperasi Unit Desa (KUD) yang bermitra dengan pihak PG. Kebon Agung Malang. Masing-masing KUD memiliki luas dan produktivitas yang berbeda-beda, jadi masing-masing lahan dari setiap KUD menghasilkan jumlah tebu yang berbeda-beda pula. Untuk data wilayah dan 21 KUD yang bermitra dengan PG. Kebon Agung Malang dapat dilihat pada Tabel 4.1, sedangkan untuk Data luas lahan tebu dari masing-masing KUD dari tahun 2005-2014 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Luas Areal Tebu KUD Kemitraan PG. Kebon Agung Malang

No.	Wilayah	KUD	Inisial
1	UTARA	Lawang	LW
2		Dengkol	DN
3		Sri Sedono	SS
4		Karangploso	KP
5		Jabung	JB
6		Pakis	PK
7		Tumpang "Agung"	TA
8		Tumpang "Padhita"	TP
9		Poncokusumo	PC
10		Kedungkandang	KD
11	TENGAH	Wagir	WG
12		Tajinan	TJ
13		Bululawang	BL
14		Pakisaji	PA
15		Wonosari	WN
16		Ngajum	NG
17	SELATAN	Kromengan	KR
18		Sumberpucung II	SP II
19		Pagak	PG
20		Kalipare	KL
21		Kepanjen	KJ

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat bahwa terdapat sebanyak 21 KUD yang bermitra untuk memasok tebu dengan PG. Kebon Agung Malang. 21 KUD tersebut semuanya berada dalam 20 Kecamatan yang kesemuanya berada di Kabupaten Malang. Wilayah dari KUD-KUD yang bermitra dengan PG. Kebon Agung berasal dari 3 wilayah, yaitu wilayah Utara yang terdiri dari 10 KUD, wilayah Tengah yang terdiri dari 6 KUD dan wilayah Selatan yang terdiri dari 5 KUD. Untuk memudahkan penulisan dan pengolahan data, masing-masing KUD diberi inisial, sebagai contoh untuk KUD "Kromengan" diberi inisial dengan "KR".

Tabel 4.2 Luas Lahan Tebu PG. Kebon Agung Malang th. 2005-2014 (Hektare)

Wilayah	KUD	Tahun									
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Wilayah Utara	LW	1.075	1.098	1.231	1.267	1.397	1.415	1.483	1.469	1.701	1.529
	DN	586	599	671	691	762	772	809	801	928	834
	SS	685	700	784	807	890	902	945	936	1083	974
	KP	703	718	805	829	913	926	970	960	1.112	1.000
	JB	844	862	966	994	1.096	1.111	1.164	1.153	1.335	1.200
	PK	1.020	1.042	1.168	1.202	1.325	1.343	1.407	1.394	1.614	1.451
	TA	624	638	715	736	811	822	861	853	988	888
	TP	305	312	349	360	396	402	421	417	483	434
	PC	609	622	697	718	791	802	840	832	963	866
Wilayah Tengah	KD	473	483	542	558	615	623	653	646	749	673
	WG	699	715	801	824	909	921	965	956	1.107	995
	TJ	671	686	769	791	872	884	926	917	1.062	955
	BL	698	713	799	823	907	919	963	954	1.104	993
	PA	728	743	833	858	945	958	1.004	994	1.151	1.035
	WN	318	325	364	374	413	418	438	434	503	452
Wilayah Selatan	NG	875	894	1.002	1.032	1.137	1.152	1.207	1.196	1.385	1.245
	KR	308	315	353	363	400	405	425	421	487	995
	SP II	276	282	316	326	359	364	381	377	437	438
	PG	334	341	382	394	434	440	461	456	528	393
	KL	1.228	1.255	1.406	1.447	1.596	1.617	1.694	1.678	1.943	475
	KJ	502	513	575	592	652	661	692	686	794	1.747

Tabel 4.2 menunjukkan perkembangan luas lahan selama 10 tahun dari KUD-KUD yang bermitra dengan PG. Kebon Agung Malang. perkembangan luas lahan dimulai dari Tahun 2005 sampai dengan Tahun 2014. Dari Tabel 4.2 kita dapat melihat fluktuasi luas dari luas lahan per KUD dalam setiap tahunnya. Sebagai contoh untuk Lahan KUD Pagak mengalami peningkatan luas lahan dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2011, namun terjadi penurunan di tahun 2012, kemudian terjadi peningkatan kembali di tahun 2013 namun kembali mengalami penurunan di Tahun 2014.

4.2.2 Data Produktivitas Lahan

Dari masing-masing lahan dari setiap Kecamatan tersebut memiliki produktivitas atau kemampuan lahan dalam menghasilkan tebu masing. Produktivitas lahan disini adalah yaitu berapa kuintal tebu per hektare lahan yang ada. Untuk data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Produktivitas Lahan Tebu PG. Kebon Agung Malang (ku/ha) Th. 2005-2014

Wilayah	KUD	Tahun									
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Wilayah Utara	LW	669,64	677,95	686,12	681,09	590,02	736,00	592,07	633,20	687,18	623,31
	DN	698,45	707,12	715,64	710,39	615,41	767,66	617,54	660,44	716,74	650,13
	SS	733,50	742,60	751,55	746,04	646,29	806,19	648,53	693,59	752,71	682,75
	KP	752,03	761,36	770,54	764,89	662,62	826,55	664,92	711,11	771,72	700,00
	JB	869,22	880,01	890,61	884,08	765,87	955,36	768,53	821,92	891,98	809,08
	PK	868,50	879,28	889,87	883,34	765,23	954,56	767,89	821,24	891,24	808,41
	TA	750,10	759,40	768,55	762,92	660,91	824,43	663,21	709,28	769,74	698,20
	TP	1.164,04	1.178,49	1.192,68	1.183,94	1.025,64	1.279,39	1.020,29	1.100,70	1.210,19	924,31
	PC	797,21	807,11	816,83	810,84	702,43	876,21	704,87	753,83	818,09	742,06
Wilayah Tengah	KD	838,55	848,96	859,19	852,89	738,85	921,65	741,42	792,92	860,51	780,53
	WG	734,22	743,33	752,28	746,77	646,92	806,97	649,17	694,26	753,44	683,42
	TJ	823,19	833,40	843,44	837,26	725,31	904,76	727,83	778,39	844,74	766,23
	BL	1.072,36	1.085,66	1.098,74	1.090,69	944,85	1.178,62	948,14	1.014,00	1.100,43	998,16
	PA	913,18	924,51	935,65	928,79	804,61	1003,67	807,40	863,49	937,09	850,00
	WN	991,95	1.004,26	1.016,36	1.008,90	874,01	1.090,25	877,04	937,97	1.017,92	923,32
Wilayah Selatan	NG	832,65	842,98	853,13	846,88	733,64	915,15	736,19	787,33	854,45	775,04
	KR	772,68	782,27	791,70	785,89	680,81	849,25	683,18	730,64	792,92	719,22
	SP II	923,34	934,80	946,06	939,12	813,55	1.014,83	816,38	873,09	947,51	859,45
	PG	724,89	733,89	742,73	737,28	638,70	796,72	640,92	685,44	743,87	674,74
	KL	730,26	739,33	748,23	742,74	643,44	802,63	645,67	690,52	749,38	679,74
	KJ	891,84	902,91	913,79	907,09	785,80	980,22	788,53	843,31	915,19	830,14

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa produktivitas dari lahan-lahan KUD yang bermitra dengan PG. Kebon Agung Malang memiliki nilai produktivitas yang berbeda beda antar setiap lahan KUD dalam waktu 10 Tahun. Setiap lahan KUD juga mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, namun juga mengalami penurunan nilai produktivitas. Sebagai contoh untuk lahan Tebu KUD Tumpang “Agung”, mengalami kenaikan produktivitas lahan dari Tahun 2005 sampai dengan tahun 2007. Kemudian mengalami penurunan di tahun 2008 dan 2009, setelah itu mengalami kenaikan kembali di tahun 2010. Nilai produktivitas lahan sendiri menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai produktivitas suatu lahan maka akan semakin baik pula lahan tersebut menghasilkan jumlah tebu per hektare. Sebagai contoh untuk lahan KUD Lawang nilai produktivitasnya adalah 669,64 ku/ha, berarti dalam setiap satuan hektare luas lahan tebu KUD Lawang akan menghasilkan jumlah tebu sebanyak 669,64 kuintal. Dan untuk lahan tebu KUD Bululawang, nilai produktivitasnya adalah 1.072,36 ku/ha, yang berarti bahwa setiap satuan hektare luas lahan tebu KUD Bululawang akan menghasilkan jumlah tebu sebanyak 1.072,36 kuintal tebu.

4.2.3 Struktur Biaya Pengadaan Tebu

Biaya kebun pada setiap aktivitas berbeda sesuai dengan kecamatan tebu yang dapat ditanam. Biaya kebun itu sendiri terdiri dari biaya garap, biaya pupuk, biaya sewa traktor

dan biaya bibit. Biaya kebun untuk masing-masing kecamatan tebu dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Struktur Biaya Pengadaan Lahan Th. 2014 (Rp/ha)

Wilayah	KUD	Biaya (Rp)	Luas Lahan (ha)
Utara	Lawang	13.560.000	1.529
	Dengkol	13.425.000	834
	Sri Sedono	13.650.000	974
	Karangploso	13.750.000	1.000
	Jabung	14.400.000	1.200
	Pakis	15.100.000	1.451
	Tumpang "Agung"	12.450.000	888
	Tumpang "Padhita"	16.000.000	434
	Poncokusumo	14.100.000	866
	Kedungkandang	14.850.000	673
Tengah	Wagir	12.125.000	995
	Tajinan	12.800.000	955
	Bululawang	14.900.000	993
	Pakisaji	14.500.000	1.035
	Wonosari	14.950.000	452
	Ngajum	12.200.000	1.245
Selatan	Kromengan	14.114.000	995
	Sumberpucung II	11.500.000	438
	Pagak	11.000.000	393
	Kalipare	10.000.000	475
	Kepanjen	13.150.000	1.747

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa biaya pengadaan lahan dari setiap lahan-lahan KUD memiliki biaya pengadaan lahan yang berbeda beda. Biaya pengadaan lahan yang berbeda beda disebabkan oleh kondisi medan lahan, bibit yang digunakan, dan bahan-bahan penunjang serta peralatan yang digunakan.

Biaya kebun tersebut akan menjadi acuan untuk penentuan biaya pengadaan lahan tebu pada tahun 2015, yang kemudian akan menjadi koefisien biaya pengadaan lahan. Dengan asumsi perkiraan inflasi di tahun 2015 berdasarkan perkiraan dari Bank Indonesia adalah sebesar 4,3%, maka biaya pengadaan lahan tahun 2015 bisa dilihat dari Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Struktur Biaya Pengadaan Lahan Th. 2015 (Rp/ha)

Wilayah	KUD	Variabel	Biaya
Utara	Lawang	X1	Rp 14.143.080
	Dengkol	X2	Rp 14.002.275
	Sri Sedono	X3	Rp 14.236.950
	Karangploso	X4	Rp 14.341.250
	Jabung	X5	Rp 15.019.200
	Pakis	X6	Rp 15.749.300
	Tumpang "Agung"	X7	Rp 12.985.350
	Tumpang "Padhita"	X8	Rp 16.688.000
	Poncokusumo	X9	Rp 14.706.300
	Kedungkandang	X10	Rp 15.488.550
Tengah	Wagir	X11	Rp 12.646.375
	Tajinan	X12	Rp 13.350.400
	Bululawang	X13	Rp 15.540.700
	Pakisaji	X14	Rp 15.123.500
	Wonosari	X15	Rp 15.592.850
	Ngajum	X16	Rp 12.724.600
Selatan	Kromengan	X17	Rp 14.720.902
	Sumberpucung II	X18	Rp 11.994.500
	Pagak	X19	Rp 11.473.000
	Kalipare	X20	Rp 10.430.000
	Kepanjen	X21	Rp 13.715.450

Dari Tabel 4.5 kita dapat mengetahui bahwa struktur biaya pengadaan lahan terbesar untuk per hektarnya adalah lahan KUD Tumpang “Padhita” yaitu sebesar Rp 16.688.000,00 sedangkan biaya pengadaan lahan terkecil adalah lahan KUD Dengkol, yaitu sebesar Rp 14.002.275,00. Biaya pengadaan lahan yang berbeda beda ini akan berdampak pada jumlah tebu yang dihasilkan. Biasanya semakin tinggi biaya pengadaan lahan, akan semakin tinggi pula jumlah tebu yang dihasilkan dalam setiap hektare lahannya.

Struktur biaya pengadaan lahan ini akan menjadi koefisien dari variabel luas lahan yang ada. Pada PG. Kebon Agung Malang kegiatan giling pada tahun 2015 direncanakan akan dibagi menjadi 6 periode giling yang terdiri dari 6 Bulan, yaitu dari bulan Juli-bulan Desember. Pada Tabel 4.6 masing-masing variabel menunjukkan jenis kegiatan pengadaan bahan baku, yang dengan kata lain adalah variabel keputusan dalam penelitian ini. Variabel keputusan dinotasikan dengan X_{ij} , i adalah notasi dari KUD dan j adalah notasi dari periode giling, sebagai contoh X1-1 menunjukkan kegiatan pengadaan tebu KUD Lawang pada periode giling 1, sedangkan X3-6 menunjukkan kegiatan pengadaan tebu KUD Sri Sedono pada periode giling 6.

Tabel 4.6 Variabel Luas Lahan PG. Kebon Agung Malang (ha) Th. 2015

No	Wilayah	KUD	Periode Giling (bulan)					
			Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
1	Utara	Lawang	X1-1	X1-2	X1-3	X1-4	X1-5	X1-6
2		Dengkol	X2-1	X2-2	X2-3	X2-4	X2-5	X2-6
3		Sri Sedono	X3-1	X3-2	X3-3	X3-4	X3-5	X3-6
4		Karangploso	X4-1	X4-2	X4-3	X4-4	X4-5	X4-6
5		Jabung	X5-1	X5-2	X5-3	X5-4	X5-5	X5-6
6		Pakis	X6-1	X6-2	X6-3	X6-4	X6-5	X6-6
7		Tumpang “Agung”	X7-1	X7-2	X7-3	X7-4	X7-5	X7-6
8		Tumpang “Padhita”	X8-1	X8-2	X8-3	X8-4	X8-5	X8-6
9		Poncokusumo	X9-1	X9-2	X9-3	X9-4	X9-5	X9-6
10		Kedungkandang	X10-1	X10-2	X10-3	X10-4	X10-5	X10-6
11	Tengah	Wagir	X11-1	X11-2	X11-3	X11-4	X11-5	X11-6
12		Tajinan	X12-1	X12-2	X12-3	X12-4	X12-5	X12-6
13		Bululawang	X13-1	X13-2	X13-3	X13-4	X13-5	X13-6
14		Pakisaji	X14-1	X14-2	X14-3	X14-4	X14-5	X14-6
15		Wonosari	X15-1	X15-2	X15-3	X15-4	X15-5	X15-6
16		Ngajum	X16-1	X16-2	X16-3	X16-4	X16-5	X16-6
17	Selatan	Kromengan	X17-1	X17-2	X17-3	X17-4	X17-5	X17-6
18		Sumberpucung II	X18-1	X18-2	X18-3	X18-4	X18-5	X18-6
19		Pagak	X19-1	X19-2	X19-3	X19-4	X19-5	X19-6
20		Kalipare	X20-1	X20-2	X20-3	X20-4	X20-5	X20-6
21		Kepanjen	X21-1	X21-2	X21-3	X21-4	X21-5	X21-6

4.2.4 Tingkat Produksi dan Kapasitas Giling Pabrik

Kapasitas giling pabrik yaitu kemampuan atau batasan kuintal tebu yang dapat digiling oleh pabrik. Pada PG. Kebon Agung Malang, kegiatan giling dibagi menjadi 6 tahapan giling untuk 21 KUD yang bermitra dengan pihak pabrik. Kapasitas giling per hari untuk

PG. Kebon Agung Malang pada periode giling 1,2,5 dan 6 adalah 90.000 kuintal perharinya sedangkan untuk periode 3 dan ke 4 adalah 95.000 kuintal perharinya. Khusus untuk periode giling 1, pada hari pertama giling, kapasitas gilingnya adalah 1,5x dari kapasitas giling perhari pada periode 1, oleh karena itu pada hari pertama diperiode 1, kapasitas gilingnya adalah $90.000+(1,5 \times 90.000) = 135.000$ kuintal. Pada periode 1 jumlah hari giling hanya 16 hari, karena permulaan awal giling tebu PG. Kebon Agung Malang dimulai dari pertengahan bulan Juli tahun 2015, yaitu pada tanggal 16 Juli 2015. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi kekurangan stok tebu dan sebagian tebu yang masuk digunakan untuk uji coba giling. Untuk kapasitas giling PG. Kebon Agung Malang, dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Kapasitas Giling PG. Kebon Agung Malang (kuintal)

Periode Giling	Kapasitas Giling Per Hari (Ku)	Kapasitas Giling Per Periode
1	90.000	$135.000 + (15 \times 90.000) = 1.485.000$ ku
2	90.000	$31 \times 90.000 = 2.790.000$ ku
3	95.000	$30 \times 95.000 = 2.850.000$ ku
4	95.000	$31 \times 95.000 = 2.945.000$ ku
5	90.000	$30 \times 90.000 = 2.700.000$ ku
6	90.000	$31 \times 90.000 = 2.790.000$ ku

4.2.5 Biaya Giling

Biaya giling merupakan semua pengeluaran yang dapat diukur dengan uang, yang dikeluarkan PG. Kebon Agung Malang untuk menggiling tebu menjadi gula SHS. Biaya produksi di PG. Kebon Agung Malang untuk tahun 2014 adalah Rp 151.659.104.237 untuk total gula SHS yang dihasilkan adalah sebesar 114.238.236,3 kg.

Dari total biaya tersebut, maka biaya produksi di PG. Kebon Agung Malang tahun 2014 adalah sebesar Rp 1.327,57/kg dan untuk biaya produksi tahun 2015 dapat diperkirakan dengan menggunakan asumsi inflasi di tahun 2015. Menurut perkiraan Bank Indonesia inflasi di tahun 2015 adalah sebesar 4,3%, maka dengan itu dapat ditentukan perkiraan biaya produksi PG. Kebon Agung Malang di tahun 2015 adalah sebesar Rp.1.384,65/kg.

Kemudian biaya terbang angkut tahun 2015 ini akan menjadi koefisien biaya produksi dalam fungsi tujuan untuk meminimalkan total biaya produksi, yaitu untuk menjadi koefisien dari variabel hasil giling PG. Kebon Agung Malang yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Variabel Hasil Giling PG. Kebon Agung Malang (ku) Th. 2015

Wilayah	KUD	Periode giling (bulan)					
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6
Utara	Lawang	K1-1	K1-2	K1-3	K1-4	K1-5	K1-6
	Dengkol	K2-1	K2-2	K2-3	K2-4	K2-5	K2-6
	Sri Sedono	K3-1	K3-2	K3-3	K3-4	K3-5	K3-6
	Karangploso	K4-1	K4-2	K4-3	K4-4	K4-5	K4-6
	Jabung	K5-1	K5-2	K5-3	K5-4	K5-5	K5-6
	Pakis	K6-1	K6-2	K6-3	K6-4	K6-5	K6-6
	Tumpang "Agung"	K7-1	K7-2	K7-3	K7-4	K7-5	K7-6
	Tumpang "Padhita"	K8-1	K8-2	K8-3	K8-4	K8-5	K8-6
	Poncokusumo	K9-1	K9-2	K9-3	K9-4	K9-5	K9-6
	Kedungkandang	K10-1	K10-2	K10-3	K10-4	K10-5	K10-6
Tengah	Wagir	K11-1	K11-2	K11-3	K11-4	K11-5	K11-6
	Tajinan	K12-1	K12-2	K12-3	K12-4	K12-5	K12-6
	Bululawang	K13-1	K13-2	K13-3	K13-4	K13-5	K13-6
	Pakisaji	K14-1	K14-2	K14-3	K14-4	K14-5	K14-6
	Wonosari	K15-1	K15-2	K15-3	K15-4	K15-5	K15-6
	Ngajum	K16-1	K16-2	K16-3	K16-4	K16-5	K16-6
Selatan	Kromengan	K17-1	K17-2	K17-3	K17-4	K17-5	K17-6
	Sumberpucung II	K18-1	K18-2	K18-3	K18-4	K18-5	K18-6
	Pagak	K19-1	K19-2	K19-3	K19-4	K19-5	K19-6
	Kalipare	K20-1	K20-2	K20-3	K20-4	K20-5	K20-6
	Kepanjen	K21-1	K21-2	K21-3	K21-4	K21-5	K21-6

Pada Tabel 4.8 menunjukkan variabel hasil giling masing-masing kecamatan terhadap periode giling PG. Kebon Agung Malang. Sebagai contoh K17-2 menunjukkan kegiatan giling pabrik KUD Kromengan pada tahap giling 2. Sedangkan K2-6 menunjukkan kegiatan giling KUD Dengkol pada tahap giling 6.

4.2.6 Data Rendemen

Tingkat rendemen tebu yang bersifat parabolik sejalan dengan waktu akan mempengaruhi gula bagian pabrik. Tingkat rendemen pada tabel dibawah ini merupakan target rendemen PG. Kebon Agung Malang untuk tahun 2015. Dalam kebijakan PG. Kebon Agung Malang, mereka menetapkan kebijakan bahwa rendemen tebu yang masuk memiliki standar rendemen yaitu $\geq 6,5$. Untuk data target rendemen tebu pada tahun 2015, didapatkan dari nilai rata-rata rendemen dari tahun 2005-2014. Data rendemen tebu kemitraan PG. Kebon Agung Malang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data Target Rendemen PG. Kebon Agung Malang 2015

Wilayah	KUD	Periode giling (bulan)					
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6
Utara	Lawang	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
	Dengkol	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
	Sri Sedono	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
	Karangploso	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
	Jabung	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
	Pakis	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
	Tumpang "Agung"	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
	Tumpang "Padhita"	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
	Poncokusumo	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
	Kedungkandang	6,55	7,3	8,25	9,35	9,35	8,15
Tengah	Wagir	6,8	7,5	8,5	9,5	9,5	8,3
	Tajinan	6,8	7,5	8,5	9,5	9,5	8,3
	Bululawang	6,8	7,5	8,5	9,5	9,5	8,3
	Pakisaji	6,8	7,5	8,5	9,5	9,5	8,3
	Wonosari	6,8	7,5	8,5	9,5	9,5	8,3
	Ngajum	6,8	7,5	8,5	9,5	9,5	8,3
Selatan	Kromengan	6,6	7,4	8,3	9,4	9,4	8,2
	Sumberpucung II	6,6	7,4	8,3	9,4	9,4	8,2
	Pagak	6,6	7,4	8,3	9,4	9,4	8,2
	Kalipare	6,6	7,4	8,3	9,4	9,4	8,2
	Kepanjen	6,6	7,4	8,3	9,4	9,4	8,2

Nilai pada Tabel 4.9. merupakan data rendemen PG. Kebon Agung Malang tahun 2015, yang merupakan jumlah gula yang dihasilkan dari satu kuintal tebu tergiling untuk masing-masing Tebu yang berasal dari setiap KUD pada tahapan giling tertentu. Sebagai contoh rendemen tebu KUD Ngajum pada tahapan giling ke 4 bernilai 9,5 yang berarti setiap 1 kuintal tebu yang dipasok ke PG. Kebon Agung Malang, dapat menghasilkan 9,5 kg gula pasir.

4.2.7 Data Biaya Tebang Angkut Tebu

Data biaya tebang dan angkut tebu dihitung dari banyaknya atau jumlah tebu yang dipanen oleh petani dan dikirimkan ke PG. Kebon Agung Malang. Tenaga kerja disini adalah tenaga kerja untuk kegiatan tebang dan angkut saja yang diperlukan untuk menjamin suplai sesuai dengan kemampuan giling pabrik. Biaya tebang angkut tebu dihitung berdasarkan jumlah tebu yang dihasilkan per satuan kuintal (Rp/ku).

Dalam setiap KUD memiliki biaya tebang dan biaya angkut yang bervariasi. Pihak pabrik sudah memiliki kebijakan dalam menentukan harga biaya tebang dan biaya angkut, penentuan biaya tenaga kerja tebang dan angkut didasarkan pada tingkat kesulitan medan tebang dan jarak angkut tiap KUD terhadap pabrik. Semakin sulit medan maka biaya tebang akan semakin tinggi dan begitu pula dengan jarak, semakin jauh jarak KUD lahan

tebu dari pabrik, maka akan semakin tinggi pula biaya angkutnya. Biaya tebang angkut per KUD dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Biaya Tebang Angkut Tebu (Rp/ku)

	KUD	Biaya Tebang	Biaya Angkut	Totat Biaya TA 2014	Biaya 2015 (+inflasi 4,3%)
Utara	Lawang	5.500	4.500	10.000	10.430
	Dengkol	5.000	5.000	10.000	10.430
	Sri Sedono	4.500	5.000	9.500	9.908,5
	Karangploso	4.000	5.500	9.500	9.908,5
	Jabung	5.000	5.000	10.000	10.430
	Pakis	5.000	6.500	11.500	11.994,5
	Tumpang "Agung"	4.500	6.000	10.500	10.951,5
	Tumpang "Padhita"	4.000	6.000	10.000	10.430
	Poncokusumo	4.500	5.700	10.200	10.638,6
Tengah	Kedungkandang	5.000	5.300	10.300	10.742,9
	Wagir	4.500	5.500	10.000	10.430
	Tajinan	4.000	5.000	9.000	9.387
	Bululawang	5.000	6.000	11.000	11.473
	Pakisaji	5.000	5.750	10.750	11.212,25
	Wonosari	5.000	5.500	10.500	10.951,5
Selatan	Ngajum	4.500	5.250	9.750	10.169,25
	Kromengan	5.000	5.375	10.375	10.821,13
	Sumberpucung II	4.000	4.500	8.500	8.865,5
	Pagak	5.000	5.500	10.500	10.951,5
	Kalipare	5.000	6.000	11.000	11.473
Kepanjen	4.000	3.500	7.500	7.822,5	

Sumber: Laporan Tahunan PG. Kebon Agung Malang

Pada Tabel 4.10 biaya tebang dan biaya angkut pada tahun 2014 digunakan sebagai acuan penentuan harga untuk koefisien biaya tenaga tebang dan angkut untuk di tahun 2015. Biaya tebang dan angkut tahun 2015 didapatkan dengan asumsi kenaikan harga inflasi sebesar 4,3% dari harga di tahun 2014. Penentuan inflasi sebesar 4,3% berdasarkan laporan inflasi tahunan Bank Indonesia.

4.3 Pengolahan Data

Pada pengolahan data kali ini diharapkan dapat mengeluarkan hasil yang optimal pada pengadaan tebu dari masing-masing kecamatan guna memenuhi kebutuhan kapasitas giling per periode PG. Kebon Agung Malang sehingga mampu menjawab rumusan masalah. Dalam memenuhi tujuan tersebut pengolahan data dilakukan melalui tiga tahap yaitu tahap pertama adalah melakukan peramalan terhadap luas lahan yang tersedia dan produktivitas lahan PG. Kebon Agung Malang untuk di tahun 2015.

Untuk memilih metode peramalan yang akan digunakan, hal yang dilakukan pertama-tama adalah melihat jenis data yang digunakan, kemudian melakukan peramalan dengan beberapa metode yang sesuai jenis data, setelah itu beberapa metode tersebut dibandingkan dan dipilih dengan melihat nilai *mean square error* (MSE) yang terkecil. Tahap kedua adalah membuat model formulasi matematis untuk menentukan variabel keputusan, fungsi tujuan dan fungsi kendala yang sesuai dengan permasalahan PG. Kebon Agung Malang. Tahap ketiga adalah melakukan optimasi pengadaan jumlah *supply* tebu dan produksi gula

menggunakan bantuan *software* LINGO 15.0 dengan metode *linear programming*. Pemilihan penyelesaian optimasi dengan *software* LINGO 15.0 dikarenakan pada penelitian kali ini menggunakan variabel yang banyak sehingga dibutuhkan bantuan *software* optimasi yang dapat dengan cepat dan tepat mengolah serta menyelesaikan formulasi matematis model *linear programming*.

4.3.1 Metode Peramalan

Peramalan luas lahan yang akan ditanami tebu untuk tahun 2015 akan menggunakan data historis luas-luas lahan pada periode musim tanam tahun-tahun sebelumnya. Peramalan ini dilakukan untuk melihat besarnya perkiraan luas lahan yang dapat dikelola untuk ditanami tebu pada musim tanam tahun 2014/2015. Hasil peramalan ini digunakan sebagai pembatas fungsi kendala yaitu untuk meminimumkan biaya produksi dan alokasi lahan pengadaan bahan baku yang berupa tebu PG. Kebon Agung Malang. Berdasarkan pola kecenderungan data dan data yang digunakan adalah data tahunan, maka dipilih model peramalan analisis deret waktu (*time series*) dengan metode proyeksi kecenderungan dengan Regresi, antara lain metode konstan, linear dan kuadratis. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap beberapa metode peramalan, dan akan dipilih salah satu metode peramalan dengan nilai *Mean Squared Error* (MSE) terkecil.

a. Metode Konstan

Perhitungan Parameter peramalan metode Konstan dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Peramalan Metode Konstan

Tahun	X	Y
2005	1	13.561
2006	2	13.855
2007	3	15.530
2008	4	15.983
2009	5	17.622
2010	6	17.856
2011	7	18.707
2012	8	18.529
2013	9	21.456
2014	10	19.291
Σ		172.390

Dari hasil perhitungan parameter peramalan pada Tabel 4.11, selanjutnya adalah memasukkan hasil nilai parameter peramalan tersebut ke rumus peramalan metode Konstan.

$$\text{rumus: } Y_{11} = \frac{\Sigma Y}{N} = \frac{172.390}{10} = 17.239,03$$

Hasil peramalan metode konstan untuk kebutuhan luas lahan PG. Kebon Agung Malang Tahun 2015 adalah sebesar 17.239,03 ha

b. Metode Linear

Perhitungan Parameter metode peramalan Linear dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Peramalan Metode Linear

Tahun	X	Y	XY	X ²
2005	1	13561	13561	1
2006	2	13855	27711	4
2007	3	15530	46589	9
2008	4	15983	63933	16
2009	5	17622	88109	25
2010	6	17856	107136	36
2011	7	18707	130952	49
2012	8	18529	148230	64
2013	9	21456	193108	81
2014	10	19291	192910	100
Σ	55	172.390	1.012.239	385

Dari Hasil perhitungan Parameter metode peramalan pada Tabel 4.12, selanjutnya adalah memasukkan hasil perhitungan parameter pada rumus metode peramalan Linear.

$$Y = a + bx$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{(10 \times 1012239) - (55 \times 172390)}{(10 \times 385) - (55)^2} = 776,86$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n} = \frac{172390 - (776,86 \times 55)}{10} = 12.966,26$$

Sehingga fungsi persamaannya : $Y = 12.966,26 + 776,86x$

$$Y = 13065,07 + 782,78(11)$$

$$Y = 21675,73$$

Maka hasil peramalan metode Linear kebutuhan lahan PG. Kebon Agung Malang untuk tahun 2015 adalah sebesar 21.675,73 Ha.

c. Metode Kuadratis

Tabel 4.13 Peramalan Metode Kuadratis

Tahun	X	Y	XY	X ²	X ³	X ⁴	X ² .Y
2005	1	13561	13561	1	1	1	13560,666
2006	2	13855	27711	4	8	16	55421,679
2007	3	15530	46589	9	27	81	139766,96
2008	4	15983	63933	16	64	256	255731,29
2009	5	17622	88109	25	125	625	440543
2010	6	17856	107136	36	216	1296	642813,67
2011	7	18707	130952	49	343	2401	916664,89
2012	8	18529	148230	64	512	4096	1185843,7
2013	9	21456	193108	81	729	6561	1737976,4
2014	10	19291	192910	100	1000	10000	1929100
Σ	55	172.390	1012239	385	3025	25333	7317422,3

Perhitungan Parameter metode peramalan Kuadratis dapat dilihat pada Tabel 4.13. Dan setelah didapatkan hasil perhitungan parameter, selanjutnya adalah memasukkannya pada rumus metode peramalan Kuadratis.

$$\delta = \sum x \sum Y - n \sum xY = (55 \times 172.390 - 10(1.012.239)) = 640.916$$

$$\theta = \sum x^2 \sum Y - n \sum x^2 Y = (385 \times 172.390) - (10 \times 7.317.422) = -6.803.933$$

$$\beta = (\sum x)^2 - n \sum x^2 = (55)^2 - (10 \times 385) = -825$$

$$\alpha = \sum x \sum x^2 - n \sum x^3 = (55 \times 385) - (10 \times 3025) = -9075$$

$$\partial = (\sum x^2)^2 - n \sum x^4 = (385)^2 - (10 \times 25333) = -105105$$

$$b = \frac{\partial \delta - \theta \alpha}{\partial \beta - \alpha^2} = \frac{(-105105 \times (-640916)) - (-6803933 \times -9075)}{(-105105 \times -825) - (-9075)^2} = 1289,669$$

$$c = \frac{\theta - b \alpha}{\partial} = \frac{(-6803933 - (1289,669 \times -9075))}{-105105} = -46,6182$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum t - c \sum t^2}{n} = \frac{(172390) - (1289,669 \times 55) - (-46,6182 \times 385)}{10} = 1190,66$$

Fungsi persamaan peramalan dengan fungsi kuadratis menjadi :

$$Y = 1190,66 + 1289,669x - 46,6182x^2$$

$$Y_{11} = 1190,66 + 1289,669(11) - 46,6182(11)^2$$

$$Y_{11} = 20486,2$$

Setelah didapatkan hasil peramalan menggunakan metode-metode diatas, maka langkah selanjutnya adalah memilih metode peramalan apa yang digunakan. Dalam penelitian ini menggunakan ukuran nilai kesalahan yaitu *Mean Squared Error* (MSE). Tabel 4.14 menunjukkan contoh perhitungan Nilai MSE metode peramalan Konstan.

Tabel 4.14 Perhitungan MSE metode Konstan

X	Nilai Aktual (Xt)	Nilai Peramalan (Yt)	(Xt)-(Yt)	((Xt)-(Yt)) ²
1.	13561	17239,04	-3678	13530408,3
2.	13855	17239,04	-3384	11448859,9
3.	15530	17239,04	-1709	2921960,63
4.	15983	17239,04	-1256	1577110
5.	17622	17239,04	383	146446,965
6.	17856	17239,04	617	380564,556
7.	18707	17239,04	1468	2156229,44
8.	18529	17239,04	1290	1663511,21
9.	21456	17239,04	4217	17786988,9
10.	19291	17239,04	2052	4210555,28
\sum				55.822.635,09
$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - Y_t)^2}{10}$				5.582.263,50

Perbandingan nilai *Mean Standard Error* (MSE) dari metode peramalan Konstan, metode peramalan Linear dan metode peramalan kuadratis yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perbandingan Nilai MSE Metode Peramalan

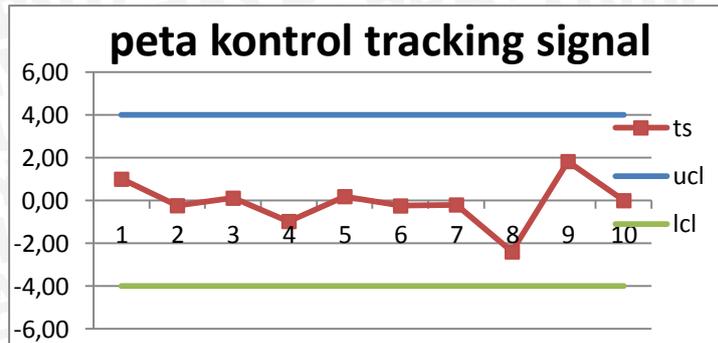
Metode Peramalan	Nilai MSE
KUADRATIS	485.079,49
LINEAR	603.190,90
KONSTAN	5.582.263,50

Tabel 4.15 menunjukkan bahwa metode peramalan dengan metode Kuadratis memiliki nilai MSE terkecil, kemudian diikuti oleh metode peramalan, dan nilai MSE metode peramalan metode konstan memiliki nilai MSE terbesar. Tabel 4.15 menjelaskan bahwa terdapat perbedaan nilai MSE yang sangat besar antara metode peramalan konstan dengan metode peramalan kuadratis dan linear. Hal ini menunjukkan bahwa pola kecenderungan data mendekati pola Kuadratis dan Linear. Dan Nilai MSE metode peramalan Konstan yang besar, menunjukkan bahwa pola data peramalan tidak mendekati pola konstan atau tetap. Pemilihan metode peramalan berdasarkan nilai MSE terkecil. Oleh karena itu dalam penelitian ini dipilih metode peramalan Kuadratis untuk meramalkan luas lahan dan nilai produktivitas lahan petani kemitraan PG.Kebon Agung malang pada tahun 2015. Setelah didapatkan metode peramalan terpilih, selanjutnya adalah memeriksa keandalan model peramalan yang dipilih berdasarkan Peta kontrol *Tracking Signal*. Nilai-nilai *Tracking Signal* untuk model peramalan metode Kuadratis dapat dilihat pada Tabel 4.16. Contoh perhitungan peramalan luas lahan PG. Kebon Agung Malang tahun 2015 untuk kecamatan Lawang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.16 Nilai *Tracking Signal* Model Peramalan Terpilih

Periode (1)	Forecast (2)	Actual (3)	Error (4)=(3)-(2)	RSFE (5)=kumulatif Dari (4)	Absolut Error (6)=absolut dari (4)	Kumulatif Absolut Error (7)=kumulatif dari (6)	MAD (8)=(7)/(1)	Tracking Signal (9)=(5)/(8)
1	13184	13561	377	377	377	377	377	1,00
2	14334	13855	-478	-101	478	855	428	-0,24
3	15390	15530	140	38	140	995	332	0,12
4	16353	15983	-370	-332	370	1365	341	-0,97
5	17224	17622	398	66	398	1763	353	0,19
6	18000	17856	-144	-78	144	1908	318	-0,25
7	18684	18707	23	-55	23	1931	276	-0,20
8	19274	18529	-746	-800	746	2677	335	-2,39
9	19772	21456	1685	885	1685	4361	485	1,83
10	20176	19291	-885	0	885	5246	525	0,00

Tabel 4.16 menunjukkan bahwa nilai-nilai tracking signal untuk model peramalan dengan Metode Kuadratis berada di dalam batas-batas yang dapat diterima (maksimum \pm 4). Hal ini menunjukkan bahwa akurasi dari model peramalan Kuadratis dapat diandalkan karena semua nilai tracking signal berada dalam batas pengendalian tracking signal. Apabila nilai-nilai tracking signal dari model peramalan kuadratis dari Tabel 4.16 ditebarkan dalam peta kontrol tracking signal, akan tampak seperti dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta Kontrol *Tracking Signal*

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai-nilai *Tracking signal* peramalan berdasarkan metode peramalan Kuadratis, semuanya berada dalam batas kendali *tracking signal* yaitu (maksimum ± 4). Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa akurasi dari model peramalan metode Kuadratis dapat diandalkan.

Tabel 4.17 Contoh Peramalan Metode Kuadratis KUD Lawang

Tahun	X	Y	XY	X ²	X ³	X ⁴	X ² .Y
2005	1	1074,82	1074,82	1	1	1	1074,815
2006	2	1098,18	2196,35	4	8	16	4392,709
2007	3	1230,88	3692,63	9	27	81	11077,9
2008	4	1266,83	5067,30	16	64	256	20269,2
2009	5	1396,69	6983,47	25	125	625	34917,33
2010	6	1415,26	8491,54	36	216	1296	50949,26
2011	7	1482,75	10379,23	49	343	2401	72654,64
2012	8	1468,59	11748,71	64	512	4096	93989,69
2013	9	1700,64	15305,73	81	729	6561	137751,6
2014	10	1529,00	15290,00	100	1000	10000	152900
Σ	55	13663,62	80229,7874	385	3025	25333	579977,1

$$\delta = \sum x \sum Y - n \sum xY = (55 \times 13644 - 10(80230)) = -50789,86$$

$$\theta = \sum x^2 \sum Y - n \sum x^2 Y = (385 \times 13663,62) - (10 \times 579977,1) = -539278,10$$

$$\beta = (\sum x)^2 - n \sum x^2 = (55)^2 - (10 \times 385) = -825$$

$$\alpha = \sum x \sum x^2 - n \sum x^3 = (55 \times 385) - (10 \times 3025) = -9075$$

$$\partial = (\sum x^2)^2 - n \sum x^4 = (385)^2 - (10 \times 25333) = -105105$$

$$b = \frac{\partial \delta - \theta \alpha}{\partial \beta - \alpha^2} = \frac{(-105105 \times (-50789,86)) - (-539278,10 \times -9075)}{(-105105 \times -825) - (-9075)^2} = 102,22$$

$$c = \frac{\theta - b \alpha}{\partial} = \frac{(-539278,10 - (102,22 \times -9075))}{-105105} = -3,69$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum t - c \sum t^2}{n} = \frac{13663,62 - (102,22 \times 55) - (-3,69 \times 385)}{10} = 946,41$$

Luas lahan KUD Lawang untuk di Tahun 2016 menjadi :

$$Y = 946,41 + 102,22x - 3,69x^2$$

$$Y_{11} = 946,41 + 102,22(11) - 3,69(11)^2$$

$$Y_{11} = 1623,73$$

Hasil data peramalan luas lahan dan produktivitas Tebu PG. Kebon Agung Malang secara keseluruhan dengan menggunakan metode Kuadratis pada tahun 2015 yang ditunjukkan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Peramalan Luas Lahan PG. Kebon Agung Malang tahun 2015

Wilayah	KUD	Luas Lahan (ha)	Produktivitas (ku/ha)
Utara	Lawang	1623,73	636,81
	Dengkol	885,67	664,21
	Sri Sedono	1034,34	697,54
	Karangploso	1061,95	715,16
	Jabung	1274,34	826,61
	Pakis	1540,89	825,92
	Tumpang "Agung"	943,01	715,32
	Tumpang "Padhita"	460,88	1102,94
	Poncokusumo	919,65	758,13
Tengah	Kedungkandang	714,69	797,44
	Wagir	1056,64	698,22
	Tajinan	1014,16	782,83
	Bululawang	1054,52	1019,78
	Pakisaji	1099,12	868,41
	Wonosari	480,00	943,32
Selatan	Ngajum	1322,13	791,82
	Kromengan	465,13	734,80
	Sumberpucung II	417,34	878,07
	Pagak	504,42	689,35
	Kalipare	1855,23	694,46
	Kepanjen	758,23	848,12

4.3.2 Model Matematis Optimasi Pengadaan Tebu dan Produksi Gula

Optimasi pengadaan Tebu dan produksi gula PG. Kebon Agung Malang menggunakan model *linear programming*. Model linear programming yang digunakan memiliki fungsi tujuan untuk meminimasi biaya yang dikeluarkan oleh PG. Kebon Agung Malang untuk pengadaan tebu dan produksi gula. Model matematis ini memiliki 4 fungsi pembatas, antara lain: fungsi pembatas luas lahan, fungsi pembatas kapasitas produksi, fungsi pembatas jumlah tebu yang dihasilkan dan fungsi pembatas jumlah gula yang dihasilkan. Berikut ini merupakan model matematis dari optimasi pengadaan tebu dan produksi gula pada PG. Kebon Agung Malang.

Notasi yang Digunakan:

X_{ij} = luas lahan KUD i pada periode j (ha)

C_i = biaya pengadaan lahan dari KUD i (Rp/ha)

D_i = biaya tebang angkut dari KUD i (Rp/ku)

T_{ij} = jumlah tebu yang ditebang dari KUD i saat periode j (ku)

K_{ij} = jumlah gula yang dihasilkan KUD i periode j (kg)

LL_i = luas lahan KUD i (ha)

E = biaya giling (Rp/kg)

i = KUD ke 1 sampai dengan KUD ke 21

j = periode tahap 1 sampai dengan periode tahap 6

Fungsi Tujuan:

Fungsi tujuan dalam penelitian ini adalah minimasi, terkait dengan minimasi biaya pengadaan tebu dan produksi gula PG. Kebon Agung Malang. fungsi tujuan ini terdiri dari komponen biaya pengadaan lahan (C_i), komponen biaya tebang angkut tebu (D_i) dan komponen biaya giling gula (E). Variabel keputusan dari penelitian ini adalah luas lahan KUD i pada periode j (X_{ij}). Sehingga fungsi tujuan terdiri dari biaya pengadaan lahan yang dikalikan dengan variabel luas lahan KUD i pada periode j (X_{ij}) ditambah dengan biaya tebang angkut yang dikalikan dengan jumlah tebu lahan KUD i pada periode j (T_{ij}) dan ditambah dengan biaya giling yang dikalikan dengan gula yang dihasilkan lahan KUD i pada periode j (K_{ij}). Formulasi fungsi tujuan penelitian ini dijelaskan pada persamaan (4-1).

$$\min Z = \sum_{i=1}^{21} \sum_{j=1}^6 C_i X_{ij} + \sum_{i=1}^{21} \sum_{j=1}^6 D_i T_{ij} + \sum_{i=1}^{21} \sum_{j=1}^6 E K_{ij} \quad (4-1)$$

Constraints

1. Fungsi Pembatas Luas Lahan

Kendala luas lahan ini adalah kendala yang membatasi variabel keputusan jumlah luas lahan di lahan i pada periode j (X_{ij}) dengan nilai total luas lahan perkecamatannya (LL_i). Jumlah luas lahan i pada periode j (X_{ij}) yang akan diolah sedemikian rupa jumlahnya lebih kecil atau sama dengan total luas lahan KUD i (LL_i). Sebagai contoh jumlah luas KUD Dengkol yang akan memasok tebu pada periode 1 sampai 6 nilainya tidak boleh melebihi total luas KUD Dengkol Untuk tahun 2015. Formulasi model kendala luas lahan penelitian ini dijelaskan pada persamaan (4-2)

$$\sum_j X_{ij} \leq LL_i \quad \forall i \quad (4-2)$$

2. Fungsi Pembatas Kapasitas Produksi

Kendala kapasitas produksi ini adalah kendala yang membatasi jumlah tebu dari perkecamatan dengan kapasitas giling tebu PG. Kebon Agung Malang. Nilai Jumlah

tebu didapatkan dari perkalian Produktivitas lahan i dengan nilai luas lahan kecamatan i pada periode j (X_{ij}). Jumlah tebu yang akan dihasilkan dari luas lahan i yang diolah pada periode j jumlahnya tidak boleh kurang atau minimal sama dengan nilai kapasitas giling periode j (KG_j). Hal ini dilakukan agar kapasitas produksi dapat terpenuhi. Formulasi model kendala kapasitas produksi ini dijelaskan pada persamaan (4-3).

$$\sum_i P_i X_{ij} \geq KG_j \quad \forall j \quad (4-3)$$

3. Fungsi pembatas Jumlah Tebu

Kendala jumlah tebu, merupakan fungsi kendala yang menyatakan bahwa jumlah tebu yang dihasilkan dari lahan i pada periode j (T_{ij}) jumlahnya sama dengan produktivitas lahan pada periode i dikali dengan luas lahan kecamatan i yang akan diolah pada periode j (X_{ij}). Formulasi model fungsi kendala jumlah tebu dapat dilihat pada persamaan (4-4).

$$T_{ij} = X_{ij} \cdot P_i \quad \forall i \text{ dan } \forall j \quad (4-4)$$

4. Fungsi Pembatas Jumlah Gula

Kendala jumlah gula, merupakan fungsi kendala yang menyatakan bahwa jumlah gula yang dihasilkan dari lahan tebu i pada periode j (K_{ij}) didapatkan dari perkalian jumlah tebu yang dihasilkan pada lahan i pada periode j (T_{ij}) dengan nilai rendemen tebu lahan i periode j (TR_{ij}). Formulasi model kendala jumlah gula dapat dilihat pada persamaan (4-5).

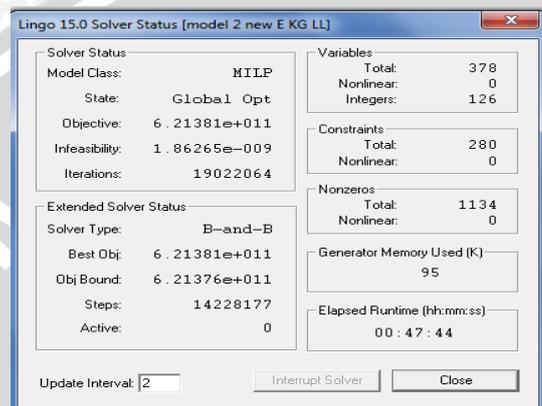
$$K_{ij} = T_{ij} TR_{ij} \quad \forall i \text{ dan } \forall j \quad (4-5)$$

4.3.3 Penyelesaian Model *Linear Programming* dengan *Software Lingo 15.0*

Data diolah dan diformulasikan kedalam model linear programming. Secara komputerisasi, data diolah dengan bantuan software LINGO 15.0, 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 i menunjukkan banyaknya lahan berdasarkan KUD, sedangkan indeks j menunjukkan banyaknya periode giling.

Penyelesaian permasalahan optimasi pengadaan tebu PG. Kebon Agung Malang menggunakan model *linear programming* dengan formulasi model yang digunakan sesuai dengan persamaan 4-1 sampai dengan 4-5, setelah itu formulasi model *Linear*

Programming diubah menjadi bentuk *syntax* LINGO 15.0. Pengolahan data dengan bantuan software LINGO 15.0 ini menggunakan *syntax* LINGO untuk memperoleh nilai output yang optimal dari formulasi model. *Syntax* LINGO 15.0 diperoleh dari formulasi model matematis *Linear Programming* optimasi pengadaan Tebu dan Produksi Gula PG. Kebon Agung Malang. *Syntax* LINGO pada penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 1. Hasil *output running* Optimasi Pengadaan Tebu dan Produksi Gula menggunakan *Linear Programming* yang diolah dengan bantuan *software* LINGO 15.0 ditunjukkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Hasil *Running* Lingo 15.0

Gambar 4.5 menunjukkan hasil dari penyelesaian LINGO 15.0 dengan model linear programming berupa fungsi objektif yang didefinisikan untuk meminimasi biaya pengadaan tebu dan produksi gula untuk musim giling tahun 2015. Dari Gambar 4.4, dapat diketahui hasil fungsi minimasi biaya yang akan dikeluarkan PG. Kebon Agung Malang adalah sebesar Rp 621.381.400.000

Pada Gambar 4.4 diatas dapat diketahui bahwa hasil dari penelitian ini global optimum dan memberikan status optimal pada iterasi ke 19.022.064 dan total variabel adalah 378 dan jumlah variabel integernya adalah sebesar 126. Untuk total kendala yang ada dalam model adalah sebesar 280. Output dari hasil pengolahan data dengan LINGO 15.0 dapat dilihat pada lampiran 2.

4.4 Analisa dan Pembahasan

4.4.1 Penggunaan Lahan Optimal

Berdasarkan perhitungan minimasi fungsi tujuan dalam optimasi Pengadaan Tebu PG. Kebon Agung menggunakan metode *linear programming* dan diolah menggunakan software LINGO 15.0, maka jumlah luas lahan kecamatan i pada periode j (X_{ij}) yang bisa memenuhi permintaan tebu PG. Kebon Agung Malang pada musim giling 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Luas Lahan Optimal Tahun 2015 (Ha) berdasarkan Model *Linear Programming*

Wilayah	Kecamatan	Periode (Bulan)						Total
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	
Utara	Lawang	989	66	2	0	0	1	1058
	Dengkol	10	0	9	0	866	0	885
	Sri Sedono	206	0	828	0	0	0	1034
	Karangploso	113	947	0	1	0	0	1061
	Jabung	2	0	0	1272	0	0	1274
	Pakis	0	978	0	0	0	561	1539
	Tumpang "Agung"	860	0	0	73	10	0	943
	Tumpang "Padhita"	2	0	39	407	12	0	460
	Poncokusumo	1	917	0	1	0	0	919
Tengah	Kedungkandang	1	712	1	0	0	0	714
	Wagir	0	0	0	0	1056	0	1056
	Tajinan	0	0	0	983	0	31	1014
	Bululawang	0	0	3	388	198	465	1054
	Pakisaji	0	0	0	170	0	929	1099
	Wonosari	0	0	0	19	460	1	480
Selatan	Ngajum	0	0	0	0	34	1288	1322
	Kromengan	0	0	0	0	465	0	465
	Sumberpucung II	4	0	0	0	413	0	417
	Pagak	0	0	504	0	0	0	504
	Kalipare	0	0	1855	0	0	0	1855
	Kepanjen	0	0	687	71	0	0	758
Total		2188	3620	3928	3385	3514	3276	19.911
Jumlah Keseluruhan (Ha)								19.911

Tabel 4.19 menunjukkan jumlah masing-masing alokasi lahan KUD pemasok tebu PG. Kebon Agung Malang untuk setiap periode giling pada tahun 2015. Dan jumlah keseluruhan lahan dalam kondisi optimal yang akan memasok tebu PG. Kebon Agung Malang di tahun 2015 adalah berjumlah 19.911 Ha. Tabel 4.19 menunjukkan nilai optimal areal tebang dalam pemenuhan bahan baku tiap periode sangat bervariasi. Berdasarkan Tabel 4.19, pada periode 1 pemenuhan bahan baku berasal dari KUD Lawang, Dengkol, Sri Sedono, Karangploso, Jabung, Tumpang "Agung", Tumpang "Padhita", Poncokusumo, Kedungkandang dan Sumberpucung dengan masing-masing luas lahan 989 Ha, 10 Ha, 206 Ha, 113 Ha, 2 Ha, 860 Ha, 2 Ha, 1 Ha, 1 Ha, dan 4 Ha. Jumlah lahan yang memasok tebu pada periode giling 1 adalah sebanyak 10 KUD dengan total lahan sebanyak 2188 Ha.

Pemenuhan bahan baku pada periode 2 berasal dari lahan Tebu KUD Lawang, Karangploso, Pakis, Poncokusumo dan Kedungkandang dengan masing-masing luas lahan 66 Ha, 947 Ha, 978 Ha, 917 Ha dan 712 Ha. Jumlah lahan yang memasok tebu pada periode giling 2 adalah sebanyak 5 KUD dengan total lahan sebanyak 3620 Ha.

Pemenuhan bahan baku Periode 3 berasal dari Lahan Tebu KUD Lawang, Dengkol, Sri Sedono, "Tumpang Agung", Kedungkandang, Bululawang, Pagak, Kalipare dan Kepanjen dengan masing-masing luas lahan 2 Ha, 9 Ha, 828 Ha, 39 Ha, 1 Ha, 3 Ha, 504 Ha, 1855 Ha dan 687 Ha. Jumlah lahan yang memasok tebu pada periode giling 3 adalah sebanyak 9 KUD dengan total lahan sebanyak 3928 Ha.

Pemenuhan bahan baku periode 4 berasal dari Lahan Tebu KUD karanploso, jabung, tumpang “agung”, tumpang “padhita”, Poncokusumo, Tajinan, Bululawang, Pakisaji, Wonosari dan Kepanjen dengan masing-masing luas lahan 1 Ha, 1272 Ha, 73 Ha, 407 Ha, 1 Ha, 983 Ha, 388 Ha, 170 Ha, 19 Ha dan 71 Ha. Jumlah lahan yang memasok tebu pada periode giling 4 adalah sebanyak 10 KUD dengan total lahan sebanyak 3385 Ha.

Pemenuhan bahan baku pada periode 5 berasal dari Lahan Tebu KUD Dengkol, Tumpang “Agung”, Tumpang “Padhita”, Wagir, Bululawang, Wonosari, Ngajum, Kromengan dan Sumberpucung II dengan masing-masing luas lahan sebesar 866 Ha, 10 Ha, 12 Ha, 1056 Ha, 198 Ha, 460 Ha, 34 Ha, 465 Ha dan 413 Ha. Jumlah lahan yang memasok tebu pada periode 5 adalah sebanyak 9 KUD dengan total lahan sebanyak 3514 Ha.

Pemenuhan bahan baku pada periode giling 6, berasal dari lahan tebu KUD Lawang, Pakis, Tajinan, Bululawang, Pakisaji, Wonosari dan Ngajum dengan masing-masing luas lahan sebesar 1 Ha, 561 Ha, 31 Ha, 465 Ha, 929 Ha, 1 Ha dan 1288 Ha. Jumlah lahan yang memasok tebu pada periode giling 6 adalah sebanyak 7 KUD dengan total lahan sebanyak 3276 Ha.

Untuk melihat perbandingan nilai luas lahan perencanaan existing PG. Kebon Agung Malang dengan perencanaan luas lahan optimal menggunakan model Linear Programming bisa dilihat pada Tabel 4.20. Pada tabel tersebut dijelaskan mengenai apakah terjadi kelebihan lahan atau tidak nilai luas lahan existing dengan nilai perencanaan optimal.

Tabel 4.20 Kelebihan Luas Lahan *Existing* Terhadap Nilai Optimal

Wilayah	Kecamatan	Perencanaan Optimal (ha)	Perencanaan Existing (ha)	Surplus (ha)
Utara	Lawang	1058	1623,73	567,73
	Dengkol	885	885,67	0,67
	Sri Sedono	1034	1034,34	0,34
	Karangploso	1061	1061,95	0,95
	Jabung	1274	1274,34	0,34
	Pakis	1539	1540,89	1,89
	Tumpang “Agung”	943	943,01	0,01
	Tumpang “Padhita”	460	460,88	0,88
	Poncokusumo	919	919,65	0,65
Tengah	Kedungkandang	714	714,69	0,69
	Wagir	1056	1056,64	0,64
	Tajinan	1014	1014,16	0,16
	Bululawang	1054	1054,52	0,52
	Pakisaji	1099	1099,12	0,12
	Wonosari	480	480,00	0,00
Selatan	Ngajum	1322	1322,13	0,13
	Kromengan	465	465,13	0,13
	Sumberpucung II	417	417,34	0,34
	Pagak	504	504,42	0,42
	Kalipare	1855	1855,23	0,23
	Kepanjen	758	758,23	0,23

Tabel 4.20 menjelaskan bahwa masing-masing semua kecamatan dalam kondisi nilai perencanaan optimal memiliki nilai kelebihan lahan pada perencanaan existing. Dari tabel

diatas dapat diketahui bahwa nilai *surplus* kecamatan Lawang memiliki nilai terbesar, yaitu sebesar 567,73 Ha. Ini dikarenakan selain jumlah *supply* yang sudah memenuhi kapasitas giling, kecamatan Lawang memiliki nilai produktivitas yang terendah diantara kecamatan yang lainnya. Nilai produktivitas yang rendah berdampak pada biaya pengadaan lahan tebu yang semakin besar, namun menghasilkan gula yang lebih sedikit. Dan Pertimbangan lain dari hasil optimasi menggunakan *Linear Programming* menyatakan bahwa lahan Tebu KUD Lawang yang memiliki nilai kelebihan lahan paling banyak dikarenakan biaya pengadaan lahan tebu KUD Lawang bukan lah yang paling murah, melainkan lahan Tebu Kalipare. Akan tetapi nilai produktivitas lahan tebu KUD Lawang memiliki nilai yang cukup kecil jika dibandingkan dengan lahan Tebu Kalipare, yaitu 636,81 ku/ha dengan 694,46 ku/ha KUD Ini akan berdampak pada total biaya yang akan dikeluarkan oleh PG. Kebon Agung Malang untuk musim Tahun 2015. Total penggunaan lahan perencanaan existing adalah 20.486,1 ha dan total penggunaan lahan perencanaan kondisi optimal adalah 19.911 ha, atau dengan kata lain pada kondisi optimal terjadi penurunan sebesar 2,81 % dalam hal penggunaan lahan pengadaan tebu PG. Kebon Agung Malang 2015.

4.4.2 Jumlah *Supply* Tebu Optimal

Setelah mendapatkan hasil jumlah luas lahan pada kondisi optimal, kita bisa mendapatkan nilai jumlah tebu yang dihasilkan dari lahan i pada periode j (T_{ij}) dalam kondisi optimal. Jumlah tebu yang dihasilkan didapatkan dari hasil perhitungan antara luas lahan kecamatan i pada periode j dikalikan dengan nilai produktivitas lahan. Sebagai contoh nilai jumlah tebu lahan Sri Sedono pada periode 3 berjumlah 577.563,10 Ku, ini didapatkan dari perkalian luas lahan SriSedono pada periode 3 dengan nilai produktivitas lahan Sri Sedono, yaitu $206 \text{ (ha)} \times 697,54 \text{ (ku/ha)} = 577.563,10 \text{ ku tebu}$. Kondisi optimal yang diharapkan adalah sebisa mungkin dapat memenuhi kapasitas giling pabrik, dalam hal ini tidak terjadi kekurangan bahan baku dan jika terjadi kelebihan bahan baku, kelebihan bahan baku tersebut memiliki nilai yang tidak terlalu besar.

Total supply tebu PG. Kebon Agung Malang setiap lahan KUD bervariasi, ini dikarenakan nilai produktivitas setiap lahan KUD berbeda-beda. Belum tentu jumlah luas lahan yang lebih besar menghasilkan jumlah tebu yang lebih banyak, dalam hal ini kita juga harus memperhatikan nilai produktivitas. Dan pada setiap kecamatan, tidak selalu memasok tebu dalam setiap periode. Jika T_{ij} memiliki nilai 0, berarti pada lahan kecamatan i tidak memasok tebu pada periode j . Untuk lebih jelasnya, jumlah tebu dalam

kondisi optimal yang akan dipasok pada PG. Kebon Agung Malang pada musim giling tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Jumlah Supply Tebu Optimal PG. Kebon Agung Musim Giling Th.2015 (ku)

Wil.	Kec.	Periode (Bulan)						Total
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	
Utara	LW	629.805,10	42.029,46	1.273,62			636,81	673.744,99
	DN	6.642,10		5.977,89		575.205,90		587.825,89
	SS	143.693,24		577.563,10				721.256,30
	KP	80.813,08	677.256,50		715,16			758.784,74
	JB	1.653,22			1.051,44			1.053.101,22
	PK		807.749,80				463.341,10	1.271.090,90
	TA	615.175,20			52.218,36	7.153,20		674.546,76
	TP	2.205,88		43.014,66	448.896,60	13.235,28		507.352,42
	PC	758,13	695.205,20		758,13			696.721,46
Tengah	KD	797,44	567.777,30	797,44				569.372,18
	WG					737.320,30		737.320,30
	TJ				769.521,90		24.267,73	793.789,63
	BL			3.059,34	395.674,60	201.916,40	474.197,70	1.074.848,04
	PA				147.629,70		806752,90	954.382,60
	WN				17.923,08	433.927,20	943,32	452.793,60
Selatan	NG					26.921,88	1.019.864	1.046.785,88
	KR					341.682,00		341.682,00
	SP II	3.512,28				362.642,90		366.155,18
	PG			347.432,40				347.432,40
	KL			1.288.223				1.288.223,00
Total (ku)		1.485.055,63	2.790.018,26	2.849.999,85	2.945.002,05	2.700.005,06	2.790.003,56	

Tabel 4.21 menjelaskan bahwa pada musim giling tahun 2015 Dari wilayah Utara, KUD Lawang memasok tebu selama 4 periode, yaitu pada periode 1 sebesar 628.805,10 Ku, periode 2 sebesar 42.029,46 Ku, periode 3 sebesar 1.273,62 dan periode 6 sebesar 636,81 Ku. Untuk KUD Dengkol memasok tebu selama 3 periode, yaitu pada periode 1 sebesar 6.642,10 Ku, periode 3 sebesar 5.977,89 Ku dan periode 5 sebesar 575.205,90 Ku. Untuk KUD Sri Sedono memasok tebu selama 2 periode, yaitu pada periode 1 sebesar 143.693,24 Ku dan periode 3 sebesar 577.563,10 Ku. Untuk KUD Karangploso memasok tebu selama 3 periode, yaitu pada periode 1 sebesar 80.813,08 Ku, pada periode 2 sebesar 677.256,50 dan pada periode 4 sebesar 715,16 Ku. Untuk KUD Jabung memasok tebu selama 2 periode, yaitu pada periode 1 sebesar 1.653,22 Ku dan periode 4 sebesar 1.051,44 Ku. Untuk KUD Pakis memasok tebu selama 2 periode, yaitu pada periode 2 sebesar 807.749,80 Ku dan periode 6 sebesar 463.343,10 Ku. Untuk KUD Tumpang “Agung” memasok tebu selama 3 periode, yaitu pada periode 1 sebesar 615.175,20 Ku, periode 4 sebesar 52.218,36 Ku dan periode 5 sebesar 7.153,20 Ku. Untuk KUD Tumpang “Padhita” memasok tebu selama 4 periode, yaitu pada periode 1 sebesar 2.205,88 Ku, periode 3 sebesar 43.014,66 Ku, periode 4 sebesar 448.896,60 Ku dan pada periode 5 sebesar 13.235,28 Ku. Untuk KUD Poncokusumo memasok tebu selama 3 periode, yaitu pada

periode 1 sebesar 758,13 Ku, periode 2 sebesar 695.205,20 Ku dan pada periode 4 sebesar 758,13 Ku. Untuk KUD Kedungkandang memasok tebu selama 3 periode, yaitu pada periode 1 sebesar 797,44 Ku, periode 2 sebesar 567.777,30 Ku dan pada periode 3 sebesar 797,44 Ku.

Jumlah pasokan Tebu dari Wilayah Tengah, KUD Wagir memasok tebu selama 1 periode, yaitu pada periode 5 dengan memasok tebu sebanyak 737.320,30 Ku. Untuk KUD Tajinan memasok tebu selama 2 periode, yaitu pada periode 4 sebesar 769.521,90 Ku dan periode 6 sebesar 24.267,73 Ku. Untuk KUD Bululawang memasok tebu selama 4 periode, yaitu pada periode 3 sebesar 3.059,34 Ku, periode 4 sebesar 395.674,60 Ku, periode 5 sebesar 201.916,40 dan pada periode 6 sebesar 474.197,70 Ku. Untuk KUD Pakisaji memasok tebu selama 2 periode, yaitu pada periode 4 sebesar 147.629,70 Ku dan periode 6 sebesar 806.752,90 Ku. Untuk KUD Wonogiri memasok tebu selama 3 periode, yaitu pada periode 4 sebesar 17.923,08 Ku, periode 5 sebesar 433.927,20 Ku dan periode 6 sebesar 943,32 Ku. Untuk KUD Ngajum memasok tebu selama 2 periode, yaitu pada periode 5 sebesar 26.921,88 Ku dan periode 6 sebesar 1.019.864 Ku.

Jumlah pasokan Tebu dari wilayah Selatan, untuk KUD Kromengan memasok tebu selama 1 periode, yaitu pada periode 5 sebesar 341.682 Ku. Untuk KUD Sumberpucung II memasok tebu selama 2 periode yaitu pada periode 1 sebesar 3.512,28 Ku dan periode 5 sebesar 362.642,90 Ku. Untuk KUD Pagak memasok tebu selama 1 periode, yaitu pada periode 3 sebesar 347.432,4 Ku. Untuk KUD Kalipare memasok tebu selama 1 periode, yaitu pada periode 3 sebesar 1.288.233 Ku. Dan yang terakhir untuk KUD Kepanjen memasok tebu selama 2 periode, yaitu pada periode 3 sebesar 582.658,4 Ku dan pada periode 4 sebesar 60.216,52 Ku.

Untuk hasil optimal jumlah supply tebu PG. Kebon Agung Malang, pada periode 1 berjumlah 1.485.055,63 Ku Tebu. Dan untuk periode giling ke 2 jumlah optimal tebu berjumlah 2.790.018,26 Ku Tebu. Untuk periode giling 3 jumlah optimal tebu berjumlah 2.849.999,85 Ku, untuk periode 4 berjumlah 2.945.002,05 Ku Tebu. Pada periode 5 jumlah optimal tebu adalah 2.700.005,06 dan untuk periode giling 6, jumlah optimal tebu adalah berjumlah 2.790.003,56 Ku.

Tabel 4.21 menjelaskan bahwa semua *supply* tebu dari 21 KUD yang bermitra dengan PG. Kebon Agung Malang memenuhi kapasitas giling pabrik dalam setiap periodenya. Dan secara keseluruhan total tebu yang akan digiling pada kondisi optimal untuk tahun 2015 adalah sebesar 15.560.084,41 Ku. Jika dibandingkan hasil optimal total supply tebu dengan nilai total kapasitas giling pabrik untuk di tahun 2015, yaitu sebesar 15.560.000

Ku, terdapat kelebihan hasil supply tebu sebesar 84,41 Ku. Hasil kelebihan sebesar 84,41 ini dinilai sangatlah kecil, hanya 0,000542 % kurang dari nilai kapasitas giling pabrik. Oleh karena itu dapat dikatakan nilai kelebihan dari perencanaan optimal tidak berpengaruh terhadap pembesaran biaya. Dan pada praktiknya, nilai kelebihan ini bisa dijadikan sebagai cadangan tebu jika seandainya terjadi kekurangan stok tebu.

4.4.3 Jumlah Produksi Gula Optimal

Setelah kita mendapatkan hasil jumlah optimal dari jumlah luas lahan petani kemitraan PG. Kebon Agung Malang dan jumlah tebu yang akan dipasok, kita bisa mengetahui berapa jumlah gula yang akan diproduksi oleh pihak PG. Kebon Agung Malang pada tahun 2015. Hasil gula yang akan diproduksi dipengaruhi oleh nilai rendemen. Semakin tinggi nilai rendemen nilai suatu tebu, maka akan semakin tinggi pula Gula SHS yang akan dihasilkan. Jumlah gula yang dihasilkan (Kg), didapatkan dari perkalian antara jumlah tebu yang dihasilkan (Ku) lahan i pada periode j (T_{ij}) dengan nilai rendemen lahan kecamatan i (%). Sebagai contoh jumlah gula kecamatan Karangploso pada periode 4, didapatkan dari $715,16 \times 9,35 = 6.686,74$ Kg Gula Pasir SHS. Nilai jumlah gula yang dihasilkan per lahan KUD pada setiap periode dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Jumlah Gula Optimal PG. Kebon Agung Musim Giling Th.2015 (kg)

Wil.	Kecamatan	Periode (Bulan)						Total
		Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	
Utara	Lawang	4.125.223	306.815,1	10.507,36	0	0	5.190,001	4.447.735
	Dengkol	43.505,75	0	49.317,59	0	5.378.175	0	5.470.998
	Sri Sedono	941.190,7	0	4.764.896	0	0	0	5.706.087
	Karangploso	529.325,7	4.943.973	0	6.686,746	0	0	5.479.985
	Jabung	10.828,59	0	0	9.831.038	0	0	9.841.867
	Pakis	0	5.896.573	0	0	0	3.776.230	9.672.803
	Tumpang "Agung"	4.029.398	0	0	488.241,7	66.882,42	0	4.584.522
	Tumpang "Padhita"	14.448,51	0	354.870,9	4.197.183	123.749,9	0	4.690.252
	Poncokusumo	4.965,751	5.074.998	0	7.088,515	0	0	5.087.052
Tengah	Kedungkandang	5.223,232	4.144.774	6.578,880	0	0	0	4.156.576
	Wagir	0	0	0	0	7.004.543	0	7.004.543
	Tajinan	0	0	0	7.310.458	0	201.422,2	7.511.880
	Bululawang	0	0	26.004,39	3.758.909	1.918.206	3.935.841	9.638.960
	Pakisaji	0	0	0	1.402.482	0	6.696.049	8.098.531
	Wonosari	0	0	0	170.269,3	4.122.308	7829,556	4.300.407
Selatan	Ngajum	0	0	0	0	255.757,9	8.464.873	8.720.631
	Kromengan	0	0	0	0	3.211.811	0	3.211.811
	Sumberpucung II	23.181,05	0	0	0	3.408.843	0	3.432.024
	Pagak	0	0	2.883.689	0	0	0	2.883.689
	Kalipare	0	0	10.692.250	0	0	0	10.692.250
Total	Kepanjen	0	0	4.836.065	566.035,3	0	0	5.402.100
		9.727.290	20.367.133	23.624.179	27.738.392	25.490.276	23.087.435	130.034.705

Tabel 4.22 menunjukkan jumlah gula optimal kecamatan i pada periode j . Sebagai contoh untuk kecamatan Pagak pada periode 2 jumlah gula yang dihasilkan adalah 0, ini

berarti KUD Pagak pada periode 2 tidak memasok tebu untuk digiling, sehingga tidak ada gula yang dihasilkan pada periode 2 dari KUD Pagak. Untuk total gula yang dihasilkan setiap kecamatan pada periode 1 sampai 6 pada musim giling 2015 dari wilayah Utara, Lahan KUD Lawang menghasilkan 4.447.735 Kg Gula SHS. Untuk KUD Dengkol menghasilkan gula sebanyak 5.470.998 Kg gula SHS. Lahan tebu KUD Sri Sedono menghasilkan 5.706.087 Gula SHS. Lahan tebu KUD Karangploso menghasilkan gula SHS sebanyak 5.479.985 Kg. Untuk lahan tebu KUD Jabung menghasilkan gula SHS sebanyak 9.841.867 kg. Untuk lahan tebu KUD Pakis menghasilkan 9.672.803 kg gula SHS. Untuk lahan tebu KUD Tumpang “Agung” menghasilkan 4.584.522 Kg gula SHS. Untuk lahan Tebu KUD Tumpang “Padhita” menghasilkan gula sebanyak 4.690.252 kg gula SHS. Untuk lahan tebu KUD Poncokusumo menghasilkan gula SHS sebanyak 5.087.052 kg. Untuk lahan tebu KUD Kedungkandang menghasilkan gula SHS sebanyak 4.156.576 kg.

Jumlah gula yang dihasilkan dari wilayah Tengah, Untuk lahan tebu KUD Wagir menghasilkan gula SHS sebanyak 7.511.880 kg. Untuk KUD Tajinan menghasilkan gula SHS sebanyak 7.511.880 kg. Untuk KUD Bululawang menghasilkan gula SHS sebanyak 9.638.960 kg. Untuk lahan KUD Pakisaji menghasilkan 8.098.531 kg gula SHS. Untuk lahan KUD Wonosari menghasilkan gula SHS sebanyak 4.300.407 kg. Untuk lahan KUD Ngajum menghasilkan 8.720.631 kg gula SHS.

Jumlah gula yang dihasilkan dari wilayah Selatan, untuk Lahan KUD Kromengan menghasilkan 3.211.811 kg gula SHS. Untuk lahan tebu KUD Sumberpucung II menghasilkan 3.432.024 kg gula SHS. Untuk lahan tebu KUD Pagak menghasilkan gula SHS sebanyak 2.883.689. kg Untuk lahan Tebu KUD Kalipare akan menghasilkan gula SHS sebanyak 10.692.250 kg. Untuk lahan tebu KUD Kepanjen menghasilkan gula SHS sebanyak 5.402.100 kg.

Untuk hasil optimal jumlah gula yang akan dihasilkan pada periode 1 adalah sebesar 9.727.290 Ku, untuk periode 2 berjumlah 20.367.133 ku, untuk periode 3 berjumlah 23.624.179 ku, untuk periode giling 4 berjumlah 27.738.392 Ku, periode 5 berjumlah 25.490.276 Ku dan untuk periode giling 6 berjumlah 23.087.435 Ku.

Tabel 4.21 menjelaskan bahwa belum tentu jumlah tebu yang dipasok suatu kecamatan akan lebih banyak akan menghasilkan jumlah produksi gula SHS yang lebih banyak dibanding kecamatan dengan jumlah tebu yang lebih sedikit. Sebagai contoh KUD Lawang dengan *supply* tebu sebanyak 673.744,99 Ku menghasilkan total gula SHS sebesar 4.447.735 Kg, sedangkan KUD Kepanjen dengan total *supply* tebu sebanyak 642.874,92

menghasilkan gula SHS sebanyak 5.402.100 Kg. Dalam hal ini, supply tebu KUD Kepanjen lebih sedikit dibandingkan dengan KUD Lawang, akan tetapi jumlah gula SHS yang dihasilkan lebih besar. Hal ini berguna bagi PG. Kebon Agung Malang dalam hal penentuan jumlah *supply* tebu yang masuk dengan tujuan meminimasi total biaya yang akan dikeluarkan oleh pabrik untuk pengadaan Tebu dan produksi Gula. Yang perlu ditekankan oleh pabrik untuk meminimasi biaya adalah melakukan pemilihan lahan yang memiliki nilai produktivitas dan rendemen yang baik, Karena secara tidak langsung biaya yang akan dikeluarkan oleh pabrik akan semakin banyak jika semakin banyak tebu yang digiling, namun jika gula yang dihasilkan sedikit, maka akan semakin sedikit pula keuntungan yang akan didapat.

4.4.4 Perbandingan Perencanaan Optimal dengan Perencanaan *Existing*

Dalam penelitian ini kita bisa menentukan jumlah luas lahan yang optimal sehingga didapatkan jumlah *supply* tebu dan produksi gula yang optimal dengan fungsi tujuan minimasi biaya. Hasil dari penelitian ini men *supply* tebu yang memenuhi kapasitas produksi dan hasil dari lahan yang diolah untuk musim giling PG. Kebon Agung tahun 2015 tidak melebihi dari luas lahan yang ada. Dari hasil perhitungan akhir menggunakan metode *Linear Programming* dengan fungsi tujuan minimasi biaya, dapat diketahui perbandingan pengurangan pasokan tebu dari 21 lahan KUD kemitraan PG. Kebon Agung Malang antara sesudah dan sebelum dilakukan perhitungan optimasi dengan menggunakan model *Linear Programming*. Perbandingan antara sesudah dan sebelum dilakukan optimasi menggunakan model *Linear Programming* dapat dilihat pada Tabel 4.23

Tabel 4.23 Perbandingan Perencanaan Optimal dengan Perencanaan *Existing*

Faktor Perbandingan	Nilai Perencanaan <i>Existing</i>	Nilai Perencanaan Optimal	Presentase Penurunan %
Nilai Luas Lahan (ha)	20.486,1	19.911	2,81%
Nilai Supply Tebu (ku)	15.927.920,74	15.560.084,41	2,3%
(1) Nilai Produksi Gula(kg)	131.089.613	130.034.705	0,8%
(2) Total Biaya (Rp)	634.817.811.202	621.381.400.000	2,11%
Rp/kg = (2)/(1)	4843,62	4778,58	1,34 %

Tabel 4.23 menunjukkan bahwa terjadi kelebihan luas lahan dari perencanaan existing terhadap perencanaan optimal PG. Kebon Agung Malang untuk musim giling tahun 2015 , dari luas lahan perencanaan *existing* sebesar 20.486,1 ha turun menjadi 19.911 ha, terjadi kelebihan sebesar 575,1 Ha. Dan untuk perbandingan perencanaan *existing* pasokan tebu yang akan digiling pabrik dengan perencanaan optimal, semula jumlah pasokan tebu

sebanyak 15.927.920 Ku tebu turun menjadi 15.560.084,41 ha, terdapat kelebihan sebesar 367.836,33 Ku Tebu dari kapasitas total giling pabrik. Untuk perbandingan nilai produksi gula perencanaan existing dengan perencanaan optimal, semula perencanaan existing produksi gula berjumlah 131.089.613 kg dan untuk perencanaan optimal berjumlah 130.034.705 kg atau terjadi penurunan sebesar 1.054.908 kg.

Secara jumlah, nilai pasokan tebu dari perencanaan *existing* lebih besar daripada perencanaan optimal, namun karena dalam hal ini, pabrik memiliki kapasitas giling yang terbatas, nilai tebu yang lebih tersebut, akan menunggu lebih lama lagi untuk digiling, sesuai dengan sifat tebu yang jika tidak segera digiling sampai dengan waktu 36 jam, maka nilai rendemen akan mengalami penurunan. Hal itulah yang menyebabkan pembesaran biaya, namun tidak diikuti dengan jumlah gula yang lebih banyak. Semula biaya perencanaan existing PG. Kebon Agung Malang untuk memproduksi gula SHS adalah Rp 4843,62 per kg, kemudian setelah dilakukan perencanaan dengan optimasi menggunakan model *Linear Programming*, biaya produksi gula SHS menjadi Rp 4.778,58 per kg nya. Dan dapat diketahui pula terjadi penurunan biaya per Kg produksi gula PG. Kebon Agung Malang dari perencanaan biaya existing dengan perencanaan optimal, yaitu terjadi penurunan biaya sebesar 1,34 % atau sebesar Rp 65,04 per kg nya.

Kemitraan PG. Kebon Agung Malang sudah terjalin cukup lama dengan 21 KUD-KUD yang telah disebutkan sebelumnya. Oleh karena itu, jumlah pengurangan luas lahan akan tetap dilakukan, akan tetapi tidak dilakukan pengurangan keseluruhan secara langsung, solusinya akan dilakukan pengurangan dengan cara bertahap. Hal ini dilakukan agar tetap menjalin hubungan yang erat antara PG. Kebon Agung dengan pihak KUD Kemitraan. Dengan diterapkannya solusi ini diikuti dengan koordinasi yang baik secara bertahap, diharapkan sama-sama terjadi keuntungan antara pihak pabrik dengan pihak KUD. Pihak Pabrik akan dapat meminimalisir biaya produksi, sedangkan pihak KUD, masih memiliki waktu untuk dapat segera mencari solusi alternatif, yaitu dengan cara mencari pihak pabrik yang masih memiliki kekurangan pasokan tebu. Alternatif lainnya adalah, pihak pabrik akan melakukan peningkatan kapasitas produksi kedepannya secara bertahap diiringi dengan peningkatan kualitas tebu yang akan dipasok oleh pihak KUD kemitraan, harapan kedepannya jika menggunakan alternatif ini, jumlah pasokan tebu yang lebih banyak secara tidak langsung akan membuat biaya produksi gula yang lebih besar pula, namun akan diiringi oleh jumlah gula yang lebih banyak pula, sehingga keuntungan bisa meningkat.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

