

**PROSES OPTIMISASI PRODUKSI
DENGAN METODE *LINEAR PROGRAMMING*
PADA STASIUN GILINGAN PG. KEBON AGUNG**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

**MUHAMMAD HAFIED ZAINUDIN
NIM. 0810620079-62**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2012**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PROSES OPTIMISASI PRODUKSI
DENGAN METODE *LINEAR PROGRAMMING*
PADA STASIUN GILINGAN PG. KEBON AGUNG**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

MUHAMMAD HAFIED ZAINUDIN
NIM. 0810620079-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing

Ir. Tjuk Oerbandono.,MSc.,CSE
NIP. 19670923 199303 1 002

LEMBAR PENGESAHAN
PROSES OPTIMISASI PRODUKSI
DENGAN METODE *LINEAR PROGRAMMING*
PADA STASIUN GILINGAN PG. KEBON AGUNG

SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK PRODUKSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

MUHAMMAD HAFIED ZAINUDIN
NIM. 0810620079-62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 08 Agustus 2012

Skripsi I

Skripsi II

Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.
NIP. 19740930 200012 1 001

Dr. Eng. Eko Siswanto, ST., MT.
NIP. 19701017 199802 1 001

Komprehensif

Dr. Eng. Moch. Agus Choiron, ST., MT.
NIP. 19720817 200003 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.
NIP. 19720903 199702 1 001

PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tidak lupa shalawat dan salam kita haturkan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad SAW. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) di Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Setelah melewati berbagai kesulitan yang dihadapi, terutama keterbatasan kemampuan penulis, skripsi ini dapat diselesaikan berkat adanya bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Tjuk Oerbandono.,MSc.,CSE selaku Dosen Pembimbing dan Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Produksi yang telah memberikan waktu dan segala kebaikan, bimbingan, dan arahan kepada penulis untuk kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Slamet Wahyudi,ST,MT. selaku Ketua Jurusan atas saran, bantuan, bimbingan, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
3. Orang tuaku tercinta, Bapak Moch Chamim Tohari dan Ibu Umi Machmudah atas perhatian, kasih sayang, doa, dukungan, dan perjuangan yang tidak pernah kenal lelah demi memberikan pendidikan yang terbaik kepada penulis.
4. Saudaraku, Rizki Habibi, Arif Rahman H, Fatim Ummu Rosyidah atas perhatian, semangat, doa dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
5. Febrina Dyah Safitri atas perhatian, semangat, doa dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Mesin yang telah memberikan bantuan dan ilmu kepada penulis.
7. Sahabatku, Vektor, Opet, dan Ucil atas semangat, perhatian, doa, bantuan, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
8. Seluruh saudaraku Teknik Mesin (EMPEROR) dan Teknik Industri angkatan 2008 atas semangat, doa, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan studi dan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam setiap usaha tidak lepas dari kesalahan. Oleh sebab itu, segala kritik dan saran sangat diharapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi referensi untuk penelitian lebih lanjut.

Malang, 08 Agustus 2012

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
RINGKASAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	2
1.5 Manfaat Penulisan	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Optimisasi Produksi	4
2.2 Linear Programming	5
2.2.1 Pengertian Linear Programming	5
2.2.2 Kelebihan dan kekurangan Linear Programming	6
2.2.3 Karakteristik Pemrograman Linear	6
2.2.4 Syarat-syarat dalam penggunaan Linear Programming	7
2.2.5 Asumsi-asumsi dasar Linear Programming	8
2.2.6 Pembuatan Model	9
2.2.7 Bentuk Baku Formulasi Linear Programming	10
2.2.8 Pemecahan Masalah dalam Pemrograman Linear	12
2.3 Metode Simpleks	12
2.3.1 Pengertian Metode Simpleks	12
2.3.2 Slack/Surplus	13
2.3.3 Langkah-langkah Metode Simpleks	14
2.4 Excel Solver	18
2.4.1 Pengertian Excel Solver	18
2.4.2 Langkah Pengaktifan Excel Solver	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Metode Penelitian	20
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	20
3.3 Prosedur Penelitian	20
3.3.1 Tahap Identifikasi Masalah	20
3.3.2 Tahap Pengumpulan Data	21
3.3.3 Tahap Analisa dan Kesimpulan	22
3.4 Diagram Alir Penelitian	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Pengumpulan Data	24
4.1.1 Data Produksi	24
4.1.2 Membentuk Fungsi Tujuan	25
4.1.3 Membentuk Fungsi Kendala	26
4.1.4 Fungsi Kendala Ketersediaan Nira	26
4.1.5 Mesin Proses Produksi	27
4.1.6 Pola Produksi	40
4.1.7 Kalender Kerja	40
4.1.8 Fungsi Kendala Ketersediaan Jam Kerja Mesin gilingan	42
4.1.9 Fungsi Kendala Ketersediaan Energi Listrik	43
4.1.10 Fungsi Kendala Permintaan	45
4.2 Implementasi sistem Optimisasi	46
4.2.1 Linear Programming dengan Metode Simpleks	46
4.2.2 Linear Programming dengan Excel Solver	59
4.3 Pembahasan	60
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Jumlah Produksi Gula putih dan Gula coklat di PG. KEBON AGUNG pada periode Mei - Oktober 2011	24
Tabel 4.2	Harga Jual Setiap Jenis Produk di PG. KEBON AGUNG pada Periode Mei - Oktober 2011	25
Tabel 4.3	Kebutuhan dan Koefisien Penggunaan Nira pada Periode Mei - Oktober 2011	26
Tabel 4.4	Keterangan Gambar <i>Flow Sheet</i> Stasiun Gilingan	28
Tabel 4.5	Jumlah Jam Kerja Untuk Setiap Shift	40
Tabel 4.6	Jumlah Hari Kerja Shift 1, Shift 2, Dan Shift 3 untuk setiap grup Kerja pada periode Mei - Oktober 2011	40
Tabel 4.7	Total Jam Kerja untuk Setiap Grup Kerja pada Periode Mei - Oktober 2011	41
Tabel 4.8	Total Jam Tenaga Kerja Langsung (TKL) pada periode Mei - Oktober 2011	41
Tabel 4.9	Ketersediaan dan Koefisien Penggunaan Jam Kerja Tenaga Kerja Langsung (TKL) pada periode Mei - Oktober 2011	41
Tabel 4.10	Ketersediaan Jam Kerja dan Koefisien Penggunaan Jam Kerja di Stasiun Gilingan pada periode Mei - Oktober 2011	43
Tabel 4.11	Penggunaan dan Persediaan Energi Listrik pada periode Mei - Oktober 2011	44
Tabel 4.12	Kebutuhan dan Koefisien Penggunaan Energi Listrik pada periode Mei - Oktober 2011	44
Tabel 4.13	Jumlah Permintaan Gula putih dan Gula coklat ke PG. KEBON AGUNG pada periode Mei - Oktober 2011	45

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	<i>Add Ins</i> pada <i>Word Options</i>	18
Gambar 2.2	<i>Solver Add Ins</i>	18
Gambar 2.3	<i>Tool Solver</i>	19
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1	<i>Flow Sheet</i> Stasiun Gilingan	28
Gambar 4.2	<i>Cane Cutter</i>	29
Gambar 4.3	<i>Unigrator</i>	30
Gambar 4.4	<i>Flow Sheet</i> Pemurnian	31
Gambar 4.5	<i>Flow Sheet</i> Stasiun Penguapan	35
Gambar 4.6	<i>Flow Sheet</i> Stasiun Masakan	36
Gambar 4.7	<i>Discontinue Centrifugal</i>	37
Gambar 4.8	<i>Continue Centrifugal</i>	38
Gambar 4.9	Perbandingan Pendapatan Produksi	52
Gambar 4.10	Perbandingan Jumlah Produksi Gula	52
Gambar 4.11	Perbandingan Nira yang dihasilkan	53
Gambar 4.12	Perbandingan Jam Kerja	53
Gambar 4.13	Perbandingan Tenaga Listrik	54

RINGKASAN

Muhammad Hafied Zainudin, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2012, *Proses Optimisasi Produksi Dengan Metode Linear Programming Pada Stasiun Gilingan PG. KEBON AGUNG*, Dosen Pembimbing: Ir. Tjuk Oerbandono.,MSc.,CSE

PG. KEBON AGUNG adalah sebuah perusahaan penghasil gula (*sugar*) Ada dua jenis gula yang diproduksi, yaitu gula putih dan gula coklat. Penjualan kedua jenis gula ini, memiliki tingkat pendapatan yang berbeda. Pendapatan yang diperoleh dari penjualan gula putih adalah lebih besar dibandingkan gula coklat. Adapun bahan baku utama untuk menunjang jalannya proses produksi adalah *tebu*. Dan semua hasil dari proses produksi gula tersebut dipasarkan hampir diseluruh dalam negeri. Dalam menjalankan aktifitas produksinya, PG. KEBON AGUNG membutuhkan suatu perencanaan dalam pengalokasian berbagai sumber daya yang tersedia, dengan tujuan untuk mengoptimalkan kapasitas, waktu, dan biaya produksi, sehingga mendapatkan keuntungan yang sebesar-besarnya. Agar perusahaan dapat memperoleh pendapatan yang optimal, perusahaan harus mengetahui jumlah produksi optimal dari kedua jenis produk tersebut. Tetapi dengan berbagai kendala yang ada, hal tersebut akan sulit untuk dilakukan jika hanya dengan metode perkiraan.

Dari semua permasalahan tersebut, akhirnya ditarik kesimpulan untuk merancang proses optimisasi produksi dengan bantuan perangkat lunak optimisasi yang dapat membantu proses komputasi optimisasi berdasarkan metode *Linear Programming*. Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat digunakan secara optimal pada proses produksi di stasiun gilingan PG. KEBON AGUNG.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut, maka perhitungan jumlah produksi dapat dirumuskan ke dalam model *Linear Programming* dan diselesaikan dengan metode Simpleks. Namun perhitungan dengan cara ini jika dilakukan secara manual, akan terasa sulit dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu untuk mempermudah dan mempersingkat waktu proses perhitungan, maka sebuah sistem optimasi terkomputersasi dirancang dan dibangun menggunakan *Excel Solver*. Dan dari implementasi sistem optimisasi tersebut, yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimisasi produksi gula di PG. Kebon Agung, diketahui bahwa pendapatan optimal yang dapat diperoleh PG. KEBON AGUNG selama periode Mei – Oktober 2011 adalah sebesar Rp 810.843.750.000,- dengan jumlah produksi optimal gula putih adalah sebesar 725625 Kwintal dan jumlah produksi optimal gula coklat adalah sebesar 354375 Kwintal.

Kata kunci: Proses Optimisasi, Metode *Linear Programming*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan perusahaan mempunyai hubungan yang sangat erat dengan kegiatan produksi. Perusahaan mengadakan kegiatan produksi untuk memenuhi permintaan pasar. Untuk mengadakan kegiatan produksi tersebut harus ada fasilitas-fasilitas produksi, antara lain bahan baku, tenaga kerja, dan mesin. Semua fasilitas produksi tersebut mempunyai kapasitas yang terbatas dan membutuhkan biaya. Penggunaan fasilitas produksi yang tidak tepat akan membuat perusahaan tidak dapat mencapai target produksinya dan terjadi pemborosan biaya produksi, oleh sebab itu perusahaan harus mampu mengelola fasilitas produksi dengan baik.

Perusahaan memiliki sumber daya yang terbatas, sehingga perusahaan membutuhkan solusi untuk mengoptimalkan proses produksi dengan memperhatikan batasan-batasan yang ada. Solusi tersebut bisa diperoleh dengan penggunaan metode-metode optimisasi, dan untuk masalah ini, salah satu metode optimisasi yang dapat digunakan adalah metode *Linear Programming*. Penggunaan metode *Linear Programming* dapat digunakan untuk mengatasi masalah optimisasi proses produksi perusahaan yang cukup kompleks.

PG. KEBON AGUNG adalah sebuah perusahaan penghasil gula (*sugar*). Adapun bahan baku utama untuk menunjang jalannya proses produksi adalah tebu. Dan semua hasil dari proses produksi gula tersebut dipasarkan hampir diseluruh dalam negeri.

Dalam menjalankan aktifitas produksinya, tentu saja PG. KEBON AGUNG membutuhkan suatu perencanaan dalam mengalokasikan berbagai sumber daya yang tersedia, dengan tujuan untuk mengoptimalkan kapasitas, waktu, dan biaya produksi, sehingga mendapatkan keuntungan yang sebesar-besarnya.

Dari semua permasalahan tersebut, akhirnya ditarik kesimpulan untuk merancang proses optimisasi produksi dengan bantuan perangkat lunak optimisasi yang dapat membantu proses komputasi optimisasi berdasarkan metode *Linear Programming*. Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat digunakan secara optimal pada proses produksi di stasiun gilingan PG. KEBON AGUNG.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalahnya adalah bagaimana menerapkan metode *Linear Programming* untuk proses optimisasi pada proses produksi gula di stasiun gilingan PG. KEBON AGUNG.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mengarahkan pembahasan dan agar permasalahan tidak meluas maka perlu kiranya diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Menggunakan dasar teori metode Simpleks yang merupakan bagian dari metode *Linear Programming*.
2. Menggunakan software Excel Solver
3. Optimisasi yang dilakukan ini mempunyai tujuan mengoptimalkan kapasitas, waktu dan biaya produksi, sehingga memaksimalkan keuntungan perusahaan.
4. Data yang dibutuhkan dari PT. PG KEBON AGUNG adalah data waktu produksi, biaya produksi, jumlah penggunaan dan persediaan sumber daya produksi, seperti bahan baku, tenaga kerja, mesin, dan sumber daya utama lainnya yang diperlukan.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode *Linear Programming* pada proses optimisasi produksi di stasiun gilingan PG. KEBON AGUNG.

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui dan memperdalam pengetahuan mengenai optimisasi proses produksi di PG. KEBON AGUNG.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam mengambil suatu keputusan sehingga tercipta suatu proses produksi yang lancar dan dapat memenuhi target produksi yang ada.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini, antara lain:

I. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, asumsi dan manfaat penulisan serta sistematika penulisan

II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi landasan teori yang relevan dengan permasalahan yang diajukan dan model analisis dalam menggambarkan hubungan antara keputusan dan hasil analisis.

III. METODE PENELITIAN

Berisi tentang metode dan tempat penelitian, jenis dan sumber data, pengambilan data, proses pelaksanaan dan metode analisis penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang deskripsi hasil penelitian berupa data-data hasil penelitian, analisis serta pembahasan data-data yang diperoleh.

V. PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Optimisasi

Optimisasi ialah suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimal (nilai efektif yang dapat dicapai) atau dengan kata lain optimisasi adalah tindakan untuk memperoleh hasil yang terbaik dengan keadaan yang diberikan.

Dalam disiplin matematika optimisasi merujuk pada studi permasalahan yang mencoba untuk mencari nilai minimal atau maksimal dari suatu fungsi riil. Untuk dapat mencapai nilai optimal, minimal atau maksimal tersebut, secara sistimatis dilakukan pemilihan nilai variabel bilangan bulat atau riil yang akan memberikan solusi optimal.

Optimisasi produksi diperlukan perusahaan dalam rangka mengoptimalkan sumber daya yang digunakan agar suatu produksi dapat menghasilkan produk dalam kuantitas dan kualitas yang diharapkan, sehingga perusahaan dapat mencapai tujuannya.

Optimisasi produksi adalah penggunaan faktor-faktor produksi yang terbatas seefisien mungkin. Faktor-faktor produksi tersebut adalah modal, mesin, peralatan, bahan baku, bahan pembantu dan tenaga kerja.

Setiap perusahaan akan berusaha mencapai keadaan optimal dengan memaksimalkan keuntungan atau dengan meminimalkan biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi. Perusahaan mengharapkan hasil yang terbaik dengan keterbatasan sumber daya yang dimiliki.

Optimisasi dapat ditempuh dengan dua cara yaitu maksimasi dan minimasi. Maksimasi adalah optimisasi produksi dengan menggunakan atau mengalokasikan input yang sudah tertentu untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal. Sedangkan minimasi adalah optimisasi produksi untuk menghasilkan tingkat output tertentu dengan menggunakan input atau biaya yang paling minimal.

Persoalan optimisasi dibagi menjadi dua jenis yaitu tanpa kendala dan dengan kendala. Pada optimisasi tanpa kendala, faktor-faktor yang menjadi kendala atau keterbatasan-keterbatasan yang ada terhadap fungsi tujuan (*objective function*) diabaikan sehingga dalam menentukan nilai maksimum atau minimum tidak terdapat kendala/batasan (*constraint*) terhadap berbagai pilihan alternatif yang tersedia. Sedangkan pada optimisasi dengan kendala, faktor-faktor yang menjadi kendala/batasan (*constraint*) terhadap fungsi tujuan (*objective function*) diperhatikan dalam menentukan titik maksimum atau minimum fungsi tujuan.

Optimisasi dengan kendala/batasan (*constraint*) pada dasarnya merupakan persoalan dalam menentukan nilai variabel suatu fungsi menjadi maksimum atau minimum dengan memperhatikan kendala/batasan (*constraint*) yang ada. Kendala/batasan (*constraint*) itu meliputi input atau faktor-faktor produksi seperti modal, bahan baku, tenaga kerja dan mesin. Optimisasi produksi dengan kendala/batasan (*constraint*) perlu memperhatikan faktor-faktor yang menjadi kendala pada fungsi tujuan (*objective function*) karena kendala menentukan nilai maksimum dan minimum.

Fungsi tujuan (*objective function*) ialah ekspresi yang hendak dimaksimalkan atau diminimalkan, merupakan suatu pernyataan matematis yang digunakan untuk mempresentasikan kriteria dalam mengevaluasi solusi suatu masalah.

Fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi kendala/batasan (*constraint*) merupakan suatu fungsi garis lurus atau linier. Salah satu metode untuk memecahkan masalah optimisasi proses produksi yang mencakup fungsi tujuan dan kendala adalah metode *Linear Programming*. Metode ini adalah suatu teknik perencanaan analitis dengan menggunakan model matematika yang bertujuan untuk menemukan beberapa kombinasi alternatif solusi.

2.2. *Linear Programming*

Linear Programming (LP) menurut Gaspersz (2001:155) merupakan teknik riset operasional (*operation research technique*) yang telah dipergunakan secara luas dalam berbagai jenis masalah manajemen. Banyak keputusan manajemen produksi dan inventori mencoba membuat agar penggunaan sumber daya manufaktur menjadi lebih efektif dan efisien. Sumber daya manufaktur seperti: mesin, tenaga kerja, modal, waktu, dan bahan baku digunakan dalam kombinasi tertentu yang paling optimum untuk menghasilkan produk (barang atau jasa).

2.2.1. Pengertian *Linear Programming*

Dalam perumusan masalah *Linear Programming* (LP), hal terpenting yang perlu kita lakukan adalah mencari tahu tujuan penyelesaian masalah dan apa penyebab masalah tersebut. Karena itu, ada dua macam fungsi *Linear Programming*, yaitu Fungsi tujuan (*objective function*) dan fungsi kendala/batasan (*constraint*). Fungsi tujuan mengarahkan analisis untuk mendeteksi tujuan perumusan masalah, sedangkan fungsi kendala adalah untuk mengetahui sumber daya yang tersedia dan permintaan atas

sumber daya tersebut. Yang perlu diingat disini adalah pemberian simbol-simbol dan representasi yang tentunya bertujuan untuk mempermudah pemecahan masalah. (Bustani, 2005:5)

2.2.2. Kelebihan dan kekurangan *Linear Programming*

Sebagai alat kuantitatif untuk melakukan perencanaan, *Linear Programming* mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan-kelebihan dari *Linear Programming* yaitu:

1. Mudah diaplikasikan, terlebih dengan menggunakan alat bantu komputer.
2. Dapat menggunakan banyak variabel, sehingga berbagai kemungkinan untuk memperoleh pemanfaatan sumber daya yang optimal dapat dicapai.
3. Fungsi tujuan dapat difleksibelkan sesuai dengan tujuan penelitian atau berdasarkan data yang tersedia. Misalnya meminimumkan biaya atau memaksimumkan keuntungan dengan data yang terbatas.

Sedangkan kelemahan dari penggunaan *Linear Programming* adalah:

1. Apabila alat bantu komputer tidak tersedia, maka cara *Linear Programming* dengan menggunakan banyak variabel akan menyulitkan analisisnya bahkan mungkin tidak dapat dikerjakan secara manual saja.
2. Metode ini hanya dapat digunakan untuk satu tujuan, misalnya hanya untuk memaksimumkan keuntungan atau minimumkan biaya. (Maharahmi, 2011:5-6)

Linear Programming itu sendiri sebenarnya merupakan metode perhitungan untuk perencanaan terbaik diantara kemungkinan-kemungkinan tindakan yang dapat dilakukan. Penentuan perencanaan terbaik tersebut terdapat banyak alternatif dalam perencanaan untuk mencapai tujuan spesifik pada sumber daya yang terbatas.

2.2.3. Karakteristik Pemrograman Linear

Semua masalah *linear programming* pada dasarnya memiliki lima karakteristik utama berikut menurut Anderson, et. al., (1997) dalam Gaspersz (2001:155):

1. Masalah *linear programming* berkaitan dengan upaya memaksimumkan (pada umumnya keuntungan) atau meminimumkan (pada umumnya biaya). Upaya optimasi (maksimum atau minimum) ini disebut sebagai fungsi tujuan (*objective function*) dari *linear programming*. Fungsi tujuan ini terdiri dari variabel-variabel keputusan (*decision variables*).

2. Terdapat kendala-kendala atau keterbatasan, yang membatasi pencapaian tujuan yang dirumuskan dalam *linear programming*. Kendala-kendala ini dirumuskan dalam fungsi-fungsi kendala (*constraint's functions*), terdiri dari variabel-variabel keputusan yang menggunakan sumber-sumber daya yang terbatas itu. Dengan demikian yang akan diselesaikan dalam linear programming adalah mencapai fungsi tujuan (maksimum keuntungan atau minimum biaya) dengan memperhatikan fungsi-fungsi kendala (keterbatasan atau kendala) sumber-sumber daya yang ada.
3. Memiliki sifat *linearitas*. Sifat linearitas ini berlaku untuk semua fungsi tujuan dan fungsi-fungsi kendala. Sebagai misal, apabila satu unit produk A dapat menghasilkan keuntungan, katakanlah, \$30, maka apabila kita memproduksi dua unit produk A akan memberikan keuntungan \$60 ($2 \times \30), produksi tiga unit produk A akan memberikan keuntungan \$90 ($3 \times \30), dan seterusnya. Demikian pula untuk penggunaan sumber-sumber daya. Misalkan untuk sumber daya tenaga kerja, katakanlah untuk memproduksi satu unit produk A membutuhkan 2 jam kerja, maka untuk menghasilkan dua unit produk A akan membutuhkan 4 jam kerja ($2 \text{ unit produk} \times 2 \text{ jam kerja per unit produk}$), dan seterusnya.
4. Memiliki sifat *homogenitas*. Sifat homogenitas ini berkaitan dengan kehomogenan sumber-sumber daya yang digunakan dalam proses produksi, misalnya semua produk A dihasilkan oleh mesin-mesin yang identik, tenaga kerja yang berketerampilan sama, dan lain-lain.
5. Memiliki sifat *divisibility*. Sifat *divisibility* diperlukan, karena *linear programming* mengasumsikan bahwa nilai dari variabel-variabel keputusan maupun penggunaan sumber-sumber daya dapat dibagi ke dalam pecahan-pecahan. Jika pembagian ini tidak mungkin dilakukan terhadap variabel keputusan, misalnya dalam industri mobil, furniture, dan lain-lain, karena nilai kuantitas produksi diukur dalam bilangan bulat, maka modifikasi terhadap *linear programming* harus dilakukan. Bentuk modifikasi dari *linear programming* ini disebut sebagai *integer programming*.

2.2.4. Syarat-syarat dalam penggunaan *Linear Programming*

Ada beberapa syarat agar masalah dapat disusun dan dirumuskan kedalam model *Linear Programming* yaitu:

1. Penentuan Tujuan

Ada tujuan permasalahan yang ingin dipecahkan disebut sebagai fungsi tujuan. Menentukan fungsi tujuan harus jelas dan tegas. Fungsi tujuan dapat berupa

dampak positif, manfaat, keuntungan dan kebaikan-kebaikan yang ingin dimaksimalkan atau dampak negatif, kerugian, risiko, waktu, jarak dan biaya-biaya yang ingin diminimalkan.

2. Alternatif Perbandingan

Harus ada sesuatu atau berbagai alternatif yang ingin diperbandingkan. Menentukan alternatif yang ingin diperbandingkan misalnya antara kombinasi waktu tercepat dan biaya tertinggi dengan waktu terlambat dan biaya terendah, antara padat modal dengan padat karya, antara kebijakan A dengan B, atau antara proyeksi tinggi dengan rendah.

3. Sumber Daya yang Terbatas

Sumber daya yang dianalisis harus berada dalam keadaan yang terbatas. Hal ini disebut juga sebagai kendala. Kendala terbagi dalam tiga tipe dasar, yaitu kendala maksimum yang menunjukkan penggunaan sumber daya tidak melebihi sumber daya yang tersedia, kendala minimum yang menunjukkan penggunaan sumber daya seminimal mungkin dan kendala persamaan yang menunjukkan penggunaan sumber daya sama dengan yang tersedia.

4. Perumusan Kuantitatif

Fungsi tujuan dan kendala harus dirumuskan secara kuantitatif dalam suatu model yang disebut dengan model matematik. Model merupakan abstraksi dari keadaan nyata yang menunjukkan berbagai hubungan fungsional yang langsung maupun tidak langsung, interaksi antara satu unsur dengan unsur lainnya yang membentuk suatu sistem. Model yang baik harus mencakup tiga kriteria yaitu kesesuaian, kesederhanaan, dan keserasian. Kesesuaian yaitu model harus mampu merangkum unsur-unsur yang sangat pokok dari persoalan yang dihadapi. Kesederhanaan yaitu model harus dibuat sesederhana mungkin sesuai dengan kemampuan yang ada. Keserasian yaitu model harus mampu menyeimbangkan unsur-unsur yang ada. (Maharahmi, 2011:5-6)

2.2.5. Asumsi-asumsi dasar *Linear Programming*

Dengan mengetahui asumsi-asumsi dasar *Linear Programming*, penggunaan teknik *Linear Programming* akan menjadi lebih terarah. Penggunaan *Linear Programming* harus memenuhi beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Asumsi Kesebandingan (*Proporsionalitas*)

Bahwa kontribusi setiap variabel dalam fungsi tujuan berbanding lurus dengan nilai variabelnya (nilai c_j proporsional dengan x_j). Artinya untuk nilai x_j berapapun besarnya c_j tetap / konstan. Misalnya: jika c_j adalah harga beli atau harga jual perunit x_j , maka berapapun jumlah x_j harga satuannya tetap.

2. Asumsi penambahan (*Aditivitas*)

Nilai fungsi tujuan (*objective function*) Z merupakan jumlahan dari kontribusi individual dari semua variabel yang berbeda.

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n \quad (2-1)$$

Z merupakan kombinasi linier (penjumlahan hasil kali anggota himpunan pasangan berurutan) dari x_j ; ($j = 1, 2, 3, \dots, n$).

3. Asumsi kepastian (*Certainty*)

Setiap parameter yaitu koefisien fungsi tujuan, ruas kanan, dan koefisien teknologis, diasumsikan dapat diketahui secara pasti.

4. Asumsi pembagian (*Divisibilitas*)

Dalam persoalan pemrograman linear, variabel keputusan boleh diasumsikan berupa bilangan pecahan. Misalkan x_j adalah banyaknya produk j yang harus di produksi dalam satuan ton, maka hasil keputusannya biasa bernilai 2,5 ton dan sebagainya. Biasanya hal ini terjadi pada produk yang kontinyu.

Jika nilai variabel keputusan harus berupa bilangan bulat (integer), Maka harus digunakan program bilangan bulat (integer programming) Misalnya produk yang dimungkinkan dalam jumlah pecahan, contohnya: gula yang belum di packing, atau teh yang belum dikemas.

2.2.6. Pembuatan model

Secara matematik, model umum dari linear programming yang terdiri dari sekumpulan variabel keputusan x_1, x_2, \dots, x_n , dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Maksimum (atau Minimum) } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

dengan kendala:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

•

•

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \quad (2-2)$$

c_n , a_{mn} , dan b_m adalah konstanta.

(Tentu saja yang harus kita cari adalah harga-harga x_1, x_2, \dots, x_n)

Catatan:

Tergantung pada permasalahan, fungsi-fungsi kendala dapat bertanda sama dengan ($=$), lebih kecil atau sama dengan (\leq), lebih besar atau sama dengan (\geq), atau kombinasi di antaranya (sebagian fungsi kendala bertanda \leq dan sebagian lainnya bertanda \geq).

Gaspersz (2001:155)

Formulasi tersebut dinamakan sebagai bentuk standar dari persoalan *Linear Programming*, dan setiap situasi yang formulasi matematisnya memenuhi model ini adalah persoalan *Linear Programming*.

Istilah umum dari model *Linear Programming* ini adalah sebagai berikut:

1. Fungsi yang dimaksimumkan atau diminimumkan, yaitu $c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$, disebut sebagai fungsi tujuan (*objective function*).
2. kendala/batasan (*constraint*).
3. Pembatas $X_j \geq 0$ disebut sebagai konstrain non-negatif.
4. Variabel X_j adalah variabel keputusan.
5. Konstanta-konstanta a_{ij} , b_i dan c_j adalah parameter-parameter model.

2.2.7. Bentuk Baku Formulasi *Linear Programming*

Terdapat 4 buah karakter yang menjadi sifat dari *Linear Programming*, yaitu sebagai berikut (Maharahmi, 2011:9-11):

1. Semua kendala/batasan (*constraint*) berupa persamaan.
2. Elemen ruas kanan dari persamaan adalah non-negatif.
3. Semua variabel adalah non-negatif.
4. Fungsi tujuan dapat berupa maksimasi atau minimasi.

Pembatas yang berbentuk pertidaksamaan dapat diubah ke bentuk persamaan dengan menambah atau mengurangi ruas kiri dengan suatu variabel non-negatif. Variabel baru ini disebut variabel *slack*, yang harus ditambahkan ke ruas kiri bilabentuk pertidaksamaan \leq dan dikurangi bila bentuk pertidaksamaan \geq .

Variabel *slack* (S_j) mempunyai sifat menggunakan satu satuan sumber terbatas untuk setiap satuan S_j yang terjadi, dan juga mempunyai sifat tidak mempengaruhi besaran fungsi tujuan.

$$\begin{array}{ll}
 a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \leq b_1 & \rightarrow a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + s_1 = b_1 \\
 b_1 \geq 0 & s_1 \geq 0 \\
 a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq b_2 & \rightarrow a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + s_2 = b_2 \\
 b_2 \geq 0 & s_2 \geq 0
 \end{array} \quad (2-3)$$

Keterangan:

b_i = banyak sumber atau fasilitas yang tersedia

s_j = variabel *slack*

Dalam menyelesaikan persoalan *Linear Programming* dengan menggunakan metode simpleks, bentuk dasar yang digunakan adalah bentuk standar. Karena itu setiap masalah *Linear Programming* harus diubah ke dalam bentuk standar sebelum diselesaikan dengan metode simpleks.

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam menyelesaikan masalah metode simpleks adalah harus adanya variabel-variabel basis dalam fungsi pembatas untuk memperoleh solusi awal yang *feasible*. Untuk fungsi-fungsi pembatas dengan tanda \leq , maka variabel basis dapat diperoleh dengan menambahkan variabel *slack* atau sebaliknya. Tetapi apabila fungsi pembatas mempunyai bentuk persamaan, maka tidak selalu diperoleh variabel basis.

Untuk mendapatkan variabel basis tersebut, dapat ditambahkan dengan suatu variabel semu, yang disebut variabel *artificial*. Variabel *artificial* adalah variabel yang ditambahkan pada fungsi pembatas yang mempunyai hubungan persamaan untuk memperoleh basis, atau juga dapat dinyatakan sebagai satuan variabel semu (palsu) yang mempunyai sifat menggunakan satu satuan sumber terbatas untuk setiap satu satuan variabel *artificial* yang terjadi. Variabel *artificial* ini mempunyai koefisien fungsi tujuan yang sangat besar, dimana harga ini dapat bernilai negatif atau positif, tergantung pada sifat fungsi tujuannya, maksimasi atau minimasi.

$$\begin{array}{ll}
 C_n = -M & ; \text{ untuk maksimasi fungsi tujuan} \\
 C_n = +M & ; \text{ untuk minimasi fungsi tujuan}
 \end{array} \quad (2-4)$$

Keterangan:

C_n = koefisien fungsi tujuan untuk variabel *artificial* X_n

M = bilangan bulat positif

2.2.8. Pemecahan Masalah dalam Pemrograman Linear

Pemecahan masalah dalam pemrograman linear dapat menggunakan beberapa teknik, antara lain cara aljabar, cara grafik, ataupun dengan metode simpleks. Seperti yang dijelaskan berikut: (Herjanto, 1999:186)

1. Pemecahan dengan cara aljabar

Cara aljabar merupakan teknik yang paling sederhana tapi kurang efisien, terutama bila jumlah batasan yang cukup banyak. Cara aljabar mencari penyelesaian dengan pendekatan trial and error untuk mendapatkan hasil yang optimal

2. Pemecahan dengan cara grafik

Cara ini juga cukup sederhana tetapi hanya digunakan untuk permasalahan yang memiliki dua variabel, yaitu dalam bentuk grafik dua dimensi. Apabila grafiknya lebih dari dua dimensi (variabel), dapat dibayangkan keulitan yang dialami analisis dalam mencari nilai titik penyelesaian yang optimal.

3. Pemecahan dengan metode simpleks

Metode simpleks adalah suatu metode yang secara sistematis dimulai dari suatu penyelesaian dasar yang fisibel kepenyelesaian dasar fisibel lainnya, yang dilakukan berulang-ulang (iteratif) sehingga tercapai suatu penyelesaian optimum. Cara ini digunakan untuk memecahkan permasalahan yang memiliki banyak batasan dan variabel.

2.3. Metode Simpleks

(Dian Wirdasari, 2009:276) Metode simpleks merupakan salah satu teknik penyelesaian dalam program linear yang digunakan sebagai teknik pengambilan keputusan dalam permasalahan yang berhubungan dengan pengalokasian sumber daya secara optimal. Metode simpleks digunakan untuk mencari nilai optimal dari program linear yang melibatkan banyak constraint (pembatas) dan banyak variabel (lebih dari dua variabel). Penemuan metode ini merupakan lompatan besar dalam riset operasi dan digunakan sebagai prosedur penyelesaian dari setiap program computer

2.3.1. Pengertian Metode Simpleks

(Maharahmi, 2011:11-12) Pada tahun 1947, seorang ahli matematika Amerika, George Dantzig menemukan dan mengembangkan suatu metode pemecahan model *Linear Programming* yang disebut dengan metode simpleks. Metode ini merupakan teknik yang dapat memecahkan model yang mempunyai variabel keputusan dan

pembatas (*constraint*) yang lebih besar dari dua. Bahkan pada akhirnya secara teoritis, metode ini dapat menangani variabel keputusan dan pembatas dengan jumlah yang tak terbatas atau tak terhingga. Algoritma simpleks diterangkan dengan menggunakan logika aljabar matriks, sehingga operasi perhitungan dapat lebih efisien.

Metode simpleks mempunyai prosedur yang bersifat iterasi dan bergerak selangkah demi selangkah. Dimulai dari suatu titik ekstrim (solusi *feasible* dasar) di daerah *feasible* menuju ke titik ekstrim yang optimal. Pada setiap perpindahan dari satu solusi *feasible* dasar ke solusi *feasible* dasar lainnya, dilakukan sedemikian rupa sehingga terjadi perbaikan pada nilai fungsi tujuan.

Ada beberapa ketentuan yang harus diperhatikan dalam menyelesaikan persoalan optimasi menggunakan metode simpleks, yaitu:

1. Nilai Kanan (NK)/ *Right Hand Sides* (RHS) fungsi tujuan adalah nol (0).
2. Nilai Kanan (NK)/ *Right Hand Sides* (RHS) fungsi kendala harus positif. Apabila negatif, nilai tersebut harus dikalikan -1 .
3. Fungsi kendala dengan tanda " \leq " harus diubah ke bentuk " $=$ " dengan menambahkan variabel *slack* (*surplus*). Variabel *slack* (*surplus*) disebut juga variabel dasar.
4. Fungsi kendala dengan tanda " $=$ " harus ditambah *artificial* variabel (M).
5. Fungsi kendala dengan tanda " \geq " diubah ke bentuk " \leq " dengan cara mengalikan dengan -1 , lalu diubah ke bentuk persamaan dengan ditambahkan variabel *slack*. Kemudian karena Nilai Kanan (NK)/ *Right Hand Sides* (RHS) negatif, dikalikan lagi dengan -1 dan ditambah *artificial* variabel(M).

Pada dasarnya metode simpleks menggunakan dua kondisi untuk mendapatkan solusi yang optimal yaitu:

1. Kondisi Optimal
Yang menyatakan bahwa solusi yang dioptimalkan adalah solusi terbaik.
2. Kondisi *Feasible*
Yang menyatakan bahwa yang dioptimalkan adalah solusi *feasible* dasar (*basic feasible solution*).

2.3.2. Slack/Surplus

Adalah batasan yang mempunyai tanda \leq atau \geq akan mempunyai sisa dan besarnya sisa tergantung pada penyelesaian akhir linear programming.

2.3.3. Langkah-langkah Metode Simpleks

Langkah-langkah penyelesaian model *Linear Programming* dengan menggunakan metode simpleks dapat dilihat seperti pada contoh berikut (Maharahmi, 2011:1-15):

Fungsi Tujuan:

$$Z_{Maksimum} = 3X_1 + 5X_2$$

Kendala/batasan:

- 1) $2X_1 \leq 8$
- 2) $3X_2 \leq 15$
- 3) $6X_1 + 5X_2 \leq 30$

Langkah-langkah:

1. Mengubah fungsi tujuan dan fungsi kendala dari pertidaksamaan menjadi persamaan, artinya semua C_jX_j dan A_jX_j digeser ke persamaan ruas kiri (lihat beberapa ketentuan yang harus diperhatikan di atas).

Fungsi tujuan

$$Z = 3X_1 + 5X_2 \quad \Rightarrow \quad Z - 3X_1 - 5X_2 = 0$$

Fungsi kendala

- 1) $2X_1 \leq 8 \quad \Rightarrow 2X_1 + S_1 = 8$
- 2) $3X_2 \leq 15 \quad \Rightarrow 3X_2 + S_2 = 15$
- 3) $6X_1 + 5X_2 \leq 30 \quad \Rightarrow 6X_1 + 5X_2 + S_3 = 30$

(S_1, S_2 dan S_3 adalah variabel *slack*)

2. Menyusun persamaan-persamaan ke dalam tabel

Variabel dasar	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	NK	index
Z	1	-3	-5	0	0	0	0	
S_1	0	2	0	1	0	0	8	
S_2	0	0	3	0	1	0	15	
S_3	0	6	5	0	0	1	30	

3. Memilih kolom kunci

Kolom kunci adalah kolom yang pada baris Z memiliki nilai negatif dengan angka terbesar.

Variabel dasar	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	NK	index
Z	1	-3	-5	0	0	0	0	
S_1	0	2	0	1	0	0	8	
S_2	0	0	3	0	1	0	15	
S_3	0	6	5	0	0	1	30	

4. Memilih baris kunci

$$\text{Index} = \frac{\text{Nilai kanan (NK)}}{\text{Nilai kolom kunci (NKK)}}$$

Baris kunci adalah baris yang mempunyai index terkecil

Variabel dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	index
Z	1	-3	-5	0	0	0	0	
S ₁	0	2	0	1	0	0	8	
S ₂	0	0	3	0	1	0	15	5
S ₃	0	6	5	0	0	1	30	6

5. Mengubah nilai-nilai baris kunci

Dengan cara membaginya dengan angka kunci

Baris baru kunci = baris kunci : angka kunci

sehingga tabel menjadi seperti berikut:

Z	1	-3	-5	0	0	0	0	
S ₁	0	2	0	1	0	0	8	
S ₂	0	0	3	0	1	0	15	5
S ₃	0	6	5	0	0	1	30	6
Z	1							
S ₁	0							
S ₂	0	0	3	0	1	0	15	
S ₃								

Index terkecil

Kolom kunci

Angka kunci

Baris baru kunci

6. Mengubah nilai-nilai selain baris kunci sehingga nilai-nilai kolom kunci (selain baris kunci) = 0

Baris baru = baris lama – (koef angka kolom kunci x nilai baris baru kunci)

baris Z

baris lama		(-3	-5	0	0	0	0)	
NBBK	-3	(0	1	0	1/3	0	5)	-
baris baru		-3	0	0	5/3	0	25	

baris S₁

baris lama		(2	0	1	0	0	8)	
NBBK	0	(0	1	0	1/3	0	5)	-
baris baru		2	0	1	0	0	8	

baris S₃

baris lama	(6	5	0	0	01	30)	
NBBK	5	(0	1	0	1/3	0	5)
baris baru	6	0	0	-5/3	0	5	-

Masukkan nilai di atas ke dalam tabel, sehingga tabel menjadi seperti berikut:

Variabel dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	index
Z	1	-3	0	0	5/3	0	25	
S ₁	0	2	0	1	0	0	8	
S ₂	0	0	3	0	1/3	0	5	
S ₃	0	6	0	0	-5/3	1	5	

7. Melanjutkan perbaikan-perbaikan (langkah 3 - 6) sampai baris Z tidak ada nilai negatif

Variabel dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	index
Z	1	-3	0	0	5/3	0	25	
S ₁	0	2	0	1	0	0	8	
S ₂	0	0	3	0	1/3	0	5	
S ₃	0	6	0	0	-5/3	1	5	

8. Memilih kolom kunci

Kolom kunci adalah kolom yang pada baris Z memiliki nilai negatif dengan angka terbesar.

Variabel dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	index
Z	1	-3	0	0	5/3	0	25	
S ₁	0	2	0	1	0	0	8	
S ₂	0	0	3	0	1/3	0	5	
S ₃	0	6	0	0	-5/3	1	5	

9. Memilih baris kunci

$$\text{Index} = \frac{\text{Nilai kanan (NK)}}{\text{Nilai kolom kunci(NKK)}}$$

Baris kunci adalah baris yang mempunyai index terkecil

Variabel dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	index
Z	1	-3	0	0	5/3	0	25	
S ₁	0	2	0	1	0	0	8	4
S ₂	0	0	3	0	1/3	0	5	
S ₃	0	6	0	0	-5/3	1	5	5/6

10. Mengubah nilai-nilai baris kunci

Dengan cara membaginya dengan angka kunci

Baris baru kunci = baris kunci : angka kunci

sehingga tabel menjadi seperti berikut:

Variabel dasar	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	NK	index
Z	1	-3	0	0	5/3	0	25	
S ₁	0	2	0	1	0	0	8	4
S ₂	0	0	3	0	1/3	0	5	
S ₃	0	6	0	0	-5/3	1	5	5/6
Z	1							
S ₁	0							
S ₂	0							
S ₃	0	1	0	0	-5/18	1/6	5/6	

Kolom kunci

Angka kunci

Baris baru kunci

Index terkecil

11. Mengubah nilai-nilai selain baris kunci sehingga nilai-nilai kolom kunci (selain baris kunci) = 0

Baris baru = baris lama – (koef angka kolom kunci x nilai baris baru kunci)

baris Z

baris lama	(-3	0	0	5/3	0	25)	
NBBK	-3	(1	0	0	-5/18	1/6	5/6)
baris baru	0	0	0	5/6	1/2	27 1/2	-

baris S₁

baris lama	(2	0	1	0	0	8)	
NBBK	2	(1	0	0	-5/18	1/6	5/6)
baris baru	0	0	1	5/9	-1/3	6 1/3	-

baris S₂

baris lama	(0	3	0	1/3	0	5)	
NBBK	0	(1	0	0	-5/18	1/6	5/6)
baris baru	0	1	0	1/3	0	5	-

Masukkan nilai di atas ke dalam tabel, sehingga tabel menjadi seperti berikut:

Z	1	0	0	0	5/6	1/2	27 1/2	Z max
S ₁	0	0	0	1	5/9	-1/3	6 1/3	
X ₁	0	0	1	0	1/3	0	5	
X ₂	0	1	0	0	-5/18	1/6	5/6	

Dari tabel, diperoleh hasil:

$$X_1=5/6$$

$$X_2=5$$

$$Z_{\max}=27 \frac{1}{2}$$

2.4. Excel Solver

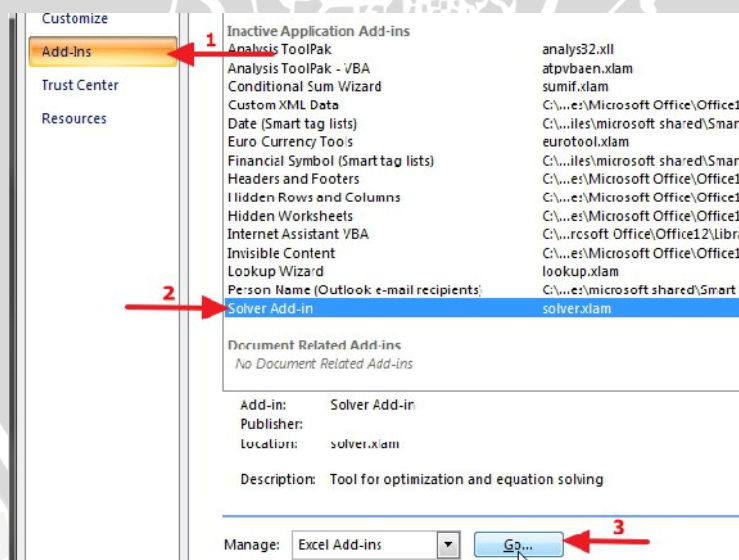
2.4.1. Pengertian Excel Solver

Excel Solver merupakan salah satu fasilitas tambahan (add-ins) yang digunakan untuk memecahkan persoalan yang cenderung rumit. Fasilitas solver memungkinkan anda menghitung nilai yang dibutuhkan untuk mencapai hasil terdapat dalam satu sel atau sederatan sel (RANGE). Dengan kata lain, solver dapat menangani masalah yang melibatkan banyak sel / variabel dan membantu anda mencari kombinasi variabel untuk meminimalkan / memaksimalkan suatu target.

2.4.2. Langkah pengaktifan Excel Solver

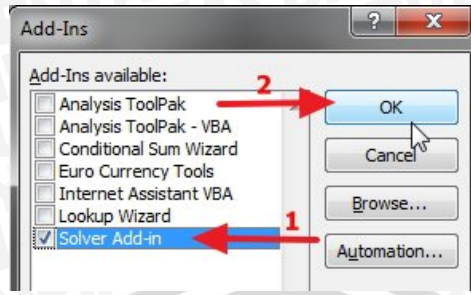
Berikut ini cara untuk mengaktifkan fasilitas **Solver** di MS Excel 2007 :

1. Klik **Office Button** dan Klik **Word Options**
2. Klik **Add-Ins**, Klik **Solver Add-in** pada kolom **Inactive Application Add-ins**



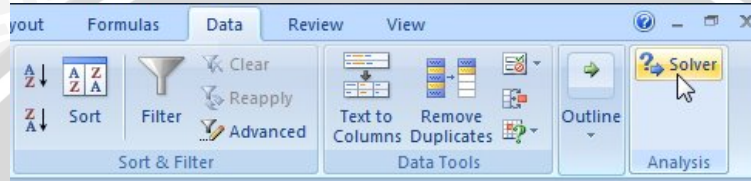
Gambar 2.1 Add Ins pada Word Options

3. Centang **Solver Add-in** kemudian Klik tombol **OK**

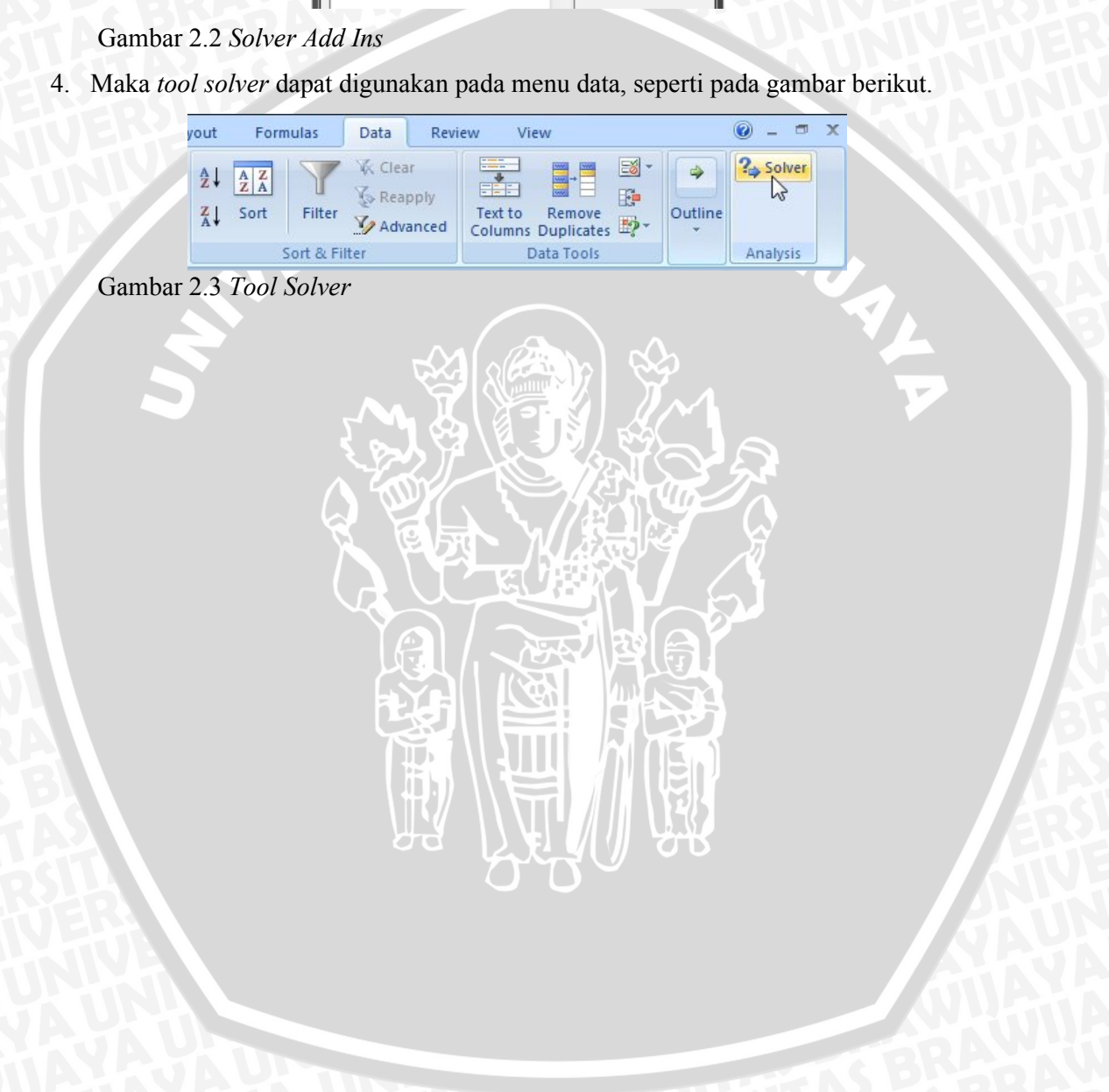


Gambar 2.2 Solver Add Ins

- 4. Maka *tool solver* dapat digunakan pada menu data, seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.3 Tool Solver



BAB III METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahap-tahap penelitian yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan analisa dan pemecahan masalah yang sedang dibahas. Hal ini bertujuan agar penelitian dapat dilakukan secara terarah dan memudahkan dan menganalisa permasalahan yang ada.

3.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode historis dan studi analitik. Metode historis digunakan untuk menggambarkan sesuatu yang telah berlangsung pada saat penelitian dan untuk menguraikan sifat-sifat atau karakteristik dari suatu keadaan, sedangkan studi analitik digunakan untuk mengolah data yang didapat dari perusahaan.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. PG KEBON AGUNG Jl. Raya Pakisaji Malang, Indonesia. Khususnya pada penggilingan tebu. Penelitian ini dilakukan bulan februari sampai data yang diperlukan sudah memenuhi.

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir pemecahan masalah yang terdapat pada diagram alur penelitian (hal.23).

3.3.1 Tahap Identifikasi Masalah

Agar sistem yang akan dirancang dan dibangun nantinya dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian, maka sebelum dilakukan perancangan sistem, terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap masalah optimisasi yang ada pada PG. KEBON AGUNG. Identifikasi masalah optimisasi ini dapat dilakukan dengan mengetahui jenis dan sumber data, menentukan metode pengolahan data, serta membuat perumusan model *Linear Programming* dari data-data yang diperoleh. Dengan melakukan identifikasi masalah optimisasi ini, diharapkan nantinya sistem dapat memberi solusi yang terbaik untuk permasalahan optimasi pada PG. KEBON AGUNG. Adapun data yang diperoleh dari PG. KEBON AGUNG adalah data historis periode Mei 2011 – Oktober 2011.

3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

1. Sumber Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari berbagai dokumen tertulis perusahaan yang berhubungan dengan proses produksi. Sedangkan data sekunder sebagai data pendukung di peroleh dari pengamatan langsung proses produksi dan wawancara dengan para karyawan bagian produksi. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Data historis perusahaan yang meliputi biaya produksi, jumlah produksi, harga jual produk, jumlah permintaan produk dan realisasi penjualan.
- b. Data historis produksi yang meliputi kapasitas dan waktu produksi ialah kebutuhan bahan baku, kebutuhan bahan pembantu, penggunaan energi listrik, penggunaan jam kerja Tenaga Kerja Langsung dan penggunaan jam kerja mesin-mesin produksi untuk setiap jenis produk yang dihasilkan.

2. Metode Pengolahan Data

Proses pengolahan data hasil penelitian meliputi beberapa tahapan, yaitu:

a. *Editing*

Pada tahap ini dilakukan rekapitulasi data yang telah dikumpulkan sehingga diketahui apakah data-data tersebut konsisten dan baik untuk dianalisis lebih lanjut. Penelitian ini menggunakan pengolahan data secara kuantitatif. Pada tahap *editing*, data kuantitatif yang digunakan adalah data harga jual produk, data biaya produksi, data penggunaan berbagai sumber daya produksi, serta data permintaan produk. Data kuantitatif digunakan pada analisis optimasi produksi dengan tujuan memaksimalkan keuntungan produksi.

b. *Coding*

Pada tahap ini dilakukan klasifikasi data yang telah diedit ke dalam bentuk kode menurut jenis ragamnya. Mengkode data ini adalah sangat diperlukan terutama untuk mempermudah proses pengolahan data menggunakan komputer. Tahap *coding* terjadi pada proses perumusan model, yaitu data yang telah diedit diklasifikasikan ke dalam bentuk simbol. Misalnya variabel tujuan disimbolkan dengan Z dan variable keputusan baik dalam fungsi tujuan maupun fungsi kendala disimbolkan dengan X .

c. *Tabulating*

Pada tahap ini dilakukan penyusunan data ke dalam bentuk tabel/ diagram/ grafik agar lebih mudah dipahami dan dapat dihitung atau diperinci ke dalam berbagai kategori. Data-data pada penelitian ini disusun ke dalam bentuk tabel. Setelah data-data disimbolkan maka data-data yang ada beserta dengan variabel atau parameternya dimasukkan ke dalam tabel.

d. *Verification*

Data yang telah diedit dan ditabulasi kemudian diperiksa kembali sebelum diolah lebih lanjut agar tidak terjadi kesalahan. Pemeriksaan data pada penelitian ini dilakukan secara manual, apakah terjadi salah pengetikan baik dalam pengkodean atau perhitungan variabel dan parameternya.

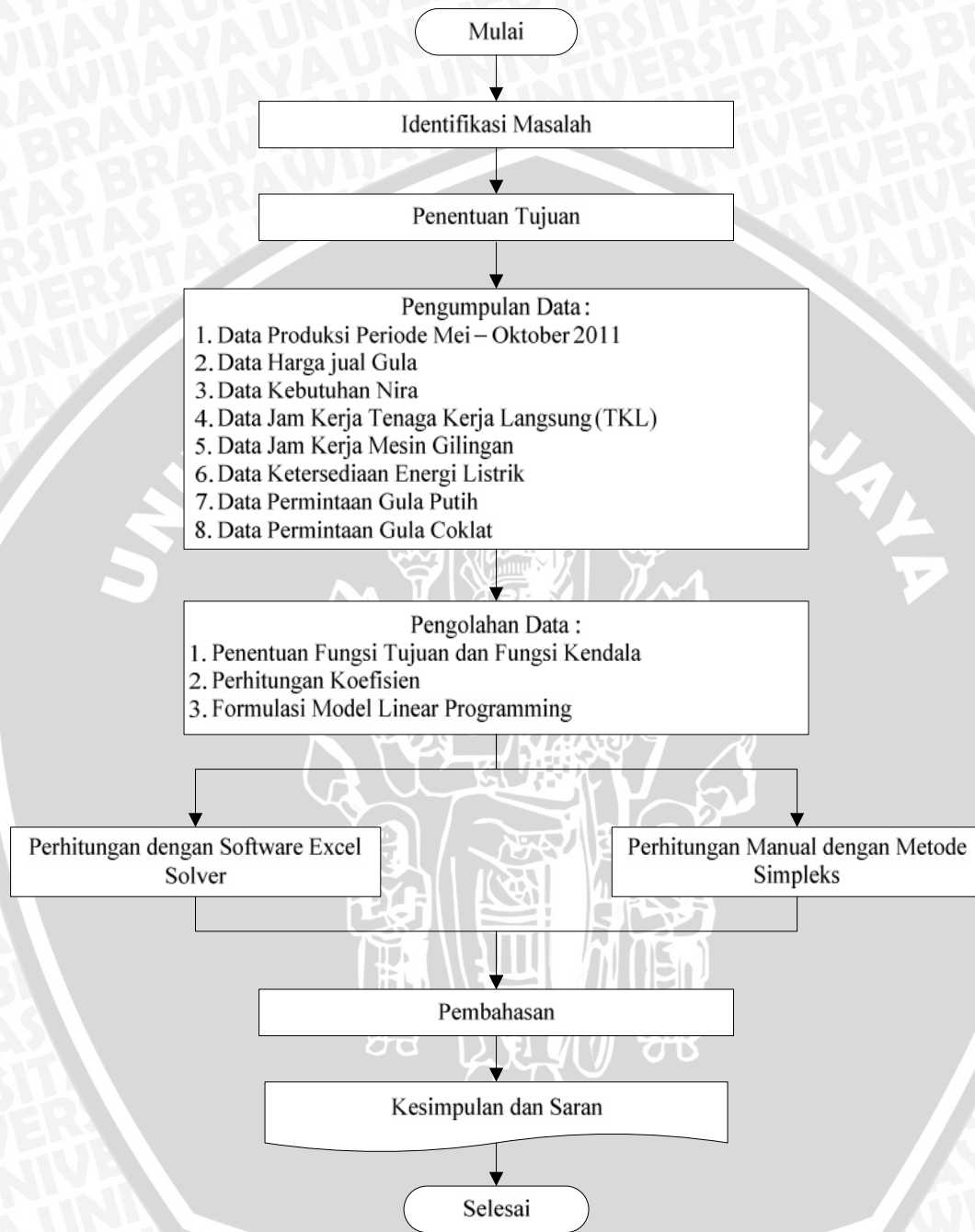
e. *Processing*

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data secara komputerisasi menggunakan aplikasi sistem. Adapun sistem optimasi tersebut merupakan implementasi dari teori *Linear Programming* dan Metode Simpleks.

3.3.3 Tahap Analisa dan Kesimpulan

Merupakan tahapan terakhir yang berisi kegiatan menganalisa hasil perhitungan yang telah dilakukan. Rencana optimisasi proses produksi yang akan diterapkan pada PG. KEBON AGUNG akan dianalisa. Baik dari segi kapasitas, waktu dan biaya produksinya. Semua variabel tersebut kemudian akan dicari dengan metode linear programming yang penulis gunakan dalam skripsi ini. Setelah itu penulis akan mencoba mengambil kesimpulan dan saran berdasarkan hasil tersebut sehingga diharapkan menjadi masukan dan alternatif bagi perusahaan serta peneliti lain yang tertarik untuk meneliti bidang penelitian yang sejenis (proses produksi) supaya ada penyempurnaan yang kontinyu dan bermanfaat.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

Untuk mengimplementasikan sistem optimisasi yang bertujuan untuk mencari solusi optimal dari masalah optimisasi di PG. KEBON AGUNG, maka dengan data yang telah diperoleh dari penelitian, dilakukan pengolahan data yaitu *editing, coding, tabulating, verification* dan *Processing* yang pada akhirnya akan diperoleh persamaan model *Linear Programming* dari fungsi tujuan dan fungsi kendala masalah optimisasi yang ada. Fungsi tujuan dan fungsi kendala tersebut akan menjadi masukan dan diproses pada sistem optimisasi yang telah dibangun. Dan dari perumusan model *Linear Programming* yang telah dilakukan, diketahui bahwa terdapat 2 variabel keputusan dengan 6 kendala yang mempengaruhi proses optimisasi produksi pada stasiun gilingan.

4.1.1 Data Produksi

Data Produksi adalah data yang menyangkut tentang kapasitas produksi tiap bulannya (selama satu periode Mei – Oktober 2011). Dan selama satu periode pabrik membutuhkan bahan baku utama tebu yaitu sebesar 13,500,000 Kw. Dalam membentuk persamaan fungsi kendala, perlu diketahui koefisien penggunaan dari masing-masing kendala yang ada. Dan untuk menghitung koefisien penggunaan masing-masing kendala tersebut, diperlukan data aktual produksi. Adapun data aktual produksi gula putih dan gula coklat di PG. KEBON AGUNG dapat dilihat pada tabel 4.1. Sehingga diketahui bahwa jumlah gula yang diproduksi pada periode Mei – Oktober 2011 adalah 1,012,500 Kw atau 7,5% dari 13,500,000 Kw, dengan rincian gula putih sebesar 658,125 Kw dan Gula coklat sebesar 354,375 Kw.

Tabel 4.1 Jumlah Produksi Gula putih dan gula coklat di PG. KEBON AGUNG pada Periode Mei – Oktober 2011

Tahun	Bulan	Produksi pada stasiun gilingan		
		Gula putih (Kw)	Gula coklat (Kw)	Jumlah (Kw)
2011	Mei	109,683	59,062	168,745
	Juni	109,687	59,061	168,748
	Juli	109,696	59,054	168,750
	Agustus	109,690	59,064	168,754
	September	109,685	59,067	168,752
	Oktober	109,684	59,067	168,751
Total		658,125	354,375	1,012,500

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Hasil produksi gula pada periode Mei – Oktober 2011 sebenarnya belum memenuhi target yang telah direncanakan PG. KEBON AGUNG. Target yang ingin dicapai perusahaan ialah menghasilkan 8% gula dari 13,500,000 Kw tebu yang digiling, atau sama dengan 1,080,000 Kw gula. Selain itu, maksimum nira yang dapat dihasilkan dari 13,500,000 Kw tebu adalah sebesar 75% atau 10,125.000 Kw nira. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengoptimalkan hasil produksi gula agar sesuai dengan target yang ingin dicapai perusahaan.

4.1.2 Membentuk Fungsi Tujuan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan serta mengetahui tingkat kombinasi produksi yang paling optimum dari produksi pada stasiun gilingan. sehingga memberikan tingkat keuntungan yang maksimum selama periode Mei 2011 sampai dengan Oktober 2011 di PG. KEBON AGUNG. Ada dua jenis produk yang diproduksi PG. KEBON AGUNG. yaitu gula putih (X_1) dan gula coklat (X_2).

Koefisien dari fungsi tujuan merupakan keuntungan per Kw dari setiap jenis produk yang dihasilkan. Nilai keuntungan diperoleh melalui penjumlahan dari perkalian harga jual dengan kuantitas setiap jenis produk yang dihasilkan. Data mengenai biaya produksi diperoleh langsung dari bagian produksi. Harga jual dari setiap jenis produk dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Harga Jual. Setiap Jenis Produk di PG. KEBON AGUNG pada Periode Mei – Oktober 2011

Jenis produk	Variabel (kapasitas)	Harga jual Rp/Kw
Gula Putih	X_1	800.000
Gula Coklat	X_2	650.000

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Dari tabel 4.2. diketahui bahwa harga jual untuk masing-masing jenis produk yang dihasilkan memiliki perbedaan. harga jual gula putih relatif lebih tinggi dibandingkan dengan gula coklat. harga jual gula putih per satu Kw yang diperoleh perusahaan dari produksi gula sebesar Rp 800.000.-. sedangkan harga jual untuk gula coklat sebesar Rp 650.000.-. Hal tersebut dikarenakan kebutuhan bahan baku tebu untuk gula putih lebih besar dibandingkan dengan gula coklat.

Berdasarkan tabel 4.2. maka persamaan fungsi tujuan untuk memaksimalkan keuntungan penjualan gula putih dan gula coklat dapat dirumuskan sebagai berikut:

Maksimum keuntungan Z_{maks} = Pendapatan Maksimal

Fungsi Tujuan (Pendapatan Maksimal):

$$Z_{maks} = 800.000 X_1 + 650.000 X_2$$

4.1.3 Membentuk Fungsi Kendala

Dari perumusan model *Linear Programming* yang telah dilakukan, diketahui terdapat enam kendala dalam optimisasi produksi gula di PG. KEBON AGUNG, yaitu kendala penggunaan nira, kendala penggunaan jam kerja Tenaga Kerja Langsung (TKL), kendala penggunaan jam kerja mesin gilingan, kendala penggunaan energi listrik, kendala permintaan gula putih, dan kendala permintaan gula coklat.

4.1.4 Fungsi Kendala Ketersediaan Nira

Suatu kegiatan produksi tidak dapat berlangsung tanpa tersedianya bahan baku. Untuk memproduksi gula, diperlukan bahan baku utama berupa tebu. Kendala dalam memproduksi gula terjadi karena ketersediaan tebu tersebut terbatas dan letak sumber tebu yang cukup jauh. Selain itu, karena faktor alam misalnya hujan, karena proses pengirimannya menggunakan truk bisa jadi ketika antri giliran masuk timbangan bobotnya akan bertambah karena terkena hujan. Jadi harus menunggu tebu kering dari air hujan terlebih dahulu. Berdasarkan data Jumlah tebu yang digiling pada periode Mei – oktober 2011 ini adalah 13,500,000 Kw, sedangkan nira yang dihasilkan dari tebu tersebut sebesar 70% dari total tebu yang digiling atau 9,450,000 Kw nira.

Tabel 4.3 Kebutuhan dan Koefisien Penggunaan Nira pada Periode Mei – Oktober 2011(Kwintal)

Jenis Produk	Kebutuhan nira (Kn)	Jumlah Produksi gula (Pg)	Koefisien penggunaan nira (Cpn)
gula putih	6,426,000	658,125	9,76
gula coklat	3,024,000	354,375	8,53
Total	9,450,000	1,012,500	

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Nilai koefisien dari pertidaksamaan fungsi kendala ketersediaan nira merupakan jumlah nira yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu Kw produk yang terdiri dari dua

jenis, yaitu gula putih dan gula coklat. Nilai koefisien fungsi kendala ketersediaan nira diperoleh dengan cara membagi jumlah kebutuhan nira dengan jumlah produksi gula putih dan gula coklat yang dihasilkan pada periode Mei – Oktober 2011.

$$C_{pn} = \frac{K_n (Kw)}{P_g (Kw)}$$

Dari tabel 4.3 di atas, dapat diketahui bahwa jumlah nira yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu Kw gula adalah sebesar 9,76 Kw dan jumlah nira yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kw gula coklat adalah sebesar 8,53 Kw.

Berdasarkan target yang ingin dicapai perusahaan, jumlah maksimum nira yang ingin didapatkan sebesar 75% dari 13,500,000 Kw tebu atau sebesar 10,125,000 Kw nira. Jumlah nira yang ditargetkan ini merupakan nilai sebelah kanan (NK) / *Right Hand Sides* (RHS) dari fungsi kendala bahan baku nira. Dari uraian di atas, maka persamaan fungsi kendala ketersediaan nira pada periode Mei – Oktober 2011 dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$9,76 X_1 + 8,53 X_2 \leq 10,125,000 \text{ Kw}$$

4.1.5 Mesin Proses Produksi

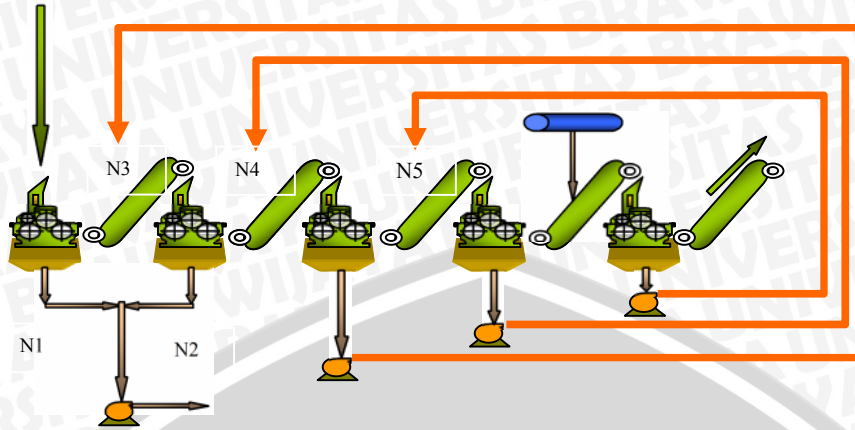
1. Stasiun Gilingan

Pada stasiun gilingan, menggiling secara intensif dan berkali-kali untuk mendapatkan jumlah nira yang maksimal. Adapun bagian dari stasiun penggilingan ini sebagai berikut:

1. Rol gilingan

Fungsi : memeras tebu atau ampas sehingga diperoleh jumlah nira yang maksimal. Pada Pabrik Gula Kebon Agung menggunakan lima unit gilingan yang masing-masing unit terdiri atas:

- Fourth Roll* adalah rol yang berfungsi sebagai pengumpan agar tebu masuk pada *feed roll*.
- Feed Roll* adalah rol yang berfungsi sebagai pemerah pertama.
- Top Roll* adalah rol dengan posisi paling atas yang berfungsi membantu pemerah tebu.
- Bagasse Roll* adalah rol yang berfungsi sebagai pemerah tebu setelah melewati *feed roll*.



Gambar 4.1: *Flow Sheet* Stasiun Gilingan
 Sumber : PG. KEBON AGUNG

Tabel 4.4 Keterangan Gambar *Flow Sheet* Stasiun Gilingan

Keterangan	
G1 : Unit Gilingan Ke-1	N1 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-1
G2 : Unit Gilingan Ke-2	N2 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-2
G3 : Unit Gilingan Ke-3	N3 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-3
G4 : Unit Gilingan Ke-4	N4 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-4
G5 : Unit Gilingan Ke-5	N5 : Nira Perahan Dari Gilingan Ke-5

Sumber: PG. KEBON AGUNG

2. *Hidraulic Pressure*

Fungsi: menahan gerakan ke atas rol akibat masuknya umpan (ampas tebu). Dengan adanya tekanan yang berlawanan maka ampas akan terperah niranya.

3. *Ampas Plate*

Fungsi: penahan ampas yang keluar dari rol atas dan rol depan sehingga ampas dengan mudah ke tekanan kerja yang di belakangnya.

4. *Ampas Balk*

Fungsi: menahan ampas *plate* supaya kedudukan ampas *plate* mampu menahan tekanan ampas.

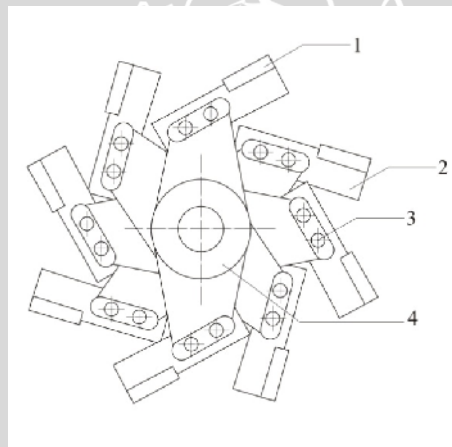
5. *Scrapper Plate*

Fungsi: alat pembersih ampas yang masuk melekat dalam alur-alur pada rol gilingan.

6. *Intermediate Carrier*

Fungsi: mengangkat dan memberikan umpan ampas dari gilingan satu ke gilingan berikutnya.

7. Talang nira
Fungsi: mengalirkan hasil perahan gilingan (nira) menuju bak penampung.
8. Bak Penampung Nira
Fungsi: menampung hasil perahan (nira) hasil dari gilingan. Pada bak ini diberikan hembusan uap pada nira supaya dapat mengurangi buih.
9. Penyaring Nira Mentah
Fungsi: menyaring nira mentah yang dihasilkan oleh unit gilingan. Nira hasil saringan ditampung sedangkan ampas yang ikut terbawa nira jatuh ke saringan dan terbawa kembali ke ampas yang masuk.
10. Meja Tebu yang berjumlah 4 buah, 4 buah untuk tebu dari *Truck*
11. *Aux Carrier* berjumlah 1 buah yang berfungsi membawa tebu dari meja tebu ke pencacah tebu (*cane cutter*).
12. *Cane Cutter* berjumlah 1 buah yang berfungsi mencacah tebu



Keterangan Gambar:

1. Pisau
2. Tangkai Pisau
3. Baut Pisau
4. *Disk Rotor*

Gambar 4.2 : *Cane Cutter*
Sumber : PG. KEBON AGUNG

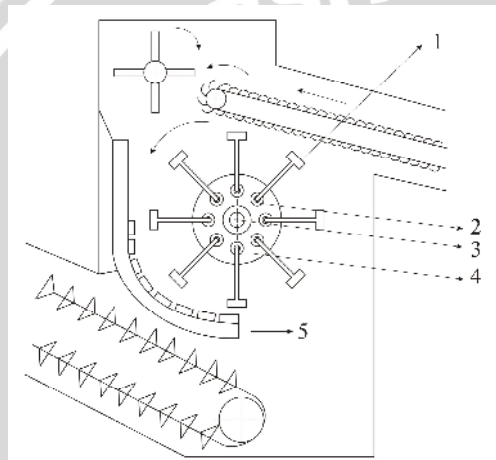
Spesifikasi :

- 1) Diameter Mata Pisau : 1520 mm
- 2) Jumlah Mata Pisau : 40 buah
- 3) Jarak dengan *Carrier* : 200 mm
- 4) Tebal Pisau : 25 mm
- 5) Penggerak : Turbin Uap
- 6) Transmisi : *Gearbox*

Spesifikasi Turbin *Cane Cutter* :

- 1) *Turbine Output Power* : 1500 HP
- 2) *Inlet Steam Pressure* : 16 kg/cm² (g)
- 3) *Inlet Steam Temperature* : 310°C
- 4) *Exhaust Steam Pressure* : 0,8 kg/cm² (g)
- 5) *Exhaust Steam Temperature* : 172°C
- 6) *Turbine Speed* : 5220 rpm
- 7) *Output Shaft Speed* : 750 rpm
- 8) *Weight* : 6500 kg

13. *Unigrator* berjumlah 1 buah yang berfungsi untuk menumbuk tebu.



Keterangan Gambar :

1. *Hammer*
2. *As Hammer*
3. *As Shredder*
4. *Disc (plat baja)*
5. *Grid Bar*

Gambar 4.3 : *Unigrator*

Sumber : PG KEBON AGUNG

Spesifikasi :

1. *Diameter mata unigrator* : 1980 mm
2. *Jumlah mata unigrator* : 56 buah
3. *Penggerak* : Turbin Uap
4. *Transmisi* : *Gearbox*

Spesifikasi Turbin *Unigrator* :

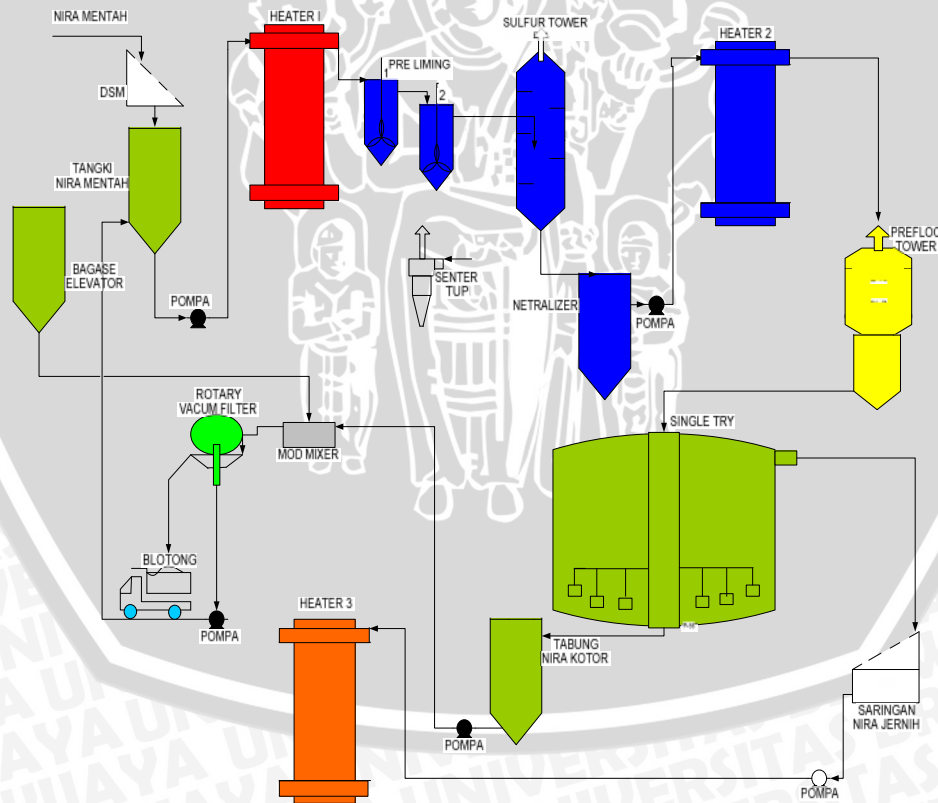
- 1) *Turbine Output Power* : 2000 HP
- 2) *Inlet Steam Pressure* : 16 kg/cm² (g)
- 3) *Inlet Steam Temperature* : 310°C
- 4) *Exhaust Steam Pressue* : 0,8 kg/cm² (g)
- 5) *Exhaust Steam Temperature* : 172°C

- 6) *Turbine Speed* : 5136 rpm
- 7) *Output Shaft Speed* : 750 rpm
- 8) *Weight* : 9000 kg

- 14. Main Carrier berjumlah 1 buah berfungsi membawa serpihan tebu menuju unit gilingan.
- 15. Gilingan berjumlah 5 unit yang tiap unitnya terdiri dari 3 roll gilingan yang terpasang seri.
- 16. Carrier Ampas berjumlah 1 buah yang berfungsi membawa ampas tebu dari gilingan akhir ke stasiun ketel.

2. Stasiun Pemurnian

Stasiun ini bertujuan untuk mendapatkan nira murni dengan kadar gula semaksimal mungkin dan untuk menghilangkan zat-zat atau bahan organik yang terbawa oleh nira mentah sehingga diperoleh gula yang berkualitas tinggi. Adapun bagian-bagian pada stasiun pemurnian adalah sebagai berikut:



Gambar 4.4 : *Flow Sheet* Stasiun Pemurnian
 Sumber: PG. KEBON AGUNG

1. DSM

Fungsi : menyaring nira mentah yang berasal dari proses gilingan untuk memisahkan dari ampas kasar.

2. Tangki nira mentah

Fungsi : tempat menampung nira mentah setelah dari DSM.

3. Heater 1

Fungsi: memanaskan nira mentah pada temperatur 75°C dengan menggunakan exhaust steam $P = 0,8 \text{ kg/cm}^2$ $T = 120^{\circ}\text{C}$ untuk memperlancar proses pengendapan.

4. Splinter Box.

Fungsi: mengatur susu kapur yang masuk sehingga jumlah susu kapur dapat sesuai dengan yang dikehendaki berdasarkan jumlah nira mentah dalam kurun waktu tertentu secara kontinyu.

5. Pre Liming

Fungsi : tempat mereaksikan nira mentah dengan susu kapur secara otomatis sehingga memperoleh pH yang diharapkan. Macam-macam dari pre liming :

- a. pre liming 1

Fungsi : mendapatkan pH nira sebesar 5-8.

- b. pre liming 2

Fungsi : mendapatkan pH nira sebesar 8-10,5.

Spesifikasi Teknik:

- Merk : Stork
- Diameter : $2,12 \text{ m}^3$
- Tinggi Tangki : 2.600 mm
- Putaran Pengaduk : 150 rpm
- Jumlah : 2 buah

6. SO_2 Tower

Fungsi :

1. Menurunkan / menaikkan pH nira mentah dengan mencampurkan gas SO_2 /gas belerang sampai mencapao pH 7,2.
2. Menetralkan kelebihan $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
3. Membentuk endapan CaSO_3 yang dapat menyerap kotoran sehingga mengumpul dan mengendap.

Spesifikasi Teknik:

- Merk : Stork
- Kapasitas : 10 m³
- Diameter : 2.200 mm
- Tinggi : 6.735 mm

7. Netraliser

Fungsi: Merupakan tabung yang berfungsi sebagai pengawasan nira dengan pH yang diinginkan yaitu 7,2. Jika pH nira mentah yang keluar dari SO₂ Tower masih kurang dari 7,2, maka dalam bejana netraliser akan mencampurkan susu kapur agar dihasilkan pH yang diinginkan.

8. Heater 2

Fungsi : memanaskan nira mentah pada temperatur 110⁰C dengan bahan pemanas menggunakan exhaust steam P = 0,8 kg/cm² T = 120⁰C untuk memperlancar proses pengendapan.

Tipe : - Shell untuk steam.

- Tube untuk nira.

9. Prefloc Tower

Fungsi : merupakan tabung yang berfungsi untuk proses pembuangan gas dari heater dan tempat pencampuran nira mentah dengan cairan plokulan, dimana larutan plokulan berfungsi untuk mengikat kotoran dari nira mentah menjadi nira jernih.

10. Single Tray Clarifier.

Alat yang digunakan 1 buah (Single Clarifier)

Fungsi : memisahkan atau mengendapkan kotoran-kotoran yang terbentuk pada saat pemurnian sehingga akan didapatkan dua lapisan yaitu bagian atas nira jernih dan nira kotor (nira yang bercampur kotoran akibat dari larutan pengikat plokulan).

Spesifikasi Teknik:

- Merk : Single Tray Door
- Kapasitas : 278 m³
- Tinggi : 18 ft
- Sistem : Kontinyu
- Jumlah : 1 buah
- Diameter : 20 ft

11. Saringan nira jernih

Fungsi : nira encer dan Rapidoor clarifier di saring dalam saringan nira jernih kemudian ditampung dalam peti nira jernih.

12. Heater 3

Fungsi : memanaskan nira jernih yang berasal dari saringan nira jernih pada temperatur 110-115⁰C dengan bahan pemanas dari uap ketel yang mempunyai tekanan uap dengan temperature 0-300⁰C untuk memperlancar proses penguapan.

13. Mud feed mixer

Fungsi : mencampur nira kotor dengan bagasilo (ampas halus) yang berasal dari bagase elevator.

14. Rotari Vakum filter

Fungsi : memisahkan kotoran nira yang berasal dari mud feed mixer sehingga diperoleh nira tapis dan blotong, kemudian nira tapis akan mengalir ke tangki nira mentah dan diproses ulang untuk mendapatkan nira jernih dan blotong akan dibuang.

15. Tabung Pembakaran gas belerang

Fungsi : membuat gas SO₂ dengan jalan membakar belerang dengan udara kering pada dapur belerang.

3. Stasiun Penguapan.

Stasiun penguapan bertujuan untuk menguapkan air yang terkandung di dalam nira encer sehingga diperoleh nira kental dengan batas kekentalan 64 %, selain itu hasil dari penguapan adalah air kondensat yang berfungsi sebagai air pengisi ketel.

Peralatan yang digunakan pada stasiun penguapan adalah sebagai berikut:

1. Pre Evaporator.

Fungsi: Menguapkan air yang terkandung dalam nira encer.

2. Pompa vakum.

Fungsi : sebagai penekan uap sehingga tekanan tiap-tiap badan penguapan berbeda.

3. Kondensor.

Fungsi : Mengembunkan air yang diuapkan di evaporator IV.

4. Just Kiccer

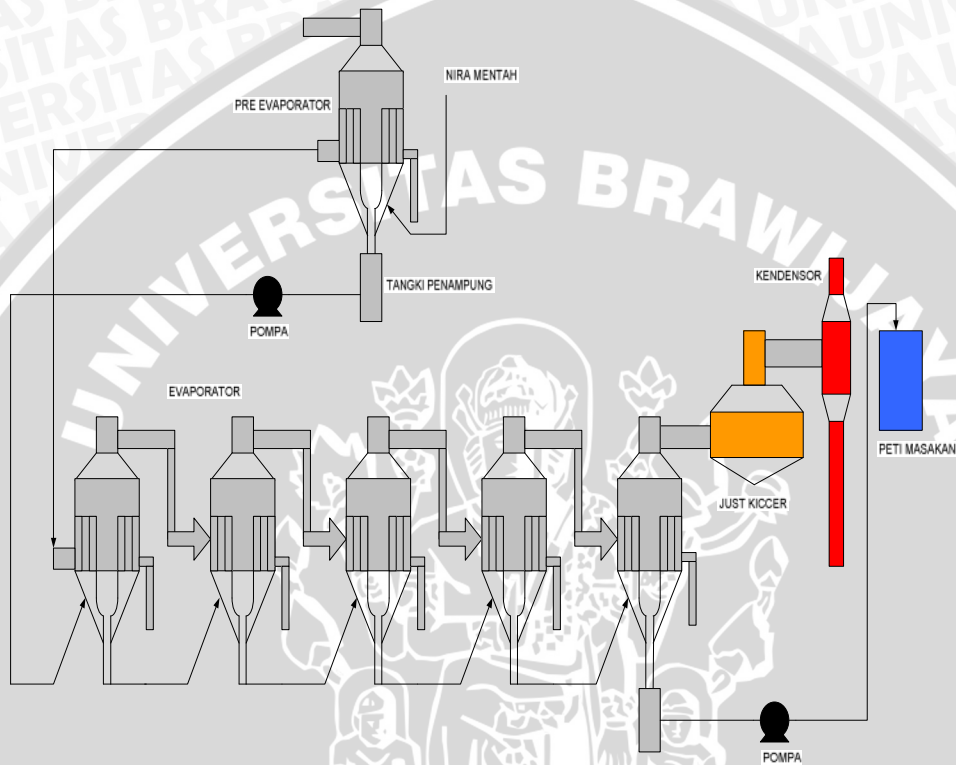
Fungsi : sebagai penampung uap akhir sebelum ke kondensator dan mendeteksi keringat/uap air yang mengandung gula masuk ke penyaringan dan dilanjutkan ke single try.

5. Bejana penguapan (evaporator)

Fungsi: menguapkan air yang banyak terkandung dalam nira encer jadi nira kental.

Spesifikasi Teknik :

- Merk : Stork
- Jenis : Calandria
- Jumlah : 9 buah



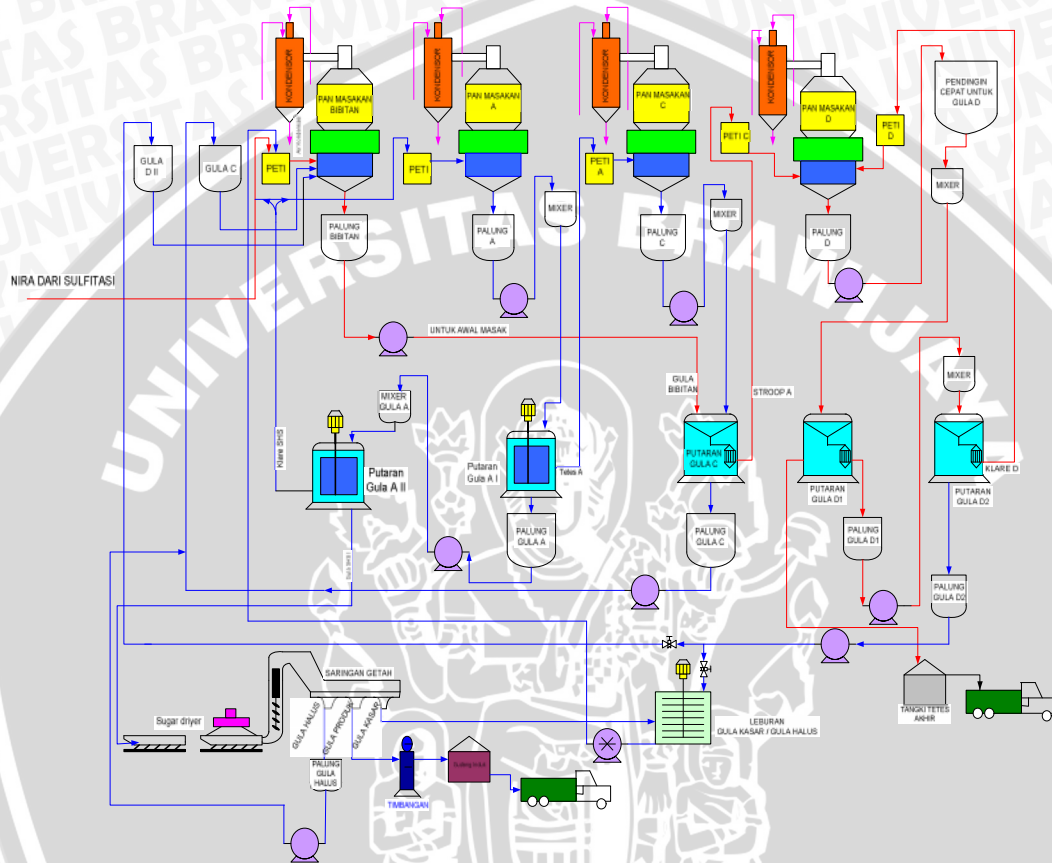
Gambar 4.5 : *Flow Sheet* Stasiun Peenguapan
Sumber : PG. KEBON AGUNG

Pada masing-masing badan evaporator dilengkapi dengan.:

- a. Pipa pemanas.
Fungsi tempat pertukaran panas antara uap dengan nira.
- b. Pipa Jiwa.
Fungsi : tempat sirkulasi nira dan keluaranya nira ke bejana penguapan berikutnya.
- c. Outlet kondensat.
Fungsi : tempat keluaranya air kondensat.
- d. Sapvanger.
Fungsi : untuk menahan pereikan nira agar uap air yang dipakai sebagai bahan pemanas evaporator tidak tercampur dengan nira.

- e. Sight glass.
Fungsi : kaca pengontrol nira.
- f. Thermometer dan manometer vakum.
Fungsi : pengontrol kondisi badan evaporator.

4. Stasiun Masakan.



Gambar 4.6 : *Flow Sheet* Stasiun Masakan
Sumber : PG. KEBON AGUNG

Stasiun ini bertujuan untuk mengubah sukrosa yang berbentuk larutan menjadi kristal gula yang rata rata berukuran 0,8 s/d 1,0 mm. Peralatan yang digunakan pada stasiun ini adalah sebagai berikut:

1. Pan Masakan.
Fungsi: membuat kristal gula dengan cara menguapkan nira mentah hingga mencapai titik jenuhnya. Jumlah pan masakan ada 12 unit yang terdiri dari pan masakan A, C, dan D.
2. Palung Pendingin.
Jumlahnya ada 13 unit.

- Fungsi: - Tempat penampung hasil masakan sebelum dibawa ke stasiun putaran.
 - Sebagai tempat penyempurnaan kristalisasi.
 - Meningkatkan kejenuhan air sampai mendekati daerah metastabil.

Palung pendingin ini dilengkapi dengan pengaduk yang berfungsi:

- Mempercepat pendinginan.
 - Mendorong keluarinya masakan yang akan diputar.
 - Mencegah agar tidak membeku karena pendinginan masakan pertama.
3. Palung Pendingin cepat.

Fungsi :

- sebagai pendinginan masakan.
- mengurangi kekentalan masakan D agar mudah diputar.

Jumlahnya ada 2 buah untuk masakan masecuite D.

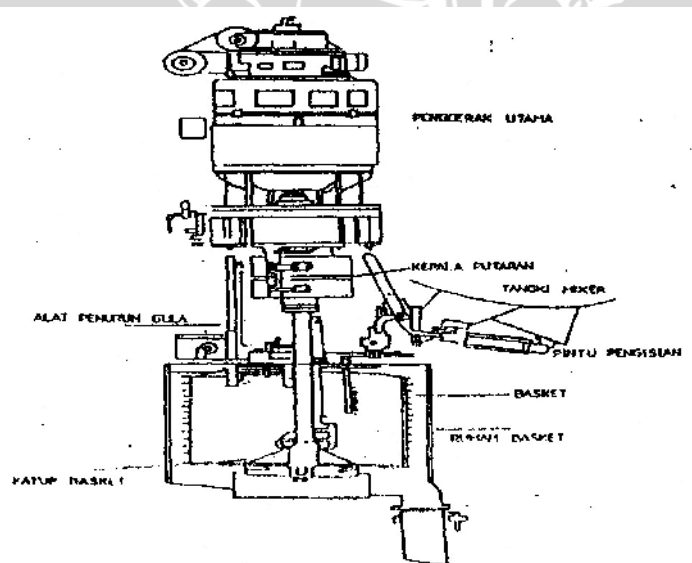
5. Stasiun Putaran

Stasiun ini bertujuan untuk memisahkan kristal-kristal gula yang larutan induknya (stroop) kristal tersebut. Peralatan yang digunakan stasiun putaran adalah sebagai berikut:

- Putaran discontinue.

Fungsi : untuk putaran gula A

Jumlah : 6 unit.



Gambar 4.7 : *Discontinue Centrifugal*

Sumber : PG. KEBON AGUNG

a. Mesin putaran discontinue 1-4.

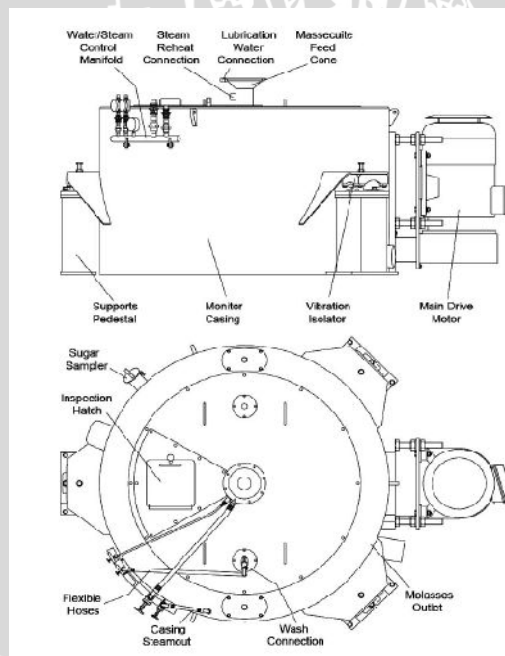
Merk : Roberts WS Manufacture
 Max.rpm : 1200
 Working rpm : 1000
 Kapasitas : 650 Kg
 Jumlah : 4 unit

b. Mesin putaran discontinue 5 dan 6.

Merk : Broadbent
 Putaran cuite : A-SHS
 Kapasitas : 1850 kg /charge
 Jumlah : 2 unit
 Max.speed : 1500 rpm

2. Putaran continue (Lowgrade Centrifuge).

Fungsi : untuk putaran gula D₂, D₁ dan gula C
 Jumlah : 13 unit.



Gambar 4.8 : *continue Centrifugal*

Sumber : PG. KEBON AGUNG

a. Mesin putaran continue gula D₁ ada 3 unit.

- Mesin putaran continue 1 dan 2 gula D₁.
 Merk : BMA
 Type : k2300

Max.speed : 2000 rpm
Diameter basket : 1300 mm
Kapasitas : 2200 kg/jam
Jumlah : 2 unit

- Mesin putaran continue 3 gula D₁.
Merk : Roberts WS Centrifugal
Job.no : 5276198
Max.speed : 1800 rpm
Working speed : 1750 mm
Kapasitas : 800-1200 kg/jam
Jumlah : 1 unit.

b. Mesin putaran continue gula D₂ ada 4 unit.

- Mesin putaran continue 1-3 gula D₂.
Merk : Roberts WS Centrifugal
Max.speed : 2000 rpm
Working speed : 1950 mm
Kapasitas : 800-1200 kg/jam
Jumlah : 3 unit.
- Mesin putaran continue 4 gula D₂.
Merk : BMA
Max.speed : 2400 rpm
Kapasitas : 650 kg/jam
Jumlah : 1 unit

c. Mesin putaran continue gula C ada 5 unit.

- Mesin putaran continue 1-5 gula C.
Merk : BMA
Max.speed : 2400 rpm
Kapasitas : 650 kg/jam
Jumlah : 5 unit

4.1.6 Pola Produksi

Pada PG. KEBON AGUNG Pola yang digunakan selama 24 jam terbagi dalam 3 shift kerja. dimana shift 1 bekerja pada pukul 06.00 – 14.00 shift 2 bekerja pada pukul 14.00 – 22.00 sedangkan shift 3 bekerja pada pukul 22.00 – 06.00. Pekerja berjumlah 40 dibagi 4 group. Ketiga shift tersebut bekerja pada stasiun gilingan tebu.

4.1.7 Kalender Kerja

Karena kebutuhan perusahaan untuk beroperasi selama 24 jam penuh setiap harinya. maka Tenaga Kerja Langsung di PG. KEBON AGUNG. jadwal kerjanya terbagi menjadi tiga shift. yaitu shift 1. shift 2 dan shift 3. Dan karena kebutuhan perusahaan untuk beroperasi setiap hari tanpa hari libur. maka Tenaga Kerja Langsung juga dibagi ke dalam empat grup kerja. yaitu Grup A. Grup B. Grup C dan Grup D. Adapun keempat grup kerja ini setiap harinya secara terjadwal bergantian menjalani ketiga shift yang ada (satu shift untuk satu grup). Dengan grup yang berjumlah empat dan jadwal kerja yang hanya terbagi ke dalam tiga shift setiap harinya. maka diadakan hari libur untuk setiap grup kerja tersebut secara bergantian dan terjadwal.

Tabel 4.5 Jumlah Jam Kerja untuk Setiap Shift

Shift	Jadwal kerja	Jumlah jam kerja
1	06.00-14.00	8
2	14.00-22.00	8
3	22.00-06.00	8

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Tabel 4.6 Jumlah Hari Kerja Shift 1. Shift 2 dan Shift 3 untuk Setiap Grup Kerja pada Periode Mei 2011 – Oktober 2011

Tahun	Bulan	Shift 1 (hari)				Shift 2 (hari)				Shift 3 (hari)			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
2011	Mei	9	7	6	9	6	9	7	9	9	7	9	6
	Juni	6	9	9	6	9	6	9	6	7	8	6	9
	Juli	9	6	7	9	7	9	6	9	6	8	9	6
	Agustus	6	9	8	6	8	6	9	6	9	7	6	9
	September	9	6	8	7	8	7	6	9	6	9	9	6
	Oktober	6	9	7	9	7	9	9	6	9	6	7	9
Total		45	46	45	46	45	46	46	45	46	45	46	45

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Dari tabel 4.5 dan tabel 4.6. untuk mengetahui total jam kerja setiap grup selama periode analisis. dikalikan jumlah jam kerja suatu shift per hari dengan jumlah hari kerja

suatu shift selama periode Mei – Oktober 2011. Dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Total Jam Kerja untuk Setiap Grup Kerja pada Periode Mei – Oktober 2011

Grup	Jumlah hari kerja (hari)			Jumlah hari kerja (hari)			Total jam kerja (jam)
	Shift 1	Shift 2	Shift 3	Shift 1	Shift 2	Shift 3	
A	45	45	46	360	360	368	1088
B	46	46	45	368	368	360	1096
C	45	46	46	360	368	368	1096
D	46	45	45	368	360	360	1088

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Setelah mengetahui total jam kerja setiap grup Tenaga Kerja Langsung, maka untuk memperoleh total jam kerja Tenaga Kerja Langsung secara keseluruhan yang digunakan untuk memproduksi gula putih dan gula coklat, maka total jam kerja setiap grup dikalikan dengan jumlah Tenaga Kerja Langsung pada masing-masing grup yang ada. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Total Jam Tenaga Kerja Langsung (TKL) pada Periode Mei – Oktober 2011

Grup	Jumlah jam kerja (jam/orang)	Jumlah TKL (orang)	Jumlah Jam Kerja (jam)
A	1088	10	10880
B	1096	10	10960
C	1096	10	10960
D	1088	10	10880
Total jam kerja TKL			43680

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Proses produksi gula putih dan gula coklat dilakukan oleh Tenaga Kerja Langsung (TKL) yang sama. Tidak ada pembagian tugas yang khusus dalam memproduksi kedua jenis produk tersebut. Hal ini dikarenakan kedua jenis produk tersebut mengalami proses produksi yang hampir sama, adapun yang berbeda dari kedua jenis gula tersebut hanya pada proses di masakan yang membedakan jenis produknya.

Tabel 4.9 Ketersediaan dan Koefisien Penggunaan Jam Kerja Tenaga Kerja Langsung (TKL) pada Periode Mei – Oktober 2011

Ketersediaan Jam Kerja TKL (Jk TKL)	Target Jumlah Produksi Gula (Pg)	Koefisien Penggunaan Jam Kerja TKL ($C_{jk\ TKL}$)
43680 Jam	1,080,000 Kw	0,04044444 Jam/Kw

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Nilai koefisien dari pertidaksamaan fungsi kendala ketersediaan jam kerja Tenaga Kerja Langsung (TKL) adalah jumlah jam kerja Tenaga Kerja Langsung yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu Kw produk gula putih dan gula coklat. Nilai koefisien fungsi kendala ketersediaan jam kerja Tenaga Kerja Langsung diperoleh dengan cara membagi jumlah ketersediaan jam kerja Tenaga Kerja Langsung dengan jumlah produksi gula putih dan gula coklat yang dihasilkan pada periode Mei – Oktober 2011.

$$C_{jk\ TKL} = \frac{Jk\ TKL\ (Jam)}{Pg\ (Kw)}$$

Dari tabel 4.9 di atas, dapat diketahui bahwa jumlah jam kerja Tenaga Kerja Langsung yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu Kw gula putih dan gula coklat adalah selama 0,04044444 jam/Kw.

Nilai sebelah kanan (NK)/ *Right Hand Sides* (RHS) adalah total jam kerja Tenaga Kerja Langsung selama periode analisis. Dan dari tabel 4.7 di atas, dapat diketahui bahwa total jam kerja Tenaga Kerja Langsung pada periode Mei – oktober 2011 adalah selama 43680 jam.

Dari uraian di atas, maka persamaan fungsi kendala ketersediaan jam kerja Tenaga Kerja Langsung pada periode analisis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$0,04044444X_1 + 0,04044444X_2 \leq 43680\ (Jam/Kw)$$

4.1.8 Fungsi Kendala Ketersediaan Jam Kerja Mesin Gilingan

Stasiun gilingan adalah alat yang digunakan untuk menggiling tebu untuk menghasilkan nira yang maksimal. Karena menghasilkan nira untuk menjadi gula dalam proses produksi adalah harus benar-benar maksimal, maka stasiun gilingan terus beroperasi selama 24 jam penuh setiap harinya, dengan waktu maintenance 15 jam selama periode Mei – Oktober 2011. Saat proses maintenance berlangsung, maka stasiun gilingan berhenti beroperasi, sehingga diperoleh waktu stasiun gilingan tidak beroperasi selama 15 jam.

Kebutuhan jam kerja stasiun gilingan dapat dihitung dengan mengetahui ketersediaan waktu selama periode analisis, dan selama periode analisis. Terhitung ada 180 hari. Jadi ketersediaan waktu adalah (180 x 24) jam, sehingga diperoleh jumlah ketersediaan waktu selama periode Mei – Oktober 2011 adalah 4320 jam. Jadi,

ketersediaan jam kerja stasiun gilingan adalah ketersediaan waktu selama periode analisis dikurangi dengan waktu stasiun gilingan tidak beroperasi.

Tabel 4.10 Ketersediaan Jam Kerja dan Koefisien Penggunaan Jam Kerja distasiun gilingan pada Periode Mei – Oktober 2011

Jumlah Stasiun Gilingan	Ketersediaan Waktu (Jam)	Waktu Tidak Beroperasi (Jam)	Ketersediaan Jam Kerja St. Gilingan (jk SG)	Target Jumlah Produksi Gula (Pg)	Koefisien Penggunaan Jam Kerja Stasiun Gilingan ($C_{jk SG}$)
5	4320	15	4305 Jam	1.080.000 Kw	0.003986111 Jam/Kw

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Nilai koefisien dari pertidaksamaan fungsi kendala ketersediaan jam kerja stasiun gilingan adalah jumlah jam kerja stasiun gilingan yang dibutuhkan untuk menghasilkan tebu menjadi nira. Nilai koefisien fungsi kendala ketersediaan jam kerja stasiun gilingan diperoleh dengan cara membagi jumlah ketersediaan jam kerja stasiun gilingan dengan jumlah produksi gula putih dan gula coklat yang dihasilkan pada periode Mei – Oktober 2011.

$$C_{jk SG} = \frac{jk SG (Jam)}{Pg (Kw)}$$

Dari tabel 4.10 di atas. dapat diketahui bahwa jumlah jam kerja stasiun gilingan yang dibutuhkan untuk menghasilkan tebu menjadi nira adalah selama 0.003986111 jam/Kw. Nilai sebelah kanan (NK)/ *Right Hand Sides* (RHS) adalah ketersediaan jam kerja stasiun gilingan selama periode analisis. Dan dari tabel 4.10 di atas. Dapat diketahui bahwa ketersediaan jam kerja stasiun gilingan pada periode Mei – Oktober 2011 adalah selama 4305 jam.

Dari uraian di atas. maka persamaan fungsi kendala ketersediaan jam kerja stasiun gilingan pada periode analisis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$0.003986111X_1 + 0.003986111X_2 \leq 4305 (Jam)$$

4.1.9 Fungsi Kendala Ketersediaan Energi Listrik

Energi listrik merupakan sumber daya utama dalam proses produksi gula di PG. KEBON AGUNG. Tanpa energi listrik. proses produksi tidak dapat berjalan. Energi listrik yang diperlukan oleh PG. KEBON AGUNG untuk memproduksi gula adalah sangat besar. sehingga penggunaannya perlu dioptimalkan agar energi listrik dapat digunakan secara cermat. Jumlah energi listrik yang tersedia akan mempengaruhi

jumlah produksi yang dapat dicapai. Apabila energi listrik kecil maka jumlah produksi juga kecil. dan begitu pula sebaliknya.

Tidak ada perbedaan jumlah energi listrik yang digunakan untuk memproduksi gula putih dan gula coklat. Kebutuhan energi listrik untuk memproduksi kedua jenis produk tersebut adalah dalam jumlah yang sama.

Tabel 4.11 Penggunaan dan Persediaan Energi Listrik pada Periode Mei – Oktober 2011

Tahun	Bulan	Jumlah Penggunaan Energi Listrik (KWH)	Jumlah Ketersediaan Energi Listrik (KWH)
2011	Mei	634200	635030
	Juni	634300	635070
	Juli	634200	635010
	Agustus	634250	635100
	September	634300	635090
	Oktober	634250	635100
Total		3805500	3810400

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Tabel 4.12 Kebutuhan dan Koefisien Penggunaan Energi Listrik pada Periode Mei – Oktober 2011

Penggunaan Energi Listrik (E _l)	Target Jumlah Produksi Gula (P _g)	Koefisien Penggunaan Energi Listrik (C _{pl})
3805500 KWH	1.080.000 Kw	3.523611 KWH/Kw

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Nilai koefisien dari pertidaksamaan fungsi kendala ketersediaan energi listrik adalah jumlah energi listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan sebesar satu Kw gula putih dan gula coklat. Nilai koefisien fungsi kendala ketersediaan energi listrik diperoleh dengan cara membagi jumlah kebutuhan energi listrik dengan jumlah produksi gula putih dan gula coklat yang dihasilkan pada periode Mei – Oktober 2011.

$$C_{pl} = \frac{E_l \text{ (KWH)}}{P_g \text{ (Kw)}}$$

Karena tidak ada perbedaan dalam hal jumlah kebutuhan energi listrik untuk memproduksi kedua jenis produk. maka dari tabel 4.12. dapat diketahui bahwa jumlah energi listrik yang dibutuhkan untuk menghasilkan sebesar satu Kw Gula putih atau gula coklat 3.523611 KWH/Kw.

Nilai sebelah kanan (NK)/ *Right Hand Sides* (RHS) adalah ketersediaan energi listrik selama periode analisis. Dan dari tabel 4.11. dapat diketahui bahwa ketersediaan energi listrik yang dihasilkan pada periode Mei – oktober 2011 adalah sebesar 3810400 KWH.

Dari uraian di atas. maka persamaan fungsi kendala ketersediaan energi listrik pada periode Mei – oktober 2011 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$3,523611X_1 + 3,523611X_2 \leq 3810400 \text{ (KWH)}$$

4.1.10 Fungsi Kendala Permintaan

Kendala permintaan digunakan untuk mengetahui batas produksi yang harus dihasilkan oleh perusahaan untuk memenuhi permintaan yang ada. Hal ini bertujuan agar kontinuitas produk kepada konsumen tetap terjaga dan tidak ada produk yang tidak terjual. Jumlah aktual produksi gula putih dan gula coklat di PG. KEBON AGUNG seimbang dengan jumlah permintaan dari konsumen terhadap PG. KEBON AGUNG. Jumlah permintaan gula di PG. KEBON AGUNG dapat dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4.13 Jumlah Permintaan gula putih dan gula coklat ke PG.KEBON AGUNG pada Periode Mei – Oktober 2011

Tahun	Bulan	Jumlah permintaan gula	
		Gula putih (Kw)	Gula coklat (Kw)
2011	Mei	109,683	59,062
	Juni	109,687	59,061
	Juli	109,696	59,054
	Agustus	109,690	59,064
	September	109,685	59,067
	Oktober	109,684	59,067
Total		658,125	354,375

Sumber: PG. KEBON AGUNG (2011)

Dari tabel 4.13 yang menguraikan tentang jumlah permintaan gula putih dan gula coklat ke PG. KEBON AGUNG. maka persamaan fungsi kendala permintaan pada periode Mei – Oktober 2011 dapat dituliskan sebagai berikut:

a. Fungsi Kendala Permintaan Gula putih

$$X_1 \geq 658.125 \text{ Kw}$$

b. Fungsi Kendala Permintaan Gula coklat

$$X_2 \geq 354.375 \text{ Kw}$$

4.2. Implementasi Sistem Optimisasi

Bentuk implementasi dari sistem optimisasi yang telah dirancang dan dibangun adalah melakukan pemrosesan data yang berupa persamaan fungsi tujuan dan fungsi kendala model *Linear Programming*. Adapun persamaan fungsi tujuan dan fungsi kendala tersebut merupakan gambaran dari permasalahan optimisasi produksi gula putih dan gula coklat di PG. KEBON AGUNG.

Dari uraian yang telah disampaikan pada subbab sebelumnya. maka diketahui fungsi tujuan dan fungsi kendala untuk permasalahan optimisasi produksi gula putih dan gula coklat di PG. KEBON AGUNG dapat dirumuskan sebagai berikut:

Zmaks = Fungsi Tujuan (Pendapatan Maksimal)

Fungsi Tujuan (Pendapatan):

$$Z \text{ maks} = 800.000 X_1 + 650.000 X_2$$

Fungsi kendala :

$$9,76 X_1 + 8,53 X_2 \leq 10.125.000 \text{ Kw (pengunaan nira)}$$

$$0,0404444X_1 + 0,0404444X_2 \leq 43680 \text{ Jam (Jam Kerja Tenaga Kerja Langsung)}$$

$$0.003986111X_1 + 0.003986111X_2 \leq 4305 \text{ Jam (Jam Kerja Stasiun Gilingan)}$$

$$3,523611X_1 + 3,523611X_2 \leq 3810400 \text{ MWH (Pengunaan Energi Listrik)}$$

$$X_1 \geq 658,125 \text{ Kw (Permintaan Gula Putih)}$$

$$X_2 \geq 354,375 \text{ Kw (Permintaan gula coklat)}$$

4.2.1 Linear Programming dengan Metode Simpleks

PG. KEBON AGUNG harus menentukan kombinasi terbaik dari produk yang dihasilkan yaitu Gula Putih (X_1) dan Gula coklat (X_2) agar memaksimalkan keuntungan. Kendala-kendala yang dihadapi adalah: (1) bahan baku nira. (2) tenaga kerja langsung TKL. dan (3) jam kerja stasiun gilingan. (4) penggunaan energi listrik. juga pembatasan bahwa permintaan produksi Gula putih (X_1) \geq 658.125 sedangkan untuk permintaan produksi Gula coklat (X_2) \geq 354.375. Dan berturut-turut memberikan keuntungan sebesar Rp.800.000.- dan Rp 650.000.-. Masalah *linear programming* dari PG. KEBON AGUNG dapat dirumuskan sebagai berikut:

Fungsi Tujuan (Pendapatan Maksimal):

$$800.000 X_1 + 650.000 X_2 = Z \text{ maks}$$

Fungsi kendala :

$$9,76 X_1 + 8,53 X_2 + S_1 = 10,125,000 \text{ (Pengunaan nira)}$$

$$0,0404444X_1 + 0,0404444X_2 + S_2 = 43680 \text{ (Jam Kerja Tenaga Kerja Langsung)}$$

$$0.003986111X_1 + 0.003986111X_2 + S_3 = 4305 \text{ (Jam Kerja Stasiun Gilingan)}$$

$$3,523611X_1 + 3,523611X_2 + S_4 = 3810400 \text{ (Pengunaan Energi Listrik)}$$

$$X_1 - S_5 + R_5 = 658,125 \text{ (Permintaan Gula Putih)}$$

$$X_2 - S_6 + R_6 = 354,375 \text{ (Permintaan gula coklat)}$$

1. Menyusun persamaan-persamaan kedalam tabel

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	-800000-M	-650000-M	0	0	0	0	M	M	0	0	-1012500M	
S ₁	0	9.76	8.53	1	0	0	0	0	0	0	0	10125000	
S ₂	0	0.040444	0.040444	0	1	0	0	0	0	0	0	43680	
S ₃	0	0.003986111	0.003986111	0	0	1	0	0	0	0	0	4305	
S ₄	0	3.523611	3.523611	0	0	0	1	0	0	0	0	3810400	
R ₅	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
R ₆	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	

2. Memilih kolom kunci

Kolom kunci adalah kolom yang pada baris Z memiliki nilai negatif dengan angka terbesar.

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	-800000-M	-650000-M	0	0	0	0	M	M	0	0	-1012500M	
S ₁	0	9.76	8.53	1	0	0	0	0	0	0	0	10125000	
S ₂	0	0.040444	0.040444	0	1	0	0	0	0	0	0	43680	
S ₃	0	0.003986111	0.003986111	0	0	1	0	0	0	0	0	4305	
S ₄	0	3.523611	3.523611	0	0	0	1	0	0	0	0	3810400	
R ₅	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
R ₆	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	

3. Memilih baris kunci

$$\text{Index} = \frac{\text{Nilai kanan (NK)}}{\text{Nilai kolom kunci (NKK)}}$$

Baris kunci adalah baris yang mempunyai index terkecil

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	-800000-M	-650000-M	0	0	0	0	M	M	0	0	-1012500M	
S ₁	0	9.76	8.53	1	0	0	0	0	0	0	0	10125000	1037397.541
S ₂	0	0.040444	0.040444	0	1	0	0	0	0	0	0	43680	1080011.868
S ₃	0	0.003986111	0.003986111	0	0	1	0	0	0	0	0	4305	1080000.03
S ₄	0	3.523611	3.523611	0	0	0	1	0	0	0	0	3810400	1081390.653
R ₅	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	658125
R ₆	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	-

4. Mengubah nilai-nilai baris kunci

=> dengan cara membaginya dengan angka kunci

$$\text{Baris baru kunci} = \text{baris kunci} : \text{angka kunci}$$

sehingga tabel menjadi seperti berikut:

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	-800000-M	-650000-M	0	0	0	0	M	M	0	0	-1012500M	
S ₁	0	9.76	8.53	1	0	0	0	0	0	0	0	10125000	
S ₂	0	0.040444	0.040444	0	1	0	0	0	0	0	0	43680	
S ₃	0	0.003986111	0.003986111	0	0	1	0	0	0	0	0	4305	
S ₄	0	3.523611	3.523611	0	0	0	1	0	0	0	0	3810400	
R ₅	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
R ₆	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	
Z	1												
S ₁	0												
S ₂	0												
S ₃	0												
S ₄	0												
R ₅	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
R ₆	0												

Baris baru Kunci

Kolom Kunci

Angka Kunci

Index terkecil



5. Mengubah nilai-nilai selain baris kunci sehingga nilai-nilai kolom kunci (selain baris kunci) = 0

Baris baru = baris lama – (koef angka kolom kunci x nilai baris baru kunci)

Pendapatan maksimal

baris Z		X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama		-800000-M	-650000-M	0	0	0	0	M	M	0	0	-1012500M
NBBK	-800000-M	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125
baris baru		0	-650000-M	0	0	0	0	-800000	M	800000+M	0	526500000000-354375M

Pengunaan nira

baris S ₁		X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama		9,76	8,53	1	0	0	0	0	0	0	0	10125000
NBBK	9,76	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125
baris baru		0	8,53	1	0	0	0	9,76	0	-9,76	0	3701700

Jam Kerja Tenaga Kerja Langsung

baris S ₂		X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama		0,040444	0,040444	0	1	0	0	0	0	0	0	43680
NBBK	0,040444	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125
baris baru		0	0,040444	0	1	0	0	0,040444	0	-0,040444	0	17062,7925

Jam Kerja Stasiun Gilingan

baris S ₃		X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama		0.003986111	0.003986111	0	0	1	0	0	0	0	0	4305
NBBK	0.003986111	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125
baris baru		0	0.003986111	0	0	1	0	0.003986111	0	-0.003986111	0	1681.640698

Penggunaan Energi Listrik

baris S_4
 baris lama
 NBBK
 baris baru

	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	R_5	R_6	NK
	3,523611	3,523611	0	0	0	1	0	0	0	0	3810400
3,523611	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125
	0	3,523611	0	0	0	1	3,523611	0	-3,523611	0	1491423,511

Permintaan gula coklat

baris R_6
 baris lama
 NBBK
 baris baru

	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	R_5	R_6	NK
	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375
0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125
	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375

6. Menyusun persamaan-persamaan kedalam tabel

Basis	Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	R_5	R_6	NK	Index
Z	1	0	-650000-M	0	0	0	0	-800000	M	800000+M	0	526500000000-354375M	
S_1	0	0	8.53	1	0	0	0	9.76	0	-9.76	0	3701700	
S_2	0	0	0.040444	0	1	0	0	0.040444	0	-0.040444	0	17062.7925	
S_3	0	0	0.003986111	0	0	1	0	0.003986111	0	-0.00398611	0	1681.640698	
S_4	0	0	3.523611	0	0	0	1	3.523611	0	-3.523611	0	1491423.511	
X_1	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
R_6	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	

7. Memilih kolom kunci

Kolom kunci adalah kolom yang pada baris Z memiliki nilai negatif dengan angka terbesar.

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	0	-650000-M	0	0	0	0	-800000	M	800000+M	0	526500000000-354375M	
S ₁	0	0	8.53	1	0	0	0	9.76	0	-9.76	0	3701700	
S ₂	0	0	0.040444	0	1	0	0	0.040444	0	-0.040444	0	17062.7925	
S ₃	0	0	0.003986111	0	0	1	0	0.003986111	0	-0.00398611	0	1681.640698	
S ₄	0	0	3.523611	0	0	0	1	3.523611	0	-3.523611	0	1491423.511	
X ₁	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
R ₆	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	

8. Memilih baris kunci

$$\text{Index} = \frac{\text{Nilai kanan (NK)}}{\text{Nilai kolom kunci}}$$

Baris kunci adalah baris yang mempunyai index terkecil

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	0	-650000-M	0	0	0	0	-800000	M	800000+M	0	526500000000-354375M	
S ₁	0	0	8.53	1	0	0	0	9.76	0	-9.76	0	3701700	433962.4853
S ₂	0	0	0.040444	0	1	0	0	0.040444	0	-0.040444	0	17062.7925	421886.8683
S ₃	0	0	0.00398611	0	0	1	0	0.00398611	0	-0.00398611	0	1681.640698	421875.0301
S ₄	0	0	3.523611	0	0	0	1	3.523611	0	-3.523611	0	1491423.511	423265.6529
X ₁	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	-
R ₆	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	354375

9. Mengubah nilai-nilai baris kunci

=> dengan cara membaginya dengan angka kunci

Baris baru kunci = baris kunci : angka kunci

sehingga tabel menjadi seperti berikut:

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	0	-650000-M	0	0	0	0	-800000	M	800000+M	0	526500000000-354375M	
S ₁	0	0	8.53	1	0	0	0	9.76	0	-9.76	0	3701700	
S ₂	0	0	0.040444	0	1	0	0	0.040444	0	-0.040444	0	17062.7925	
S ₃	0	0	0.00398611	0	0	1	0	0.00398611	0	-0.00398611	0	1681.640698	
S ₄	0	0	3.523611	0	0	0	1	3.523611	0	-3.523611	0	1491423.511	
X ₁	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
R ₆	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	
Z	1												
S ₁	0												
S ₂	0												
S ₃	0												
S ₄	0												
X ₁	0												
R ₆	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	



10. Mengubah nilai-nilai selain baris kunci sehingga nilai-nilai kolom kunci (selain baris kunci) = 0

Baris baru = baris lama – (koef angka kolom kunci x nilai baris baru kunci)

Pendapatan maksimal

baris Z	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	R_5	R_6	NK
baris lama	0	-650000-M	0	0	0	0	-800000	M	(800000+M)	0	526500000000-354375M
NBBK	-650000-M	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375
baris baru	0	0	0	0	0	0	-800000	-650000	(800000+M)	650000+M	756843750000

Pengunaan nira

baris S_1	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	R_5	R_6	NK
baris lama	0	8.53	1	0	0	0	9.76	0	-9.76	0	3701700
NBBK	8.53	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375
baris baru	0	0	1	0	0	0	9.76	8.53	-9.76	-8.53	678881.25

Jam Kerja Tenaga Kerja Langsung

baris S_2	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	R_5	R_6	NK
baris lama	0	0.040444	0	1	0	0	0.040444	0	-0.040444	0	17062.7925
NBBK	0.040444	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375
baris baru	0	0	0	1	0	0	0.040444	0.040444	-0.040444	-0.040444	2730.45

Jam Kerja Stasiun Gilingan

baris S_3	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	R_5	R_6	NK
baris lama	0	0.00398611	0	0	1	0	0.00398611	0	-0.00398611	0	1681.640698
NBBK	0.00398611	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375
baris baru	0	0	0	0	1	0	0.00398611	0.00398611	-0.00398611	-0.00398611	269.0626124

Pengunaan Energi Listrik

baris S_4	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	R_5	R_6	NK
baris lama	0	3.523611	0	0	0	1	3.523611	0	-3.523611	0	1491423.511
NBBK	3.523611	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375
baris baru	0	0	0	0	0	1	3.523611	3.523611	-3.523611	-3.523611	242743.8625

Permintaan gula putih

baris X1
baris lama
NBBK
baris baru

X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125
0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375
1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125

11. Menyusun persamaan-persamaan ke dalam tabel

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	0	0	0	0	0	0	-800000	-650000	800000+M	650000+M	756843750000	
S ₁	0	0	0	1	0	0	0	9.76	8.53	-9.76	-8.53	678881.25	
S ₂	0	0	0	0	1	0	0	0.040444	0.040444	-0.040444	-0.040444	2730.45	
S ₃	0	0	0	0	0	1	0	0.00398611	0.00398611	-0.00398611	-0.00398611	269.0626124	
S ₄	0	0	0	0	0	0	1	3.523611	3.523611	-3.523611	-3.523611	242743.8625	
X ₁	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
X ₂	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	

12. Memilih kolom kunci

Kolom kunci adalah kolom yang pada baris Z memiliki nilai negatif dengan angka terbesar.

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	0	0	0	0	0	0	-800000	-650000	800000+M	650000+M	756843750000	
S ₁	0	0	0	1	0	0	0	9.76	8.53	-9.76	-8.53	678881.25	
S ₂	0	0	0	0	1	0	0	0.040444	0.040444	-0.040444	-0.040444	2730.45	
S ₃	0	0	0	0	0	1	0	0.00398611	0.00398611	-0.00398611	-0.00398611	269.0626124	
S ₄	0	0	0	0	0	0	1	3.523611	3.523611	-3.523611	-3.523611	242743.8625	
X ₁	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
X ₂	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	

13. Memilih baris kunci

$$\text{Index} = \frac{\text{Nilai kanan (NK)}}{\text{Nilai kolom kunci}}$$

Baris kunci adalah baris yang mempunyai index terkecil

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	0	0	0	0	0	0	-800000	-650000	800000+M	650000+M	756843750000	-946054.6875
S ₁	0	0	0	1	0	0	0	9.76	8.53	-9.76	-8.53	678881.25	69557.50512
S ₂	0	0	0	0	1	0	0	0.040444	0.040444	-0.040444	-0.040444	2730.45	67511.86826
S ₃	0	0	0	0	0	1	0	0.00398611	0.00398611	-0.00398611	-0.00398611	269.0626124	67500.03008
S ₄	0	0	0	0	0	0	1	3.523611	3.523611	-3.523611	-3.523611	242743.8625	68890.65294
X ₁	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	-658125
X ₂	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	-1	354375	-

14. Mengubah nilai-nilai baris kunci

=> dengan cara membaginya dengan angka kunci

Baris baru kunci = baris kunci : angka kunci

sehingga tabel menjadi seperti berikut:



Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	0	0	0	0	0	0	-800000	-650000	(800000+M)	650000+M	756843750000	
S ₁	0	0	0	1	0	0	0	9.76	8.53	-9.76	-8.53	678881.25	
S ₂	0	0	0	0	1	0	0	0.040444	0.040444	-0.040444	-0.040444	2730.45	
S ₃	0	0	0	0	0	1	0	0.00398611	0.00398611	-0.00398611	-0.00398611	269.0626124	
S ₄	0	0	0	0	0	0	1	3.523611	3.523611	-3.523611	-3.523611	242743.8625	
X ₁	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125	
X ₂	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	
Z	1												
S ₁	0												
S ₂	0												
S ₃	0	0	0	0	0	250.871087	0	1	1	-1	-1	67500.03008	
S ₄	0												
X ₁	0												
X ₂	0												

Baris baru Kunci

Angka Kunci

Kolom Kunci

Index terkecil

15. Mengubah nilai-nilai selain baris kunci sehingga nilai-nilai kolom kunci (selain baris kunci) = 0

Baris baru = baris lama – (koef angka kolom kunci x nilai baris baru kunci)

Pendapatan maksimal

baris Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama	0	0	0	0	0	0	-800000	-650000	(800000+M)	650000+M	756843750000
NBBK	-800000	0	0	0	250.871087	0	1	1	-1	-1	67500.03008
baris baru	0	0	0	0	200696870	0	0	150000	M	150000+M	810843774063.5550

Pengunaan nira

baris S ₁	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama	0	0	1	0	0	0	9.76	8.53	-9.76	-8.53	678881.25
NBBK	9.76	0	0	0	250.871087	0	1	1	-1	-1	67500.03008
baris baru	0	0	1	0	-2448.50181	0	0	-1.23	0	1.23	20080.95642

Jam Kerja Tenaga Kerja Langsung

baris S ₂	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama	0	0	0	1	0	0	0.040444	0.040444	-0.040444	-0.040444	2730.45
NBBK	0.040444	0	0	0	250.871087	0	1	1	-1	-1	67500.03008
baris baru	0	0	0	1	-10.1462302	0	0	0	0	0	0.478783467

Jam Kerja Stasiun Gilingan

baris S ₃	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama	0	0	0	0	0	1	3.523611	3.523611	-3.523611	-3.523611	242743.8625
NBBK	3.523611	0	0	0	250.871087	0	1	1	-1	-1	67500.03008
baris baru	0	0	0	0	-883.972122	1	0	0	0	0	4900.014012

Pengunaan Energi Listrik

baris S ₄	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	658125
NBBK	-1	0	0	0	250.871087	0	1	1	-1	-1	67500.03008
baris baru	1	0	0	0	250.871087	0	0	1	0	-1	725625.0301

Permintaan gula putih

baris X ₁	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK
baris lama	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375
NBBK	0	0	0	0	250.871087	0	1	1	-1	-1	67500.03008
baris baru	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375

16. Tabel Optimal

Basis	Z	X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	R ₅	R ₆	NK	Index
Z	1	0	0	0	0	200696870	0	0	150000	M	150000+M	810843774064	
S ₁	0	0	0	1	0	-2448.50181	0	0	-1.23	0	1.23	20080.95642	
S ₂	0	0	0	0	1	-10.1462302	0	0	0	0	0	0.478783467	
S ₅	0	0	0	0	0	250.871087	0	1	1	-1	-1	67500.03008	
S ₄	0	0	0	0	0	-883.972122	1	0	0	0	0	4900.014012	
X ₁	0	1	0	0	0	250.871087	0	0	1	0	-1	725625.0301	
X ₂	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	1	354375	

Dari tabel, diperoleh hasil:

$X_1 = 725625.0301$

$X_2 = 354375$

$Z_{max} = 810843774064$



4.2.2 Linear Programming dengan Excel Solver

PG. KEBON AGUNG harus menentukan kombinasi terbaik dari produk yang dihasilkan yaitu Gula Putih (X_1) dan Gula coklat (X_2) agar memaksimalkan keuntungan. Kendala-kendala yang dihadapi adalah: (1) bahan baku nira. (2) tenaga kerja langsung TKL. dan (3) jam kerja stasiun gilingan. (4) penggunaan energi listrik. juga pembatasan bahwa permintaan produksi Gula putih (X_1) ≥ 658.125 sedangkan untuk permintaan produksi Gula coklat (X_2) ≥ 354.375 . Dan berturut-turut memberikan keuntungan sebesar Rp.800.000.- dan Rp 650.000.-

Masalah *linear programming* dari PG. KEBON AGUNG dapat dirumuskan sebagai berikut:

Zmaks = Fungsi Tujuan (Pendapatan Maksimal)

Fungsi Tujuan (Pendapatan Maksimal):

$$Z \text{ maks} = 800.000 X_1 + 650.000 X_2$$

Fungsi kendala :

$$9,76 X_1 + 8,53 X_2 \leq 10.125.000 \text{ Kw (penggunaan nira)}$$

$$0,0404444X_1 + 0,0404444X_2 \leq 43680 \text{ Jam (Jam Kerja Tenaga Kerja Langsung)}$$

$$0.003986111X_1 + 0.003986111X_2 \leq 4305 \text{ Jam (Jam Kerja Stasiun Gilingan)}$$

$$3,523611X_1 + 3,523611X_2 \leq 3810400 \text{ MWH (Penggunaan Energi Listrik)}$$

$$X_1 \geq 658,125 \text{ Kw (Permintaan Gula Putih)}$$

$$X_2 \geq 354,375 \text{ Kw (Permintaan gula coklat)}$$

Solusi terhadap masalah *linear programming* di atas dapat menggunakan program Solver dalam Microsoft Excel. mengikuti langkah-langkah berikut:

Langkah 1.

Masukkan informasi berikut ke dalam *spreadsheet Microsoft Excel*:

	X_1	X_2			
nilai keputusan	1	1	2		
keuntungan	800,000	650,000	1,450,000		
kendala :	X_1	X_2	Kebutuhan	notasi	kapasitas
bahan baku	9,76	8,53	18,29	\leq	10,125,000
TKL	0,040444444	0,040444444	0,08088889	\leq	43,680
jam kerja gilingan	0.003986111	0.003986111	4,304.9998800	\leq	4,305
listrik	3,523611111	3,523611111	7,04722	\leq	3,810,400
permintaan gula putih	1	0	1	\geq	658,125
permintaan gula coklat	0	1	1	\geq	354,375

Langkah 2. Pilih Tools. Solver

Langkah 3. Isi Solver Parameters

Langkah 4. Pilih Solve

Selanjutnya komputer akan memunculkan Solver Results. Beberapa pilihan berikut dapat dilakukan:

Keep solver solution (Nilai awal dari variabel keputusan disimpan)

Reports:

Pilih Answer

Hasil solusi masalah *linear programming* di atas oleh *Solver Microsoft Excel* ditunjukkan sebagai berikut:

Microsoft Excel 12.0 Answer Report

Worksheet: [REV SOLVER - Copy.xlsx]Sheet1

Report Created: 6/26/2012 2:36:18 PM

Target Cell (Max)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$16	keuntungan x2 = gula	1,450,000	810,843,750,000

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$D\$15	nilai keputusan X1	1	725625
\$E\$15	nilai keputusan X2	1	354375

Constraints

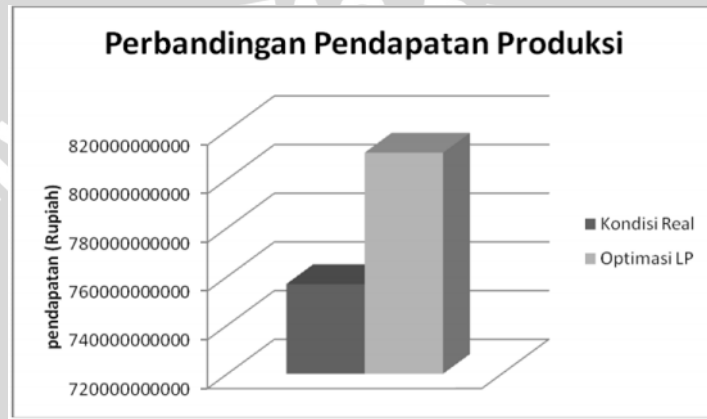
Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$18	bahan baku nira	10,104,918.75	\$F\$18<=\$H\$18	Not Binding	20081.25
\$F\$19	Jam kerja TKL	43,680	\$F\$19<=\$H\$19	Binding	0
\$F\$20	jam kerja gilingan	3,840	\$F\$20<=\$H\$20	Binding	0.00012
\$F\$21	listrik	3,805,500	\$F\$21<=\$H\$21	Not Binding	4900
\$F\$22	permintaan gula putih	725,625	\$F\$22>=\$H\$22	Not Binding	67,500
\$F\$23	permintaan gula coklat	354,375	\$F\$23>=\$H\$23	Binding	-
\$D\$15	nilai keputusan X1	725625	\$D\$15>=0	Not Binding	725625
\$E\$15	nilai keputusan X2	354375	\$E\$15>=0	Not Binding	354375

4.3 Pembahasan

PG Kebon Agung merupakan perusahaan penghasil gula, produk gula yang dihasilkan ialah gula putih dan gula coklat. Pada produksi periode Mei – Oktober 2011, gula yang dihasilkan sebesar 1.012.500 Kw (7,5% dari jumlah tebu). Hasil produksi tersebut tidak sesuai dengan target produksi perusahaan (8% dari jumlah tebu). Oleh

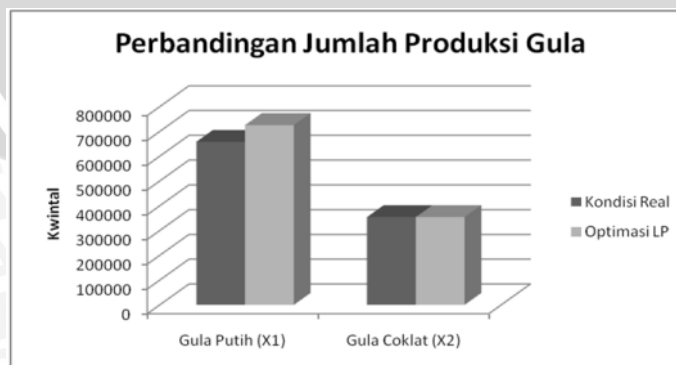
karena itu, pada penelitian ini dilakukan optimisasi terhadap produksi gula PG Kebon Agung agar dapat mencapai target produksi tersebut. Optimisasi dilakukan dengan menggunakan metode *Linear Programming*.

Berdasarkan hasil perhitungan dari proses optimisasi menggunakan metode *Linear Programming*, terdapat perbedaan nilai antara sebelum optimisasi dengan setelah optimisasi. Hasil yang didapatkan setelah proses optimisasi menunjukkan pendapatan produksi yang lebih tinggi dibandingkan sebelum proses optimisasi, yaitu Rp.810.843.750.000,- > Rp.756.843.750.000,- sehingga perusahaan mendapatkan keuntungan yang lebih besar. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.9 dibawah ini.



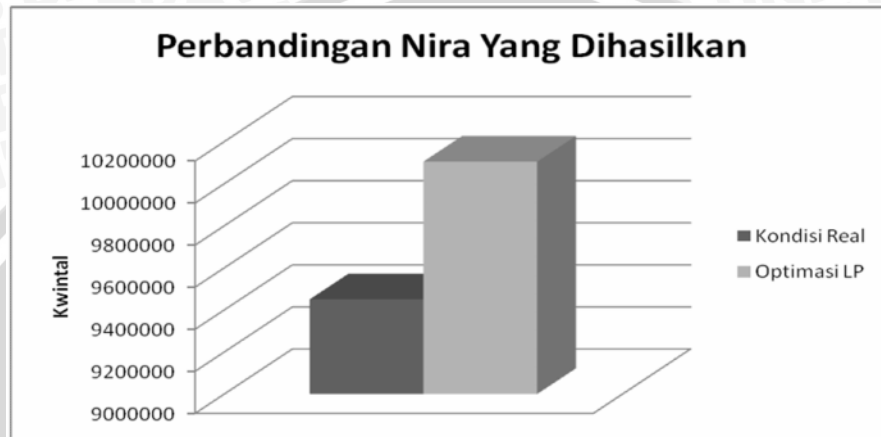
Gambar 4.9 Perbandingan Pendapatan Produksi

Gula yang dihasilkan pada kondisi setelah optimisasi menunjukan peningkatan pada gula putih sementara pada gula coklat tidak terjadi perubahan, itu berarti bahwa setelah proses optimisasi jumlah gula putih meningkat dari kondisi sebelumnya yaitu sebesar 725625 Kw > 658125 Kw, yang mana nantinya akan dapat menambah pemasukan PG. Kebon Agung. Sementara pada produksi gula coklat tidak terjadi perubahan hal ini menunjukkan bahwa tingkat jumlah produksi pada gula coklat sudah maksimum sebesar 354375 Kw. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.10 dibawah ini.



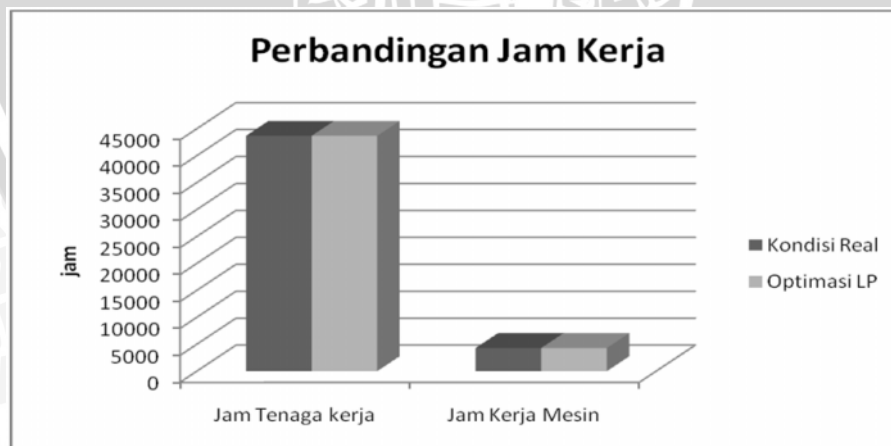
Gambar 4.10 Perbandingan Jumlah Produksi Gula

Nira yang dihasilkan pada kondisi setelah proses optimisasi mengalami peningkatan dibandingkan sebelum proses optimisasi yaitu sebesar 10,104,918.75 Kw dari yang sebelum proses optimisasi sebesar 9,450,000 Kw. Hal ini berarti bahwa terjadi surplus pada bahan baku nira yang mana nantinya akan dapat menambah jumlah produksi gula dan dapat menambah keuntungan PG. Kebon Agung. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.11 dibawah ini.



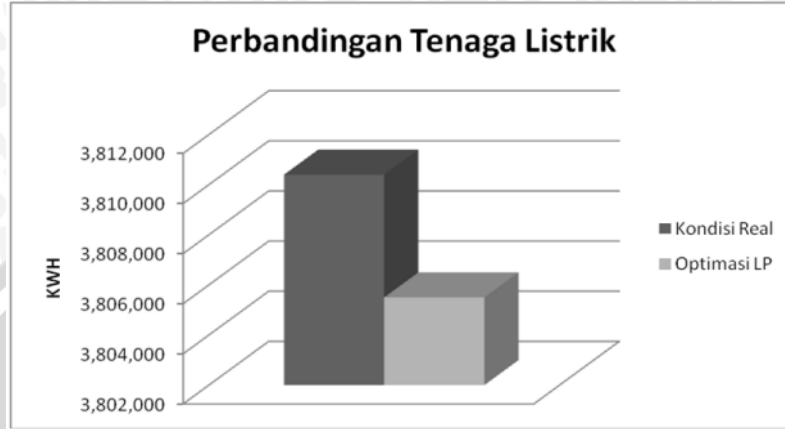
Gambar 4.11 Perbandingan nira yang dihasilkan

Hasil pada jam tenaga kerja dan jam kerja mesin sebelum proses optimisasi dan setelah proses optimisasi tidak terjadi perubahan. Berarti dalam hal ini sumber daya yang tersedia sudah maksimum yaitu untuk Jam tenaga kerja sebesar 43680 jam dan untuk jam kerja mesin sebesar 4305 jam. Atau dengan kata lain sumber daya yang tersedia terpakai habis. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.12 Perbandingan Jam Kerja

Listrik yang digunakan setelah proses optimisasi mengalami penurunan yang berarti bahwa jumlah konsumsi energi listrik lebih kecil dari pada kondisi sebelum proses optimisasi. Dalam hal ini akan dapat menghemat penggunaan energi listrik dan biaya pemakaian listrik. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.13 dibawah ini.



Gambar 4.13 Perbandingan Tenaga Listrik



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PG. KEBON AGUNG dan dari perhitungan optimisasi dengan metode simpleks dan menggunakan Metode *Linear Programming*, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Jumlah pendapatan yang dapat diperoleh PG. KEBON AGUNG sebelum melakukan proses optimisasi adalah sebesar Rp.756.843.750.000 sedangkan pendapatan yang diperoleh setelah proses optimisasi adalah Rp 810.843.750.000,-
- Nilai *slack / surplus* untuk bahan baku nira adalah sebesar 20081,25Kw. Hal ini berarti bahwa jumlah nira optimal yang dapat diperoleh pada proses optimisasi (10,104,918.75Kw) kurang dari jumlah nira maksimum yang bisa diperoleh (10,125,000Kw). Selain itu jumlah nira setelah optimisasi menunjukkan peningkatan yang dapat menambah jumlah produksi gula.
- Nilai *slack / surplus* untuk gula putih sebesar 67,500 Kw, berarti apabila kita melaksanakan proses optimisasi, maka jumlah produksi gula putih akan meningkat dan akan menambah pendapatan PG. KEBON AGUNG.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PG. KEBON AGUNG, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

- Perusahaan lebih memfokuskan kegiatan produksi dan penggunaan sumber daya yang ada untuk menghasilkan gula putih dan coklat. Karena masing-masing produk memiliki keunggulan tersendiri.
- Perusahaan harus dapat meningkatkan nilai randemen gula dari 7,5% menjadi 8% agar bahan baku dapat menghasilkan nira seoptimal mungkin. Agar nantinya gula yang dihasilkan juga meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, A. dan B. Nasendi. 1985. *Program Linier dan Variasinya*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Bustani, Henry. 2005. *Fundamental Operation Research*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Dimiyati, Tjutju Tarlih & Ahmad Dimiyati. 2010. *Operations Research*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Gaspersz, Vincent. 2001. *Aplikasi Linear Programming (LP) dalam konsep The Theory Of Constraints (TOC)*. Jurnal. http://www.uajy.ac.id/jurnal/jti/2001/5/3/pdf/2001_5_3_2.pdf (diakses 16 April 2012)
- Herjanto, Eddy. 1999. *Manajemen Produksi & Operasi*. Edisi Kedua. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Maharahmi. 2006. *Analisis Dan Perancangan Optimasi Produksi Alumunium Batang Di PT. Indonesia Asahan Alumunium Menggunakan Metode Linear Programming*. Skripsi dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/28548> (diakses 7 Desember 2011)
- Winston, Wayne L. 1993. *Operation Research: Application And Algorithms*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Wirdasari, Dian. 2009. *Metode Simpleks Dalam Program Linear*. Jurnal SAINTIKOM. [http://lppm.trigunadharma.ac.id/public/fileJurnal/72F12-OK-Jurnal4-DW-Program %20Linier.pdf](http://lppm.trigunadharma.ac.id/public/fileJurnal/72F12-OK-Jurnal4-DW-Program%20Linier.pdf) (diakses 24 Mei 2012)

