

**PERANCANGAN KEBIJAKAN TEKNIS UNTUK PENINGKATAN HASIL
PRODUKSI/HASIL PANEN TEBU DENGAN METODE *SYSTEM
DYNAMICS*.**

(Studi Kasus di PT. Gunung Madu Plantations, Lampung)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1



Nama : Adimas Widya Telangkas

No. Mahasiswa : 06 522 179

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2011

PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.



Yogyakarta, 02 Agustus 2011

Adimas Widya Telangkas
NIM:06 522 179

**PERANCANGAN KEBIJAKAN TEKNIS UNTUK PENINGKATAN HASIL
PRODUKSI/HASIL PANEN TEBU DENGAN METODE *SYSTEM
DYNAMICS*.**

(Studi Kasus di PT. Gunung Madu Plantations, Lampung)

TUGAS AKHIR



Oleh

Nama : Adimas Widya Telangkas

No. Mahasiswa : 06 522 179

Yogyakarta, Januari 2011

Pembimbing



Agus Mansur S.T., M.Eng.Sc.

**PERANCANGAN KEBIJAKAN TEKNIS UNTUK PENINGKATAN HASIL
PRODUKSI/HASIL PANEN TEBU DENGAN METODE *SYSTEM
DYNAMICS*.**

(Studi Kasus di PT. Gunung Madu Plantations, Lampung)

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Adimas Widya Telangkas

No. Mahasiswa : 06 522 179

**Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji Sebagai
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1**

Teknik Industri

Yogyakarta, 02 Agustus 2011

Tim Penguji

Agus Mansur S.T., M.Eng.Sc.

Ketua

Ir. Ali Parkhan, MT

Anggota I

Drs. Imam Djati W., M.Eng.Sc

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

(Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE)

4/8 2011

iv

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, atas izin ALLAH SWT tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Kupersembahkan hasil karyaku ini kepada kedua orangtuaku Kridoyono dan Anjarwiyati yang sangat kucintai yang telah memberikan kasih sayang, kesabaran, selalu memberikan yang terbaik dan senantiasa mendoakan, memberikan semangat serta dorongan hidup. Kakakku Stevia Widiatmasari tersayang terima kasih atas segala doa dan bantuannya selama ini telah menjadi motivator dan inspirasi dalam penulisan tugas akhir ini.



MOTTO

الْعُسْرَ بِكُمْ يُرِيدُ وَلَآ الْيُسْرَ بِكُمْ اللّٰهُ يُرِيدُ

Artinya:

Allah menghendaki kemudahan bagimu, dan tidak menghendaki kesukaran bagimu....

(Q.S Al Baqarah: 185)

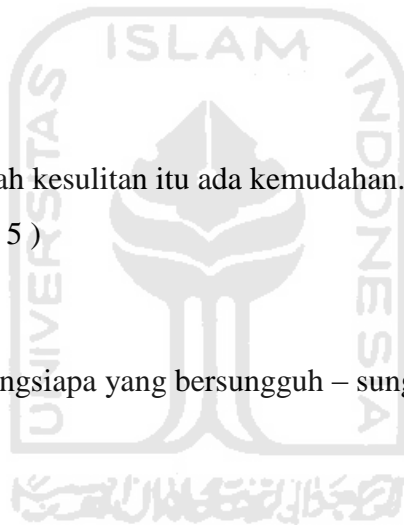
يُسْرًا الْعُسْرَ مَعَ فَإِنَّ

Artinya:

Karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(Terjemahan QS. Asy Syarh 5)

Man Jadda Wa Jada : Barangsiapa yang bersungguh – sungguh, maka akan berhasil



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayahnya. Sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, serta orang-orang yang bertaqwa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Perancangan Kebijakan Teknis Untuk Peningkatan Hasil Produksi/Hasil Panen Tebu Dengan Metode *System Dynamics***.

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Dan juga sebagai sarana untuk mempraktekkan secara langsung ilmu dan teori yang telah diperoleh selama menjalani masa studi di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungannya baik secara langsung maupun tidak. Dengan penuh rasa syukur penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Gumbolo HS.,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
2. Drs. HM. Ibnu Mastur, MSIE selaku Ka. Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih untuk segala kesempatan yang telah diberikan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Agus Mansur S.T., M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan, petunjuk, saran serta waktunya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sunaryo selaku Manager *Research and Development Department* yang telah memberikan izin penelitian, waktu, dan data-data yang diperlukan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.

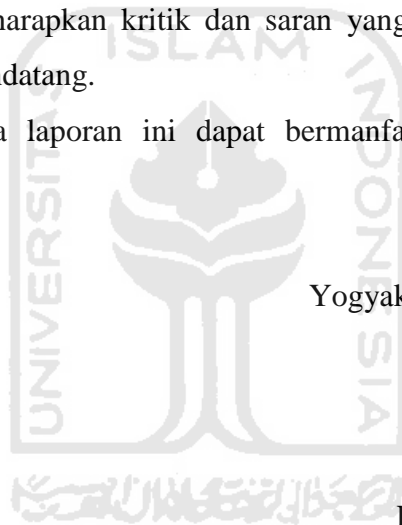
5. Kedua orang tuaku dan saudara-saudaraku tercinta yang telah memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan baik secara material maupun immaterial.
6. Sahabat dan Teman-teman yang bersedia menemani dan memberikan bantuannya untuk bertukar pikiran sehingga mempermudah Tugas Akhir ini.
7. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekeliruan dan kekurangan. Untuk itu penulis menyampaikan permohonan maaf sebelumnya serta sangat diharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 02 Agustus 2011

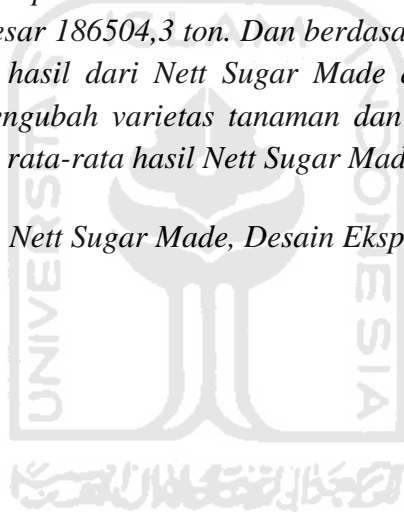


Penulis

ABSTRAK

PT. Gunung Madu Plantations merupakan badan usaha yang bergerak di bidang Perkebunan Tebu yang memiliki kendala dalam penurunan produktifitas dan hasil panennya. Hal tersebut dibutuhkan solusi analitik terhadap permasalahan tersebut berupa pengukuran dan pemetaan terhadap kinerja dari perusahaan tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan sistem dinamis dalam pengukuran risiko dengan menggunakan software Powersim Studio Enterprise 2005. Sistem dinamis merupakan tool yang digunakan untuk mempelajari suatu masalah dengan sudut pandang sistematis, mendekati sebuah sistem dengan menggambarkan interaksi timbal balik antar komponen sistem nyatanya. Oleh karena itu, model dinamis yang dibuat sangat baik untuk menjelaskan struktur dan kecenderungan perilaku sistem. Dari simulasi yang dijalankan selama enam belas tahun didapatkan rata-rata hasil Nett Sugar Made yang dihasilkan oleh perusahaan adalah sebesar 186504,3 ton. Dan berdasarkan desain eksperimen yang dilakukan untuk menaikkan hasil dari Nett Sugar Made adalah menggunakan desain eksperimen ke dua yang mengubah varietas tanaman dan pengaplikasian Zat Pemacu Kemasakan tanaman dengan rata-rata hasil Nett Sugar Made nya sebesar 232332,58 ton.

Kata kunci : Sistem Dinamis, Nett Sugar Made, Desain Eksperimen.



TAKARIR

| | |
|---------------------|------------------------|
| Cash flow | = Aliran uang |
| Causal loop diagram | = Diagram sebab akibat |
| Flow diagram | = Diagram alir |
| System dynamics | = Dinamika sistem |
| Recovery | = Pemulihan |



DAFTAR SIMBOL

| | |
|---------------------|-----------------------|
| F | = Fungsi tabel F |
| H | = Hipotesis |
| n | = Jumlah data |
| s^2 | = Variansi |
| t | = Fungsi tabel T |
| \bar{x} dan μ | = Rata – rata |
| α | = Tingkat kepentingan |
| X | = Data Riil |
| Y | = Data Simulasi |



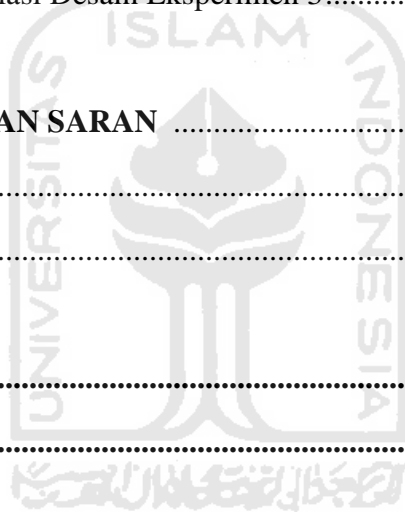
DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| PENGAKUAN..... | ii |
| SURAT KETERANGAN..... | iii |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING..... | iv |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI..... | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | vi |
| MOTTO..... | vii |
| KATA PENGANTAR..... | viii |
| ABSTRAK..... | x |
| TAKARIR..... | xi |
| DAFTAR SIMBOL..... | xii |
| DAFTAR ISI..... | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xvi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xviii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan Laporan | 5 |
| | |
| BAB II KAJIAN LITERATUR | 6 |
| 2.1 Kajian Induktif | 6 |
| 2.2 Kajian Deduktif | 7 |
| 2.2.1. Pemodelan Sistem..... | 7 |
| 2.2.1.1 Sistem..... | 7 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.1.2. Komponen-Komponen Sistem | 8 |
| 2.2.1.3. Jenis-Jenis Sistem..... | 8 |
| 2.2.1.4. Pengertian Model..... | 9 |
| 2.2.1.5. Jenis-Jenis Model..... | 9 |
| 2.2.1.6. Karakteristik Model..... | 10 |
| 2.2.1.7. Prinsip-Prinsip Pemodelan Sistem | 10 |
| 2.2.2. Simulasi Sistem | 11 |
| 2.2.2.1. Simulasi..... | 11 |
| 2.2.2.2. Bagian-Bagian Model Simulasi..... | 12 |
| 2.2.2.3. Langkah-Langkah Simulasi..... | 13 |
| 2.2.3. <i>System Dynamics</i> | 15 |
| 2.2.3.1. Konsep Dasar <i>System Dynamics</i> | 15 |
| 2.2.3.2. Model <i>System Dynamics</i> | 17 |
| 2.2.3.3. Diagram Loop Sebab-Akibat (<i>Causal / Feedback Loop</i>)..... | 18 |
| 2.2.3.4. Diagram Alir (<i>Flow Diagram</i>) | 19 |
| 2.2.4. Validasi | 22 |
| 2.2.4.1. Tujuan Validasi | 22 |
| 2.2.4.2. Teknik Validasi | 23 |
| 2.2.5. Analisa Output Hasil Simulasi..... | 25 |
| | |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 28 |
| 3.1 Identifikasi Masalah | 28 |
| 3.2 Ruang Lingkup Penelitian..... | 28 |
| 3.3 Metode Pengumpulan Data..... | 28 |
| 3.3.1. Pengumpulan Data | 28 |
| 3.3.2. Data Yang Dibutuhkan..... | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4 Pengolahan Data | 30 |
| 3.4.1. Perancangan Model Konseptual..... | 30 |
| 3.4.2. Validasi | 30 |
| 3.4.3. Rekomendasi Dan Saran..... | 30 |
| 3.5 Diagram Alir Penelitian | 31 |
| | |
| BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA | 34 |
| 4.1 Sejarah Perusahaan | 34 |
| 4.1.1 Lokasi dan Tata Letak Perusahaan..... | 35 |
| 4.1.2 Struktur Organisasi..... | 36 |
| 4.1.3 Tujuan, Visi, Dan Misi Perusahaan..... | 37 |
| 4.2 Data Penelitian | 38 |
| 4.2.1. Data Luas Lahan Tanam..... | 39 |
| 4.2.2. Data luas Lahan Per Katagori Tanaman | 39 |
| 4.2.3. Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Katagori Tanaman | 41 |
| 4.3 Pembangunan Model | 43 |
| 4.3.1. <i>Causal Loop Diagram (CLD)</i> | 43 |
| 4.3.2 Permodelan dengan <i>Powersim</i> | 46 |
| 4.4 Validasi Model..... | 56 |
| 4.5 Desain Eksperimen | 68 |
| 4.5.1 Desain Kebijakan Mengubah Jumlah TTH Berdasarkan Variets Dan Aplikasi Waktu Penyemprotan Zat Pemacu Kemasakan..... | 69 |
| 4.5.2 Uji Anova..... | 74 |
| 4.5.3 Pemilihan Data Eksperimen Tertinggi..... | 77 |

| | |
|---|--------|
| BAB V PEMBAHASAN | 78 |
| 5.1 Analisa Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Produksi | 79 |
| 5.1.1 Varietas Tanaman Tebu | 79 |
| 5.1.2 Aplikasi Zat Pemacu Kemasakan | 79 |
| 5.2 Analisa Hasil Simulasi | 80 |
| 5.2.1 Analisa Hasil Simulasi Model Awal..... | 80 |
| 5.2.2 Analisa Hasil Simulasi Desain Eksperimen 1 | 81 |
| 5.2.3 Analisa Hasil Simulasi Desain Eksperimen 2..... | 81 |
| 5.2.4 Analisa Hasil Simulasi Desain Eksperimen 3..... | 82 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | 83 |
| 6.1 Kesimpulan | 83 |
| 6.2 Saran | 83 |
| DAFTAR PUSTAKA | 84 |
| LAMPIRAN | 85 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Contoh Penggunaan Level dan Rate..... | 21 |
| Tabel 4.1. Data Luas Lahan Dari Tahun 2001 Sampai 2010..... | 39 |
| Tabel 4.2. Data Luas Lahan per Katagori Tanaman Plant Cane..... | 39 |
| Tabel 4.3. Data Luas Lahan per Katagori Tanaman Ratun 1 | 40 |
| Tabel 4.4. Data Luas Lahan per Katagori Tanaman Ratun 2 | 40 |
| Tabel 4.5. Data Luas Lahan per Katagori Tanaman Ratun 3 | 41 |
| Tabel 4.6. Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Katagori Tanaman Plant Cane..... | 41 |
| Tabel 4.7. Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Katagori Tanaman Ratun 1 | 42 |
| Tabel 4.8. Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Katagori Tanaman Ratun 2 | 42 |
| Tabel 4.9. Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Katagori Tanaman Ratun 3 | 43 |
| Tabel 4.10. Rumus Matematis Model..... | 49 |
| Tabel 4.11. Hasil Simulasi Luas Lahan..... | 53 |
| Tabel 4.12. Hasil Simulasi Hasil Panen..... | 54 |
| Tabel 4.13. Hasil Simulasi <i>Nett Sugar Made</i> | 55 |
| Tabel 4.14. Prediksi <i>Hasil Nett Sugar Made</i> tahun 2011 sampai 2016..... | 56 |
| Tabel 4.15. Distribusi Probabilistik Data Riil Luas Lahan..... | 59 |
| Tabel 4.16. Distribusi Probabilistik Data Simulasi Luas Lahan..... | 59 |
| Tabel 4.17. Penentuan Nilai χ^2_{hitung} Luas Lahan..... | 59 |
| Tabel 4.18. Penggabungan Kelas Luas Lahan..... | 60 |
| Tabel 4.19. Distribusi Probabilistik Data Riil Hasil Panen..... | 63 |
| Tabel 4.20. Distribusi Probabilistik Data Simulasi Hasil Panen..... | 63 |
| Tabel 4.21. Penentuan Nilai χ^2_{hitung} Hasil Panen..... | 63 |
| Tabel 4.22. Penggabungan Kelas Hasil Panen..... | 64 |
| Tabel 4.23. Distribusi Probabilistik Data Riil <i>Nett Sugar Made</i> | 67 |
| Tabel 4.24. Distribusi Probabilistik Data Simulasi <i>Nett Sugar Made</i> | 67 |
| Tabel 4.25. Penentuan Nilai χ^2_{hitung} <i>Nett Sugar Made</i> | 67 |
| Tabel 4.26. Penggabungan Kelas <i>Nett Sugar Made</i> | 68 |
| Tabel 4.27. Tabel Hasil Validasi Keseluruhan Data..... | 68 |
| Tabel 4.28. Tabel Ton Tebu per Hektar (TTH) Katagori Tanaman..... | 69 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.29 Pengaruh Waktu ZPK Terhadap Peningkatan Nira Varietas Tertentu..... | 69 |
| Tabel 4.30 Data Lima Varietas Terbaik dari Tahun 2001-2010..... | 71 |
| Tabel 4.31 Rumus Matematis Desain Eksperimen..... | 71 |
| Tabel 4.32 Hasil Simulasi <i>Nett Sugar Made</i> Model Awal dan Desain Eksperimen..... | 74 |
| Tabel 4.33 Perhitungan Nilai F..... | 75 |
| Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Nilai F..... | 76 |
| Tabel 5.1 Hasil simulasi Tahun 2001-2016..... | 78 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Simbol <i>Level</i> | 19 |
| Gambar 2.2. Simbol <i>Rate</i> | 20 |
| Gambar 2.3. Simbol <i>Auxiliary</i> | 20 |
| Gambar 2.4. Simbol <i>Constant</i> | 20 |
| Gambar 2.5. Simbol <i>Link</i> | 21 |
| Gambar 2.6. Simbol <i>Link</i> | 21 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian..... | 31 |
| Gambar 4.1. Struktur Organisasi..... | 37 |
| Gambar 4.2. <i>Causal Loop Diagram</i> | 45 |
| Gambar 4.3. Tampilan <i>Powersim Studio Enterprise 2005</i> | 46 |
| Gambar 4.4. <i>Flow Diagram</i> | 48 |
| Gambar 4.5. Grafik Hasil Simulasi Luas Lahan | 53 |
| Gambar 4.6. Grafik Hasil Simulasi Hasil Panen | 54 |
| Gambar 4.7 Grafik Hasil Simulasi Nett Sugar Made..... | 55 |
| Gambar 4.8 Gambar Disain Eksperimen..... | 73 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gula merupakan salah satu komoditas kebutuhan strategis dalam perekonomian Indonesia. Industri gula berbasis tebu merupakan salah satu sumber pendapatan bagi masyarakat Indonesia dikarenakan jumlah tenaga kerja yang terlibat sangat banyak. Gula juga merupakan kebutuhan pokok masyarakat dan merupakan sumber kalori yang relatif murah. Karena merupakan kebutuhan pokok, maka harga gula sangat berpengaruh terhadap perekonomian di Indonesia.

Dengan posisinya yang penting, maka industri gula berbasis tebu perlu melakukan berbagai upaya untuk melakukan berbagai perubahan dan penyesuaian guna meningkatkan produktifitas, dan efisiensi, sehingga menjadi industri yang kompetitif, mempunyai nilai tambah tinggi, dapat memberi tingkat kesejahteraan yang memadai pada para pelakunya.

Walaupun belakangan ini kinerja industri gula nasional menunjukkan peningkatan, pada dekade terakhir secara umum kinerjanya mengalami penurunan. Baik dari sisi areal, produksi, maupun tingkat efisiensi.

Dalam hal ini banyak faktor yang menentukan hasil dari produksi gula pada setiap masa panennya. Setiap perusahaan berlomba – lomba untuk meningkatkan hasil panennya agar dapat selalu bertahan dalam persaingan. Dengan hasil produksi yang tinggi, maka perusahaan akan siap dalam menerima dan memenuhi permintaan akan barang atau jasa yang sesuai dengan kebutuhan pasar.

Hal ini juga terjadi pada perusahaan PT. Gunung Madu Plantations. Kinerja dari perusahaan pada tahun ini mengalami penurunan, baik dari hasil panen perdivisi area yang berbeda – beda maupun hasil dari total produk gula. Penurunan hasil produksi tersebut disebabkan berbagai faktor dapat mempengaruhi hasil dari produksi gula sehingga, perlu di lakukan perubahan strategi untuk meningkatkan hasil panennya.

Untuk membuat sebuah strategi dalam memecahkan masalah tersebut diperlukan model matematik yang dapat menerangkan hubungan antara faktor dari sistem yang dikaji. Suatu model yang dapat menggambarkan perilaku sistem secara dinamik adalah dengan pendekatan *system dynamics*.

Penelitian dengan pendekatan *system dynamics* pernah dilakukan sebelumnya antara lain yang dilakukan oleh Widyastuti, (2004) dengan mengembangkan model dinamis untuk mengevaluasi performansi sistem produksi dengan hasil peningkatan jumlah permintaan. Widyatmoko, (2004) melakukan kajian penerapan *system dynamics* dalam interaksi transportasi dan guna lahan komersial di wilayah pusat kota semarang. Yuana, (2005) mengembangkan *system dynamics* sebagai perangkat perancangan kebijakan pengembangan sistem akademik ITB yaitu dengan peningkatan ketersediaan dan kualitas tenaga akademis serta kualitas proses pendidikan.

Berdasarkan penelitian – penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penyelesaian masalah dengan pendekatan *system dynamics* untuk menganalisis faktor apa saja yang mempengaruhi hasil panen tebu pada setiap musim panen perkebunan tebu tersebut.

Dalam pendekatan *system dynamics* dilakukan konseptualisasi sistem dalam *casual loop diagram* dan melakukan evaluasi model yang telah dibuat pada *software Powersim Studio 2005*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dalam penelitian ini dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi hasil produksi atau panen pada suatu perkebunan tebu?
2. Strategi apa yang harus dilakukan untuk meningkatkan hasil produksi gula berdasarkan faktor yang mempengaruhi tingkat produksi gula?
3. Berapakah prediksi hasil panen enam tahun kedepan berdasarkan faktor – faktor tersebut menggunakan *software Powersim Studio 2005*?

1.3. Batasan Masalah

Untuk menyelesaikan masalah yang dibahas pada bab – bab seterusnya dan untuk menghindari adanya permasalahan tidak terlalu meluas serta terjadinya penyimpangan yang tidak diinginkan maka perlu adanya pembatas masalah, sehingga hasil analisis selanjutnya dapat lebih terarah sesuai dengan tujuannya.

Batasan – batasan masalah yang digunakan adalah :

1. Obyek penelitian pada "PT. Gunung Madu Plantation" yang bergerak pada bidang perkebunan, dimana perusahaan tersebut menganut sistem produksi *make to stock*.
2. Model ini lebih bersifat jangka panjang, data yang digunakan adalah data beberapa tahun terakhir atau sesuai dengan ketersediaan dan syarat kecukupan data.

3. Model yang dirancang dalam penelitian ini menurut loop umpan balik tertutup dimana faktor diluar variabel yang tidak diperlukan tidak diperhitungkan.
4. Usulan kebikan berdasarkan hasil penelitian harus ada kendali dari perusahaan

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada maka tujuan penelitian yaitu :

1. Menganalisis tentang faktor – faktor yang mempengaruhi hasil panen pada suatu perusahaan tebu.
2. Memberikan prediksi hasil panen tahun depan berdasarkan hasil dari simulasi.
3. Memberikan usulan perbaikan teknis penanaman tebu pada perusahaan agar hasil panen meningkat berdasarkan perhitungan *software Powersim Sudio 2005*.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukan penelitian yang dilakukan diharapkan dapat :

1. memberikan bahan pertimbangan dan masukan bagi perusahaan untuk menentukan kebijakan dalam pengambilan keputusan yang akan berguna untuk meningkatkan hasil produksi atau hasil panen pada perkebunan tebu tersebut.
2. Membantu perusahaan dengan memberikan usulan atau upaya yang digunakan untuk meningkatkan hasil panen pada perkebunan tebu.

1.6. Sistematika Penulisan Laporan

Pada tugas akhir ini akan disusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Mencakup tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori yang akan dipakai guna menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan dan pengembangan model, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan penjelasan mengenai pengumpulan data-data yang digunakan serta pengolahannya sampai dengan proses simulasi yang dilakukan.

BAB V : PEMBAHASAN

Bagian ini memuat kajian yang komprehensif serta analisa terhadap hasil yang diperoleh dibandingkan dengan kriteria hasil pengujian yang telah dilakukan.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian akhir tulisan ini merupakan rangkuman dari hasil penelitian secara keseluruhan dan mungkin saran-saran yang mungkin dapat untuk ditindak lanjuti.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1. Kajian Induktif

Penelitian mengenai topik industri tebu telah dilakukan beberapa kali. Diantara penelitian-penelitian tersebut adalah penelitian yang dilakukan oleh Pratama, Gian (2009) melakukan identifikasi mengenai Aplikasi proses pengolahan tebu menjadi gula. Kusuma, Whyda Hendra (2008) melakukan identifikasi mengenai Pra Rancangan Pabrik Etanol dari Tetes Tebu. Sukmalena (2007) melakukan identifikasi mengenai pra rancangan pabrik furfural dari ampas tebu (BAGGASE) kapasitas 15.000 ton/tahun. Wijayanto, Nur Dwi (2007) melakukan identifikasi mengenai pengujian mekanis komposit berbahan dasar Limbah Ampas Tebu dengan Matrik.

Penelitian mengenai topik identifikasi faktor telah dilakukan beberapa kali. Diantara penelitian-penelitian tersebut adalah penelitian yang dilakukan oleh Budiar, F.E. (2007) melakukan identifikasi faktor yang mempengaruhi keputusan konsumen kartu prabayar dengan menggunakan Analisis Faktor. Yuniarto, Joko. (2008) melakukan kajian mengenai Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas layanan terhadap kepuasan konsumen pada industri jasa menggunakan analisis validitas dan reliabilitas. Hazrin, Fuad (2006) melakukan kajian analisis pengukuran faktor-faktor kinerja perusahaan dengan Analytical Hierarchi Process di PT. Sport Glove Indonesia. Rifa'I, Ahmad. (2007) melakukan kajian mengenai analisis pengukuran faktor-faktor yang memotivasi calon

mahasiswa untuk memilih jurusan ekonomi Islam fakultas Ilmu Agama Islam Universitas Islam Indonesia menggunakan metode Analisis Faktor. Rinaldi, Muhammad Rizki. (2007) melakukan kajian mengenai identifikasi faktor yang mempengaruhi kinerja alumni dengan menggunakan Analisis Diskriminan. Irfany, Masna (2007) melakukan kajian mengenai analisis faktor-faktor yang mempengaruhi masa tunggu bekerja dengan metode regresi dan korelasi. Setiawan, Andri Agus (2010) melakukan kajian analisis faktor-faktor ergonomi yang mempengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja karyawan dengan metode *Varimax With Normalization*. Pramudaningrum, Rina (2007) melakukan kajian mengenai identifikasi faktor yang berpengaruh terhadap peningkatan pelayanan pada industri jasa perbankan.

Dari kajian diatas dapat dilakukan penelitian mengenai identifikais faktor yang berhubungan terhadap industri yang mengelola tebu dan penelitian mengenai identifikasi faktor-faktor menggunakan metode lain yaitu menggunakan *system dynamics* sehingga dapat dilakukan penelitian mengenai identifikasi faktor yang berpengaruh terhadap hasil produksi/hasil panen tebu dengan metode *system dynamics*.

2.2. Kajian Deduktif

2.2.1. Pemodelan Sistem

2.2.1.1 Sistem

Sistem adalah elemen-elemen yang saling menyatu yang terhubung melalui sebuah mekanisme tertentu dan terikat dalam hubungan interdependensi yang mempunyai tujuan bersama. Sistem juga memiliki sifat umpan balik yang menyebabkan sistem

tersebut bersifat dinamis. Sedangkan lingkungan sistem adalah segala sesuatu yang bukan bagian dari sistem, tetapi keberadaannya dapat mempengaruhi atau dipengaruhi sistem.

2.2.1.2 Komponen-Komponen Sistem

Komponen-komponen yang membentuk suatu sistem antara lain:

1. Entitas/*entity*

Entitas adalah obyek yang diamati dari suatu system.

2. Atribut/*attribute*

Atribut adalah keterangan (*properties*) yang dimiliki oleh tiap entitas.

3. Aktivitas/*activity*

Aktivitas adalah proses rutin yang terjadi pada suatu rentang waktu tertentu.

4. Kejadian/*event*

Kejadian adalah suatu peristiwa yang tiba-tiba terjadi (sulit diprediksi) yang dapat mengubah kondisi sistem.

5. Variabel status/*state variable*

Variabel status adalah sekumpulan variabel untuk menunjukkan kondisi/status sistem pada suatu waktu tertentu, sesuai dengan tujuan dari penelitian itu sendiri.

2.2.1.3 Jenis-Jenis Sistem

Beberapa sistem dalam praktiknya secara keseluruhan bisa jadi termasuk diskrit maupun kontinyu, tetapi apabila salah satu jenis perubahan lebih mendominasi, maka dimungkinkan untuk menggolongkan sistem tersebut baik ke dalam diskrit maupun kontinyu (Law and Kelton, 1991). Sistem diskrit adalah sistem yang variabel statusnya

berubah hanya dalam suatu himpunan satuan waktu diskrit. Sistem kontinyu adalah sistem yang variabel statusnya berubah secara kontinyu sepanjang waktu.

2.2.1.4 Pengertian Model

Model merupakan suatu representasi atau formalisasi dalam bahasa tertentu dari suatu system nyata yang telah disepakati. Sehingga model dapat dikatakan sebagai sebuah kesatuan yang menggambarkan karakteristik suatu system. Model dibuat dengan cara simplifikasi dari system yang ada sehingga untuk mempelajari sebuah system dapat dilakukan dengan pengamatan pada model system tersebut. Walaupun model merupakan bentuk sederhana dari sebuah sistem, tapi dalam pembentukannya harus tetap memperhatikan kompetensi dari karakteristik sistem yang diamati (Simatupang, 1995).

2.2.1.5 Jenis-jenis Model

Model dapat dibagi menjadi :

1. Model fisik

Model fisik adalah gambaran yang mewakili sistem nyata yang berupa benda berwujud. Contoh : replica benda.

2. Model matematis

Model matematis adalah gambaran yang mewakili sistem nyata yang berupa perhitungan/rumus. Contoh : rumus kelembapan udara pada suatu ruangan.

2.2.1.6 Karakteristik Model

Karakteristik model yang baik sebagai ukuran tujuan pemodelan (Simatupang, 1996) yaitu :

1. Tingkat generalisasi yang tinggi. Semakin tinggi tingkat generalisasi model, maka model tersebut akan dapat memecahkan masalah yang semakin besar.
2. Mekanisme transparansi sehingga model dapat menjelaskan dinamika sistem secara rinci.
3. Potensial untuk dikembangkan sehingga membangkitkan minat peneliti lain untuk menyelidikinya lebih lanjut.
4. Peka terhadap perubahan asumsi. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemodelan tidak perbah selesai (peka terhadap perubahan lingkungan).

2.2.1.7 Prinsip-prinsip Pemodelan Sistem

Dalam mengembangkan suatu model dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Elaborasi

Artinya pengembangan model dilakukan secara bertahap dimulai dari model sederhana hingga diperoleh model yang lebih representatif.

2. Sinektik

Artinya pengembangan model yang dilakukan secara analogis (kesamaan-kesamaan).

3. Iteratif

Artinya pengembangan model yang dilakukan secara berulang-ulang dan peninjauan kembali.

2.2.2 Simulasi Sistem

2.2.2.1 Simulasi

Simulasi adalah suatu solusi analisis dari sebuah sistem yang digunakan untuk memecahkan berbagai masalah yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian ketika solusi matematis tidak memadai, dengan menggunakan model atau metode tertentu untuk melihat sejauh mana input mempengaruhi pengukuran *output* atas permormansi sistem dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya (Simatupang, 1996). Menurut Banks (1996), simulasi adalah imitasi sederhana dari sistem operasi di dunia nyata yang bertujuan untuk mengevaluasi sistem tersebut (Goldsmann, 2007).

Simulasi mempunyai keunggulan menangkap perubahan dinamis dari proses yang terjadi sehingga dapat mewakili kondisi sebenarnya dari sebuah sistem serta kemampuan menjalankan *what-if scenario* untuk dapat mengetahui pengaruhnya terhadap sistem. Simulasi juga berusaha untuk mempresentasikan dengan jenis model yang lain. Dengan simulasi maka dimungkinkan untuk dapat mengamati bagaimana sistem yang direpresentasikan dapat berperilaku, sehingga model simulasi yang baik adalah model yang mampu menyelesaikan karakteristik dan perubahan sistem dari waktu ke waktu. Semakin mampu model simulasi menirukan proses dari sistem, maka semakin baik model tersebut.

2.2.2.2 Bagian-Bagian Model Simulasi

Bagian-bagian yang berupa istilah model simulasi yang perlu dipahami oleh permodel, yaitu :

1. Entitas (*entity*)

Entitas adalah obyek yang dinamis dalam simulasi yang dapat merubah status, dan dapat mempengaruhi atau dipengaruhi oleh entitas lain sehingga dapat mempengaruhi hasil pengukuran kerja.

2. Atribut (*attribute*)

Atribut adalah karakteristik yang dimiliki oleh setiap entitas, yang membedakan antara entitas satu dengan entitas yang lainnya yang bersifat mengikat. Contoh : sebuah *part* (entitas) memiliki atribut (*arrival time, due date, priority, dan color*) yang berbeda dengan part yang lain.

3. Variabel (*variable*)

Varibel adalah potongan informasi yang mencerminkan karakteristik suatu sistem yang bersifat tidak mengikat suatu entitas melainkan sistem secara keseluruhan sehingga semua entitas dapat mengandung variable yang sama. Misalnya, panjang antrian, *batch size*, dan sebagainya.

4. Sumber daya (*resource*)

Entitas-entitas seringkali saling bersaing untuk mendapat pelayanan dari resource yang ditunjukkan oleh operator, peralatan, atau ruangan penyimpanan yang terbatas. Suatu resource dapat berupa grup atau pelayanan individu.

5. Antrian (*queue*)

Antrian adalah jika entitas tidak bergerak (diam) akibat resource menahan (*seize*) suatu entitas sehingga membuat entitas yang lain untuk menunggu. Jika resource telah kosong (melepas satu entitas) maka entitas yang lain dapat bergerak kembali dan seterusnya demikian.

6. Kejadian (*event*)

Kejadian adalah sesuatu yang terjadi pada waktu tertentu yang kemungkinan menyebabkan perubahan terhadap atribut dan variabel. Ada tiga kejadian umum dalam simulasi, yaitu *arrival* (kedatangan), *departure* (entitas meninggalkan sistem) dan *The end* (simulasi berhenti).

7. *Simulation Clock*

Nilai sekarang dari waktu dalam simulasi yang dipengaruhi oleh variabel disebut sebagai *Simulation Clock*. Ketika simulasi berjalan dan pada kejadian tertentu waktu dihentikan untuk melihat nilai saat itu maka nilai tersebut adalah nilai simulasi pada saat tersebut.

8. Replikasi

Replikasi adalah setiap menjalankan dan menghentikan simulasi dengan cara yang sama dan menggunakan set parameter input yang sama pula (*'identical' part*), tapi menggunakan masukan bilangan random yang terpisah (*'independent' part*) untuk membangkitkan waktu antar kedatangan dan pelayanan (hasil-hasil simulasi). Sedangkan panjang waktu yang diinginkan untuk setiap replikasi disebut *length of replication*.

2.2.2.3 Langkah-langkah Simulasi

Dalam melakukan suatu penelitian atau kajian tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Artinya diperlukan suatu langkah-langkah atau metodologi yang terstruktur dan terkendali sehingga kesimpulan yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan (Law dan Kelton, 1991) Begitu pula dalam melakukan studi simulasi terdapat metodologi umum yang digunakan yaitu sebagai berikut :

1. Formula masalah

Setiap studi selalu dimulai dengan suatu pernyataan yang jelas tentang tujuan yang hendak dicapai. Secara keseluruhan harus direncanakan pula variabel-variabel yang terdapat dalam sistem obyek.

2. Pengumpulan data

Informasi dan data sebaiknya dikumpulkan secara terpusat dan digunakan untuk melakukan spesifikasi prosedur operasi dan distribusi probabilitas untuk variabel random yang terdapat dalam model.

3. Pembuatan program komputer dan verifikasi

Pemodel harus menentukan program apakah yang akan digunakan untuk menguji dan menjalankan model. Selama melakukan translasi model ke dalam program yang dipilih, dilakukan verifikasi model terhadap sistem nyata apakah bentuk fisik model sudah seperti sistem nyatanya.

4. Jalankan program

Dengan bantuan software simulasi model yang telah dibuat dijalankan (*run*) untuk melihat hasilnya.

5. Validasi

Proram yang dijalankan dapat digunakan untuk menguji sensitivitas hasil dari model terhadap perubahan kecil pada parameter masukan. Jika hasilnya berubah secara ekstrim maka suatu estimasi yang baik harus diambil. Jika sistem Nampak sama dengan yang ada saat ini, data hasil dari program simulasi dapat dibandingkan dengan sistem nyatanya. Jika hasilnya baik maka program simulasi dinyatakan valid dan model dianggap representasi dari sistem nyata.

6. Mendesain dan Menjalankan Model Eksperimen

Jika program simulasi sudah dinyatakan valid maka pemodel dapat melakukan berbagai eksperimen terhadap model tersebut sesuai dengan penelitian dan sekenario yang telah dibuat untuk melihat performa sistem yang dihasilkan.

7. Analisa data output

Teknik-teknik statistik digunakan untuk melakukan analisa data yang dihasilkan. Dengan mengukur selang kepercayaan dan performansi yang berbeda-beda untuk setiap desain, maka dapat diketahui mana model simulasi terbaik sesuai tujuan yang hendak dicapai.

8. Implementasi.

2.2.3 System Dynamics

2.2.3.1 Konsep Dasar System Dynamics

System Dynamics (SD) pertama kali diperkenalkan oleh Jay Wright Forrester dari Massachussets Institute of Technology (MIT), Cambridge, Massachussets, USA pada

tahun 1956 (beberapa buku menyebutkan tahun 1960-an). Pada awalnya, SD digunakan untuk memecahkan permasalahan sistem usaha/bisnis. Tetapi seiring dengan perkembangannya, SD banyak digunakan untuk berbagai masalah sosial, ekonomi, manajemen dan sistem fisik. SD dilatar belakangi oleh 3 disiplin ilmu, yaitu manajemen tradisional dan sosial, teori umpan balik atau *cybernetics*, dan simulasi komputer.

Kelebihan ini yang paling menonjol dari pendekatan *System Dynamics*. Hal ini dapat diterangkan sebagai berikut (Sushil, 1993) :

1. SD mampu untuk memenuhi serangkaian syarat sistem dan permasalahan manajerial untuk membentuk *framework* pemodelan.
2. SD mampu menggabungkan antara manajemen tradisional dengan ilmu manajemen untuk memperoleh informasi lebih banyak dan melakukan pendekatan keilmuan dan mengatasi permasalahan secara lebih efektif.
3. SD menggunakan kekuatan fikir manusia dan mengatasi kelemahannya dengan membagi kerja antara manajer dan teknologi. Pembangkitan struktur input dilakukan oleh manajer sedang simulasi dilakukan oleh komputer.
4. SD menggunakan beberapa sumber informasi yang berbeda : mental tertulis dan data numeris agar model lebih berisi dan representatif.
5. Model SD dapat membuat *feedback* untuk para pengambil keputusan tentang mungkin tidaknya terjadi benturan dari serangkaian kebijaksanaan dengan mensimulasikan dan menganalisa perilaku sistem pada asumsi yang berbeda.

Ciri utama SD adalah adanya suatu *causal loop*, suatu siklus antar komponen yang saling mempengaruhi. Dan siklus tersebut bersifat *closed loop* atau siklus tertutup.

Suatu perubahan kondisi pada suatu komponen akan kembali berpengaruh terhadap komponen tersebut setelah berpengaruh terhadap komponen-komponen lain di dalam siklus tersebut.

2.2.3.2. Model *System Dynamics*

Model SD dapat digunakan untuk mempelajari karakteristik sistem, mekanisme internal, dan juga untuk meramalkan. Penentuan tujuan dari pemodelan tersebut akan mempengaruhi proses pembangunan model itu sendiri.

Langkah-langkah untuk menyelesaikan persoalan pemodelan dengan metode *system dynamics* adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi perilaku persoalan (*problem behavior*)

Melakukan identifikasi pola historis atau pola hipotesis yang menggambarkan perilaku persoalan. Pola historis atau pola hipotesis merupakan pola referensi yang diwakili oleh pola perilaku suatu kumpulan variabel yang mencakup beberapa aspek yang berhubungan dengan perilaku persoalan. Pola-pola ini diintegrasikan ke dalam suatu susunan (fabrikasi) sehingga dapat mempresentasikan tendensi-tendensi internal yang ada di dalam sistem. Setelah pola referensi diidentifikasi, diajukan hipotesa dinamis tentang interaksi-interaksi perilaku yang mendasari pola referensi.

2. Membentuk model komputer

Sebelum pembentukan model, batas model harus didefinisikan terlebih dahulu dengan jelas. Batas model ini akan memisahkan proses-proses yang menyebabkan tendensi

internal yang diungkapkan dalam pola referensi dengan proses-proses yang merepresentasikan pengaruh variabel luar sistem yang mempengaruhi sistem yang diselidiki. Setelah batas model didefinisikan, dibentuk suatu struktur lingkaran umpan balik, yang menyatakan hubungan sebab akibat variabel-variabel yang melingkar, bukan menyatakan hubungan karena adanya korelasi statistik.

3. Pengujian model dan analisa kebijakan

Pada langkah ini dilakukan pengujian model untuk memperoleh keyakinan bahwa model yang dibentuk sah dan sekaligus memahami tendensi internal sistem. Analisa kebijakan dilakukan setelah korespondensi antara model mental sistem, model eksplisit, dan pengetahuan empiris sistem diperoleh.

2.2.3.3. Diagram Loop Sebab-Akibat (*Causal / Feedback Loop*)

Diagram ini menunjukkan pola perubahan variabel dan polaritasnya, Polaritas dibagi menjadi dua jenis, yaitu positif dan negatif. Polaritas positif menunjukkan pengaruh terhadap komponen selanjutnya dengan nilai sebanding. Sedangkan polaritas negatif akan mempengaruhi secara berbanding terbalik.

Richardson dan Pugh mendefinisikan feedback loop sebagai : *closed sequence of causes and effects, that is, a closed path of action and information* (Richardson and Pugh, 1981).

2.2.3.4. Diagram Alir (*Flow Diagram*)

Diagram alir digunakan untuk memperinci bentuk hubungan antar variabel sistem yang selanjutnya akan digunakan untuk pembuatan model matematisnya. Dalam diagram alir ini ditunjukkan jenis variabel dan jenis hubungan antar variabel.

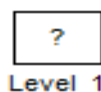
Flow diagram mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Membedakan anatar subsistem fisik dan subsistem informasi
2. Membedakan antara tipe-tipe variabel seperti level, rate, dan auxiliary
3. Mempunyai korespondensi satu-satu dengan persamaan matematis
4. Menunjukkan berbagai delay/penundaan dalam sistem
5. Menunjukkan rata-rata/pemulusan dari variabel
6. Menunjukkan secara jelas fungsi-fungsi khusus yang digunakan dalam rumus persamaan matematis
7. Membedakan simbol yang digunakan dalam penggambaran tiap variabel yang berbeda

Variabel dalam diagram alir dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Level (*stock*)

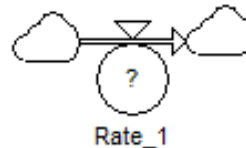
Variabel ini menunjukkan suatu kondisi sistem pada setiap saat dan dapat dinyatakan dengan sebuah besaran kuantitas terakumulasi sebagai akibat aktivitas aliran sepanjang waktu. Level akan dipengaruhi oleh Rate (*flow*).



Gambar 2.1 Simbol *Level*

b. *Rate (flow)*

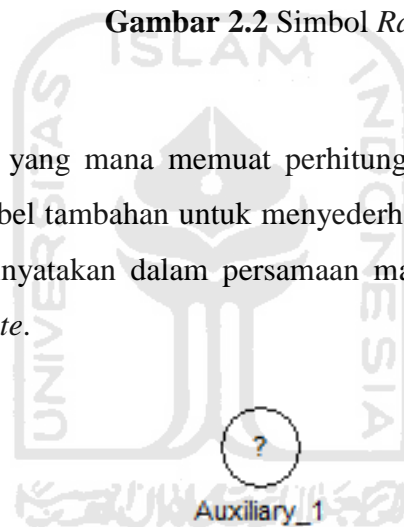
Tipe variabel yang akan mempengaruhi variabel level. Variabel ini menggambarkan suatu aktifitas, pergerakan (*movement*), dan aliran yang berkontribusi terhadap perubahan persatuan waktu dalam suatu level yang dinyatakan dalam suatu besaran laju perubahan.



Gambar 2.2 Simbol *Rate*

c. *Auxiliary*

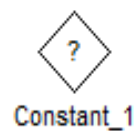
Merupakan tipe variabel yang mana memuat perhitungan dasar pada variabel yang lain. Ini merupakan variabel tambahan untuk menyederhanakan hubungan antara *level* dan *rate*. Variabel ini dinyatakan dalam persamaan matematik yang pada dasarnya merupakan bagian dari *rate*.



Gambar 2.3 Simbol *Auxiliary*

d. *Constant*

Constant adalah tipe variabel yang memuat nilai tetap yang akan digunakan dalam perhitungan *auxiliary* atau variabel *flow*.



Gambar 2.4 Simbol *Constant*

e. *Link*

Link merupakan media yang menghubungkan antara variabel satu dengan variabel yang lain. *Link* yang digunakan ada 2 macam :

a. Aliran Informasi

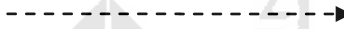
Memberikan informasi untuk variabel *auxillary* mengenai nilai variabel lain.



Gambar 2.5 Simbol *Link*

b. Aliran informasi yang terlambat

Digunakan hanya saat variabel *auxillary* memuat fungsi kelambatan tertentu.



Gambar 2.6 Simbol *Link*

Tabel 2.1 Contoh Penggunaan Level dan Rate

| <i>In Rate</i> (menambah level) | Level | <i>Out Rate</i> (mengurangi level) |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Kelahiran | Populasi Penduduk | Kematian |
| Pemasukan | Kas Organisasi | Pengeluaran |
| Penanaman | Jumlah Pohon di hutan | Penebangan |
| Pengembalian | Jumlah Buku di Perpustakaan | Peminjaman |
| Debit | Tabungan di bank | Kredit |
| Pembuangan | Banyak sampah di TPA | Pengolahan |

Lanjutan Tabel 2.1 Contoh Penggunaan Level dan Rate

| | | |
|----------------------|----------------|--------------------|
| Customer Realization | Costumer Value | Customer Sacrifice |
| Pendapatan Kotor | Profit | Biaya |
| Produksi | Inventory | Pengiriman |

2.2.4. Validasi

2.2.4.1. Tujuan Validasi

Validasi merupakan langkah untuk meyakinkan bahwa model berkelakuan/bersifat seperti sistem nyatanya. Dan suatu pendekatan paling nyata dalam suatu validasi adalah membandingkan model dengan output dari sistem nyatanya.

Dua tujuan umum dalam validasi :

1. Menghasilkan suatu model yang representatif terhadap perilaku sistem nyatanya sedekat mungkin dapat digunakan sebagai substitusi dari sistem nyata dalam melakukan eksperimen tanpa mengganggu jalannya sistem.
2. Meningkatkan kredibilitas model, sehingga model dapat digunakan oleh para manajer dan para pengambil keputusan lainnya.

Tipe validasi model :

1. Validasi asumsi

Model asumsi ini dibagi kedalam dua kelas, yaitu asumsi struktural dan asumsi data.

- a. Asumsi struktural meliputi pertanyaan-pertanyaan bagaimana sistem beroperasi dan asumsi ini juga melibatkan penyederhanaan dan penggambaran kenyataan dari sistem. Sebagaimana penulis memisahkan asumsi ini kedalam validasi proses.
- b. Asumsi data harus didasarkan pada pengumpulan data yang reliabel/data terpercaya dan analisa statistik yang tepat dari suatu data.

2. Validasi Output

Cara yang paling mudah untuk melakukan validasi ini adalah dengan pendekatan visual. Beberapa orang ahli mengamati dan membandingkan antara output model terhadap sistem riil. Metode lain yang digunakan adalah dengan pendekatan statistik.

2.2.4.2. Teknik Validasi

Untuk melakukan validasi model apakah sesuai dengan sistem nyatanya dapat dilakukan dengan :

1. Uji kesamaan dua variansi

Uji kesamaan dua variansi adalah pengujian apakah kedua data mempunyai variansi yang sama. Rumus yang dipakai adalah:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Dengan hipotesis uji :

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah sama

$H_i = \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah tidak sama

Level of significance = α

Daerah krisis : H_0 tidak ditolak jika $F_{(1-\alpha/2, n1-1, n2-1)} < F_{hitung} < F_{(\alpha/2, n1-1, n2-1)}$

2. Uji T Dua Variabel Berpasangan

Uji kesamaan dua variabel berpasangan adalah menguji apakah kedua data tersebut memiliki persamaan. Rumus yang dipakai untuk menguji hipotesis kesamaan dua rata-rata adalah:

$$t = \frac{\sum di}{\sqrt{\frac{N \sum di^2 - (\sum di)^2}{N - 1}}}$$

dimana:

t = Nilai t

d = Selisih nilai post dan pre (nilai post - nilai pre)

N = Banyaknya sampel pengukuran

Hipotesis ujinya :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: kedua data adalah sama

$H_i : \mu_1 \neq \mu_2$: kedua data adalah tidak sama

Daerah kritisnya : H_0 tidak ditolak jika $T_{hitung} < T_{tabel}$

3. Uji Kecocokan Model Simulasi

Uji Kecocokan Model Simulasi adalah menguji apakah antara hasil model simulasi memiliki kecocokan dengan sistem nyata yang diamati. Model yang dipergunakan adalah uji Chi-Kuadrat. Rumus yang digunakan adalah:

O_i = frekuensi observasi

E_i = frekuensi teoritis

Hipotesis ujinya:

H_0 : distribusi frekuensi hasil observasi sesuai dengan distribusi sistem nyata

H_1 : distribusi frekuensi hasil observasi tidak sesuai dengan distribusi sistem nyata

Level of significance = α

Daerah kritis :

H_0 tidak ditolak apabila $\chi^2_{(1-\alpha/2, k-1)} < \chi^2_{tabel} < \chi^2_{(\alpha/2, k-1)}$

H_1 ditolak apabila $\chi^2_{(1-\alpha/2, k-1)} > \chi^2_{tabel} > \chi^2_{(\alpha/2, k-1)}$

Untuk menentukan banyak kelas yang akan digunakan, rumus yang dipakai adalah
: $k = 1 + 3,32 \log N$

Untuk menentukan interval kelas, digunakan rumus :

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}$$

2.2.5. Analisa Output Hasil Simulasi

Model simulasi kejadian diskret memiliki karakteristik yang berbeda dari sebagian besar jenis model yang ada. Hal itu dikarenakan model simulasi kejadian diskret terdiri dari banyak variabel random yang muncul bersamaan dalam suatu *state* yang membentuk karakteristik suatu mekanisme perubahan sistem yang diamati. Variabel random yang ada pada simulasi sistem kejadian diskret tidak hanya pada probabilitas

input yang ada, bahkan hasil *output* simulasinya pun merupakan variabel random, karena memiliki probabilitas dan tidak dapat diestimasi sebagai sesuatu yang pasti

Sebuah pilihan pendekatan, untuk menentukan metode analisis yang tepat dari suatu model simulasi adalah dengan menilai tipe simulasi yang ada. Berkenaan dengan metode analisis, maka simulasi dibedakan menjadi dua jenis yaitu *terminating simulation* dan *non-terminating simulation*. Perbedaan antara kedua jenis tipe tersebut adalah ketergantungannya pada kejelasan untuk menghentikan proses simulasi. Kedua jenis simulasi tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. *Terminating Simulation*

Simulasi *terminating* adalah simulasi yang mempresentasikan sebuah mekanisme kejadian yang memiliki "*initial condition*", dimana simulasi ini dijalankan pada durasi waktu yang tetap (ditentukan). Kondisi inisial dapat dipahami sebagai sebuah kondisi dimana keadaan sistem akan di *setup* seperti keadaan semula setiap akan melakukan simulasi. Sebagai contoh adalah sebuah sistem yang disimulasikan dimulai pada kondisi awal yang telah ditentukan, dan dihentikan setelah durasi waktu tertentu. Satu simulasi yang dapat dijadikan contoh adalah simulasi pada suatu bank dengan kondisi awal yang selalu 0 pelanggan dan memiliki durasi waktu kerja yang sama tiap harinya

2. *Non terminating Simulation*

Pada simulasi jenis *terminating simulation* berbeda dengan sistem produksi sebuah perusahaan manufaktur. Misalnya diketahui sebuah perusahaan manufaktur yang memiliki kegiatan produksi untuk membuat suatu produk yang dibagi-bagi kedalam

beberapa stasiun kerja yang berurutan sampai selesainya produk tersebut. Meskipun perusahaan tersebut menetapkan bahwa setiap hari memiliki waktu kerja 10 jam dan 5 hari kerja dalam seminggu, akan tetapi sistem diatas termasuk dalam sistem *non-terminating simulation*

Pada kondisi *nonterminating* penghentian simulasi tidak didasarkan pada jam kerja sebagai mana pada sistem antrian, akan tetapi karena sistem pada dasarnya berjalan sepanjang waktu hanya dipotong oleh waktu istirahat tanpa ada inisialisasi baru.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Penelitian ini dilakukan di PT. Gunung Madu Plantations, Lampung Tengah. Objek penelitiannya adalah faktor yang mempengaruhi hasil produksi/panen perkebunan tebu.

3.2 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini mengambil kasus pada hasil produksi/panen tebu divisi area pada PT. Gunung Madu Plantations, Lampung Tengah. Selanjutnya akan dianalisa dengan Metode Sistem Dinamis dengan bantuan *Software Powersim Enterprise Studio 2005*.

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara:

1. Wawancara, yaitu pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab langsung tentang masalah yang terkait dengan penelitian, terutama Manajer yang bertanggung jawab terhadap hasil produksi.
2. Studi kepustakaan, yaitu penelitian yang dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang akan digunakan sebagai referensi sebagai landasan teori, sistematika

penulisan, dan kerangka berfikir alamiah yang diambil dari literature serta laporan-laporan sebelumnya yang mendukung terhadap penelitian yang dilakukan.

3.3.2 Data Yang Dibutuhkan

Data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian ini dapat dibedakan menjadi dua:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diambil langsung dari obyek penelitian.

Data tersebut terdiri dari:

- a. Profil dan sejarah perusahaan
- b. Visi dan misi perusahaan
- c. Struktur organisasi perusahaan

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang berasal dari sumber lain seperti hasil penelitian sebelumnya, jurnal dan lain-lain yang digunakan untuk mendapatkan dan menggali teori-teori yang dapat mendukung pemecahan masalah dalam penelitian.

- a. Data luas lahan per kategori tanaman (Hektare) dari tahun 2001 sampai 2010.
- b. Data Ton Tebu Hektare (TTH) per kategori tanaman dari tahun 2001 sampai 2010.

3.4 Pengolahan data

3.4.1 Perancangan Model Konseptual

Model konseptual dibangun oleh komponen atau variable yang mempengaruhi perilaku system. Komponen atau variable tersebut ditunjukkan oleh jenis data yang dibutuhkan. Dalam pembangunan model, masih dimungkinkan adanya penambahan jenis data selain yang disebutkan di atas. Model dalam kasus ini akan dibangun menggunakan bantuan *software Powersim Studio 2005*.

3.4.2 Validasi

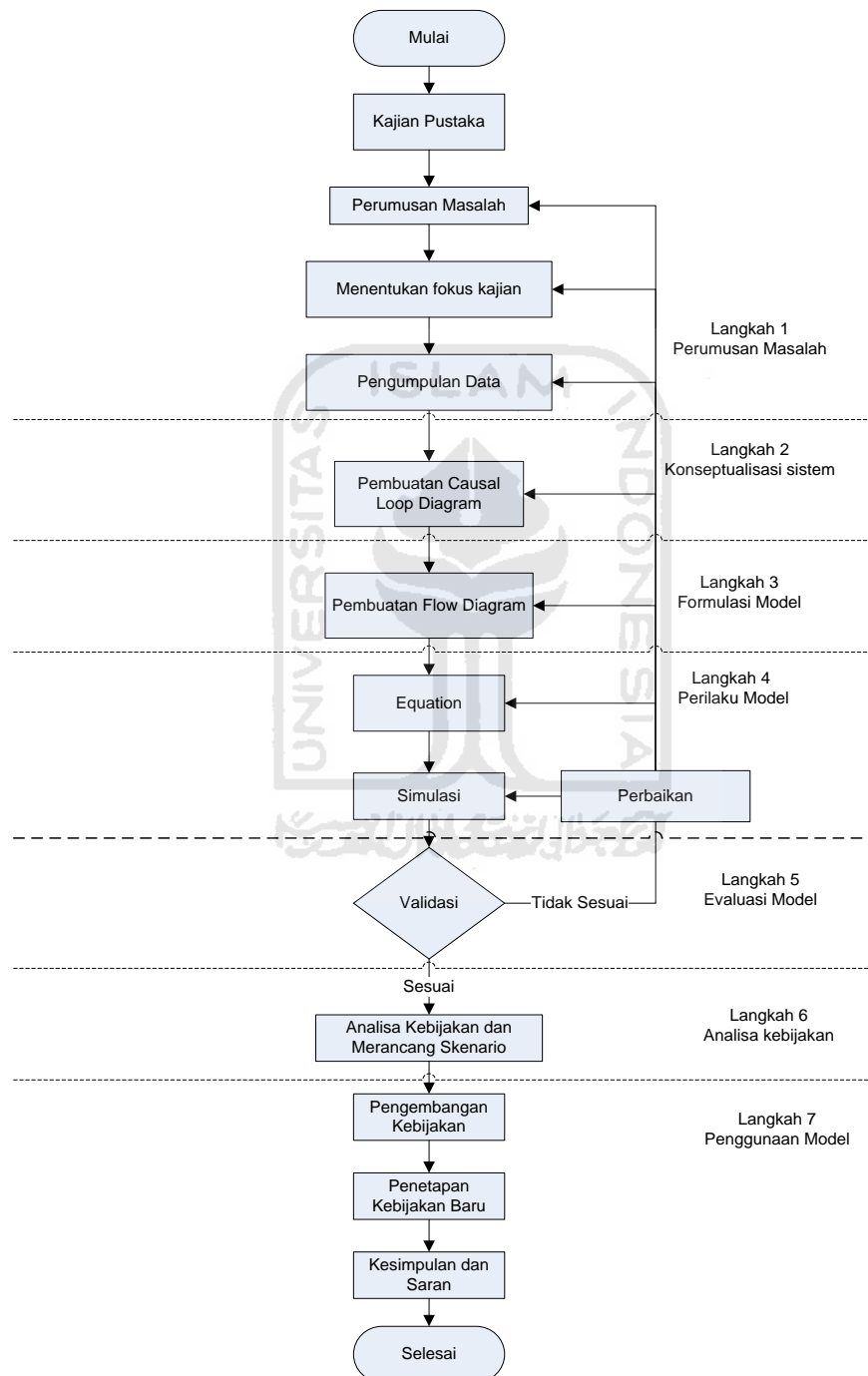
Validasi model diperlukan untuk memastikan bahwa model telah berperilaku seperti system nyata. Apabila model belum diyakini berperilaku sama dengan system nyata, maka langkah selanjutnya tidak akan bisa dilakukan. Dalam hal ini validasi dilakukan dengan membandingkan output model dengan output system nyata.

3.4.3 Rekomendasi Dan Saran

Tahap desain eksperimen telah menghasilkan gambaran strategi yang mendekati keinginan pengambil kebijakan. Selanjutnya diperlukan suatu penerapan strategi tersebut kedalam system nyata sehingga harapan yang telah ditunjukkan simulasi pada model dapat terwujud dalam system nyata.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini dilakukan dengan mengikuti bagan alir sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Ada pun penjelasan dari langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kajian Pustaka

Untuk memperoleh data dan informasi yang akan digunakan sebagai referensi sebagai landasan teori, sistematika penulisan, dan kerangka berfikir alamiah yang diambil dari literature serta laporan-laporan sebelumnya yang mendukung terhadap penelitian yang dilakukan.

2. Indetifikasi Masalah

Permasalahan yang akan diteliti harus jelas karena ini terkait dengan latar belakang dan pokok permasalahan yang dinilai perlu untuk diselesaikan.

3. Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan

Pada tahap ini harus dilakukan perumusan masalah atas permasalahan yang ada dan menetapkan tujuan yang telah disesuaikan dengan rumusan masalah.

4. Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpul kanadalah data tentang komponen atau variable dari permasalahan yang tergantung pada konsep model.

5. Pengolahan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pembangunan model seperti *flow diagram* dan *equation* dan dilihat hasil simulasinya sebagaian analisis kebijakan. Model *system dynamics* pada penelitian ini akan menggunakan bantuan *software Powersim Studio 2005*.

6. Validasi

Model akan dianalisis untuk dibandingkan dengan system nyatanya. Proses validasi menggunakan tiga metode, yaitu:

a. Uji Kesamaan Dua Rata-Rata

Uji kesamaan dua rata-rata adalah uji untuk membandingkan rata-rata suatu populasi dengan nilai tertentu ataupun populasi lain.

b. Uji Kesamaan Dua Variansi

Uji kesamaan dua variansi digunakan untuk menguji apakah variansi suatu populasi sama dengan variansi populasi lain.

c. Uji Verifikasi Struktur

Uji ini dimaksudkan untuk menjawab pertanyaan “apakah model tidak mengandung kontradiksi dengan pengetahuan struktur sistem aktual dan memiliki relevansi struktur yang tinggi dengan sistem aktual yang dimodelkan?”. Model dinyatakan *valid* apabila model tersebut dianggap mampu mewakili sistem nyata dan juga disepakati oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

d. Pembahasan

Model awal dan desain eksperimen yang dibuat memiliki hasil dan karakteristik yang berbeda dan masing-masing memiliki konsekuensi tertentu. Hal-hal itulah yang diamati pada tahap ini.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Sejarah Perusahaan

PT. Gunung Madu Plantations (GMP) didirikan pada tahun 1975 sebagai pemenuh kebutuhan masyarakat akan gula dan mengurangi adanya impor gula dari luar negeri serta untuk meningkatkan produksi gula nasional. PT. GMP memilih Provinsi Lampung untuk pembangunan industri gula Indonesia. PT. GMP merupakan perusahaan patungan antara perusahaan swasta asing dan swasta nasional berstatus PMA, yang mayoritas sahamnya dimiliki oleh Kuok Investment (hongkong) Co.,Ltd.

Sejak awal berdiri, ada beberapa kendala yang dihadapi oleh PT. Gunung Madu Plantations. Kendala-kendala utama yang dihadapi PT. GMP pada awal perkembangannya mencakup minimnya ketersediaan fasilitas umum dan prasarana dasar (sarana jalan, transportasi, telekomunikasi, listrik, pasar, dan lain-lain), tidak tersedianya teknologi di bidang budidaya tebu untuk kondisi yang baru. Teknologi yang ada adalah warisan zaman dulu yang lebih spesifik untuk kondisi pulau Jawa, dan terbatasnya sumber daya manusia yang siap pakai pada seluruh lapisan pekerjaan, khususnya di lapisan manajemen.

Pada akhirnya setelah melalui beberapa perkembangan, PT. GMP kemudian diakui sebagai pioner industri gula di Luar Jawa. Hal ini karena PT. GMP berhasil

membuktikan bahwa industri gula yang efisien dan menguntungkan dapat dikembangkan di Luar Jawa. PT.GMP juga menjadi rujukan bagi berbagai pihak di lingkungan industri gula nasional, khususnya yang berada di Luar Jawa.

PT. Gunung Madu Plantations melakukan giling perdana pada tahun 1978 dengan hasil gula 17.918 tan dan luas areal yang ditanami adalah 8.149 hektar. Dengan menggunakan mesin bekas yang sederhana dengan giling 4000 ton tebu per hari (TCD). PT. GMP secara bertahap terus melakukan pengembangan dan modernisasi pabrik.

4.1.1. Lokasi dan Tata Letak Perusahaan

Kantor direksi PT. GMP berada di Jalan Kebon Sirih 39 Jakarta. Kantor pembantu berada di Jalan Gatot Subroto 108 Bandar Lampung serta Instalasi tetes (*Molasses installation*) di Pelabuhan Panjang Lampung. Sedangkan areal perusahaan PT. GMP lokasinya terletak di KM 90 Kecamatan Terusan Nunyai Gunung Batin Baru Lampung Tengah.

Lokasi perkebunan tebu dan pabrik gula PT. GMP terlatak pada $105^{\circ}12'9''$ sampai $105^{\circ}21'29''$ Bujur Timur dan $4^{\circ}39'39''$ sampai $4^{\circ}48'17''$ Lintang Selatan. Kawasan ini memiliki luas sekitar 35.657 hektar yang terdiri dari 30.326 hektar milik perusahaan dan 1.582 hektar milik koperasi karyawan Gunung Madu, dan 3.749 hektar milik PT. Bumi Sumbar Sakti yang dikelola dengan cara bagi hasil. Untuk mencapai lokasi PT. GMP dapat dilakukan dengan jalan darat dengan jarak kurang dari 90 km dari

Bandar Lampung melalui Bandar Jaya dengan waktu tempuh kurang lebih selama 2 jam perjalanan.

Areal perkebunan PT. GMP berbatasan langsung dengan 13 desa sekitarnya.

Secara umum PT. GMP berbatasan dengan:

1. Sebelah Utara berbatasan dengan PT. Gula Putih Mataram (GPM) dan areal bekas PT. Multi Agro Corps
2. Sebelah Barat berbatasan dengan PT. Great Giant Pineapple dan desa Bandar Agung.
3. Sebelah Timur berbatasan dengan PT. Gula Putih Mataram (GPM) dan areal Kehutanan (PT. INHUTANI)
4. Sebelah Selatan berbatasan dengan Sungai Wai Pangubunan dan Wai Seputih.

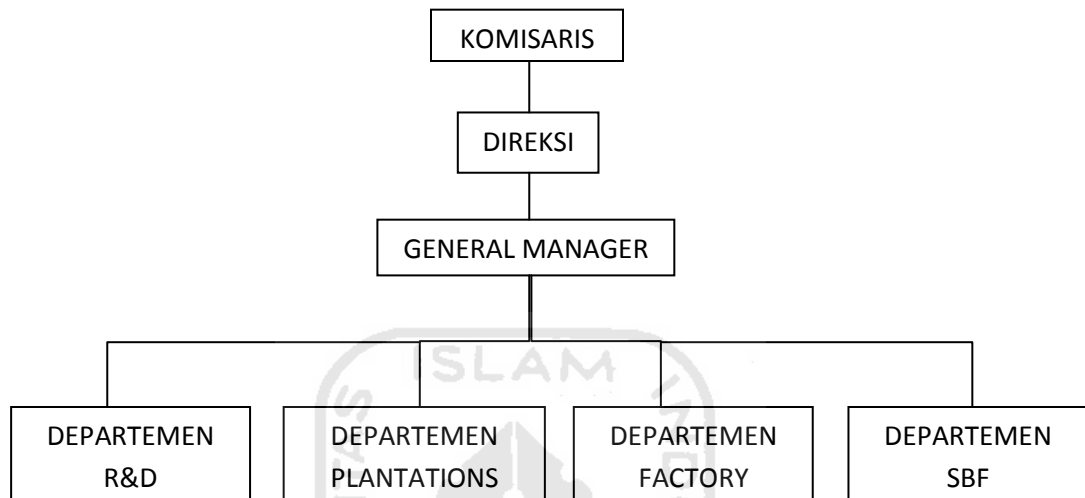
4.1.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi PT. Gunung Madu Plantations (GMP) pada posisi pimpinan tertinggi dipegang oleh Dewan Komisaris yang berperan sebagai pemegang saham dan berkedudukan di Jakarta. Dewan Komisaris terdiri dari 3 orang perwakilan masing-masing perusahaan pendiri (Kuok Investment (HK) Ltd, PT Rejo Sari Bumi, dan PT. Pipit Indah). Dewan Komisaris mengangkat Dewan Direksi yang dipimpin oleh Presiden Direktur yang berperan mengatur dan mengawasi investasi secara keseluruhan, investasi perjanjian, dan menjalin hubungan kerja dengan pihak luar.

Dewan Direksi kemudian mengangkat seorang General Manager yang bertugas mengatur dan memimpin langsung PT. GMP. General Manager dalam menjalankan

tugasnya dibantu oleh Manager Departemen. Pada PT. GMP terdapat 4 Departemen, dengan perincian sebagai berikut:

Struktur organisasi pada PT. Gunung Madu Plantations adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 : Struktur Organisasi PT. Gunung Madu Plantations

4.1.3. Tujuan, Visi, dan Misi Perusahaan

PT. Gunung Madu Plantations bertujuan mencapai sasaran sebagai berikut:

1. Member andil bagi tersedianya gula untuk untuk menunjang usaha tercapainya swasembada gula di Indonesia.
2. Mendayagunakan lahan yang tidak produktif menjadi lahan yang lebih produktif.
3. Menggali potensi dan pengetahuan tentang budidaya tebu lahan kering.

PT. Gunung Madu Plantations memiliki Visi dan Misi kedepan untuk mempertajam peranannya, yaitu sebagai berikut:

Visi

Menjadi produsen gula yang paling efisien dan kompetitif di ASEAN dengan menerapkan sistem pertanian berkelanjutan dan menciptakan peluang usaha berbasis pertanian serta pengembangan produk (diversifikasi)

Misi

1. Mendukung program pemerintah dalam usaha mencapai swasembada gula nasional.
2. Membantu meningkatkan pengembangan daerah sekitar.
3. Meningkatkan kesejahteraan karyawan.
4. Meningkatkan keuntungan.

4.2. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data-data yang membangun sistem yang dirancang dengan menggunakan *software Powersim Studio Enterprise 2005*.

Data-data yang diamati dalam penelitian ini meliputi :

1. Data luas lahan dari tahun 2001 sampai 2010.
2. Data luas lahan per kategori tanaman (Hektare) dari tahun 2001 sampai 2010.
3. Data Ton Tebu Hektare (TTH) per kategori tanaman dari tahun 2001 sampai 2010.

4.2.1. Data Luas Lahan Tanam

Tabel 4.1 Data luas lahan Dari Tahun 2001 Sampai 2010

| Tahun | Luas Lahan (Hektar) |
|---------------|----------------------------|
| 2001 | 23301.15 |
| 2002 | 24044 |
| 2003 | 23415.99 |
| 2004 | 23702.56 |
| 2005 | 24314.4 |
| 2006 | 24943 |
| 2007 | 25365.0975 |
| 2008 | 28870.02 |
| 2009 | 28436.01 |
| 2010 | 29917.99 |
| Rataan | 25631.02175 |

4.2.2. Data Luas Lahan Per Kategori Tanaman

1. Data luas lahan per kategori tanaman (Hektar) PT. Gunung Madu Plantations dari tahun 2001 sampai 2010 :

Tabel 4.2 Data Luas Lahan per Kategori Tanaman Plant Cane

| Tahun | Luas Plant Cane (Hektar) |
|---------------|---------------------------------|
| 2001 | 6243.89 |
| 2002 | 6885.905 |
| 2003 | 5932.27 |
| 2004 | 6556.37 |
| 2005 | 6983.89 |
| 2006 | 7483.225 |
| 2007 | 7525.6225 |
| 2008 | 8139.59 |
| 2009 | 8173.9 |
| 2010 | 11177.6 |
| Rataan | 7510.22625 |

Tabel 4.3 Data Luas Lahan per Kategori Tanaman Ratun 1

| Tahun | Ratun 1 (Hektar) |
|---------------|-------------------------|
| 2001 | 8490.89 |
| 2002 | 7034.455 |
| 2003 | 7084.78 |
| 2004 | 6538.41 |
| 2005 | 7030.89 |
| 2006 | 7813.015 |
| 2007 | 8085.12 |
| 2008 | 8741.75 |
| 2009 | 8486.35 |
| 2010 | 8977.19 |
| Rataan | 7828.285 |

Tabel 4.4 Data Luas Lahan per Kategori Tanaman Ratun 2

| Tahun | Ratun 2 (Hektar) |
|---------------|-------------------------|
| 2001 | 6360.14 |
| 2002 | 6503.435 |
| 2003 | 5823.28 |
| 2004 | 5986.6 |
| 2005 | 5781.49 |
| 2006 | 6041.165 |
| 2007 | 6603.0225 |
| 2008 | 7994.84 |
| 2009 | 7403.7 |
| 2010 | 6207.47 |
| Rataan | 6470.51425 |

Tabel 4.5 Data Luas Lahan per Kategori Tanaman Ratus 3

| Tahun | Ratus 3 (Hektar) |
|---------------|-------------------------|
| 2001 | 2206.23 |
| 2002 | 3620.205 |
| 2003 | 4575.66 |
| 2004 | 4621.18 |
| 2005 | 4518.13 |
| 2006 | 3605.595 |
| 2007 | 3151.3325 |
| 2008 | 3993.84 |
| 2009 | 4372.06 |
| 2010 | 3555.73 |
| Rataan | 3821.99625 |

4.2.3. Data Ton Tebu Hektar (TTH) per Kategori Tanaman

1. Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Kategori Tanaman dari tahun 2001 sampai 2010:

Tabel 4.6 Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Kategori Tanaman Plant Cane

| Tahun | TTH Plant Cane (Ton) |
|---------------|-----------------------------|
| 2001 | 93.12 |
| 2002 | 88.56 |
| 2003 | 71.1 |
| 2004 | 89.55 |
| 2005 | 86.13 |
| 2006 | 91.34 |
| 2007 | 88.15 |
| 2008 | 91.51 |
| 2009 | 92.46 |
| 2010 | 96.23 |
| Rataan | 88.815 |

Tabel 4.7 Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Kategori Tanaman Ratun 1

| Tahun | TTH Ratun 1 (Ton) |
|---------------|--------------------------|
| 2001 | 87.67 |
| 2002 | 83.49 |
| 2003 | 67.76 |
| 2004 | 80.89 |
| 2005 | 76.02 |
| 2006 | 83.23 |
| 2007 | 79.62 |
| 2008 | 83.23 |
| 2009 | 81.26 |
| 2010 | 82.2 |
| Rataan | 80.537 |

Tabel 4.8 Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Kategori Tanaman Ratun 2

| Tahun | TTH Ratun 2 (Ton) |
|---------------|--------------------------|
| 2001 | 80.89 |
| 2002 | 80.96 |
| 2003 | 65.36 |
| 2004 | 77.21 |
| 2005 | 69.14 |
| 2006 | 73.9 |
| 2007 | 72.96 |
| 2008 | 76.92 |
| 2009 | 76.59 |
| 2010 | 75.11 |
| Rataan | 74.904 |

Tabel 4.9 Data Ton Tebu Hektare (TTH) per Kategori Tanaman Ratus 3

| Tahun | TTH Ratus 3 (Ton) |
|---------------|-------------------|
| 2001 | 82.61 |
| 2002 | 80.75 |
| 2003 | 62.97 |
| 2004 | 74.6 |
| 2005 | 69.32 |
| 2006 | 70.07 |
| 2007 | 66.84 |
| 2008 | 71.88 |
| 2009 | 72.46 |
| 2010 | 73.86 |
| Rataan | 72.536 |

Sumber :Laporan Tahunan Musim Tebang Dan Giling ke-33 PT. Gunung Madu Plantations

4.3. Pembangunan Model

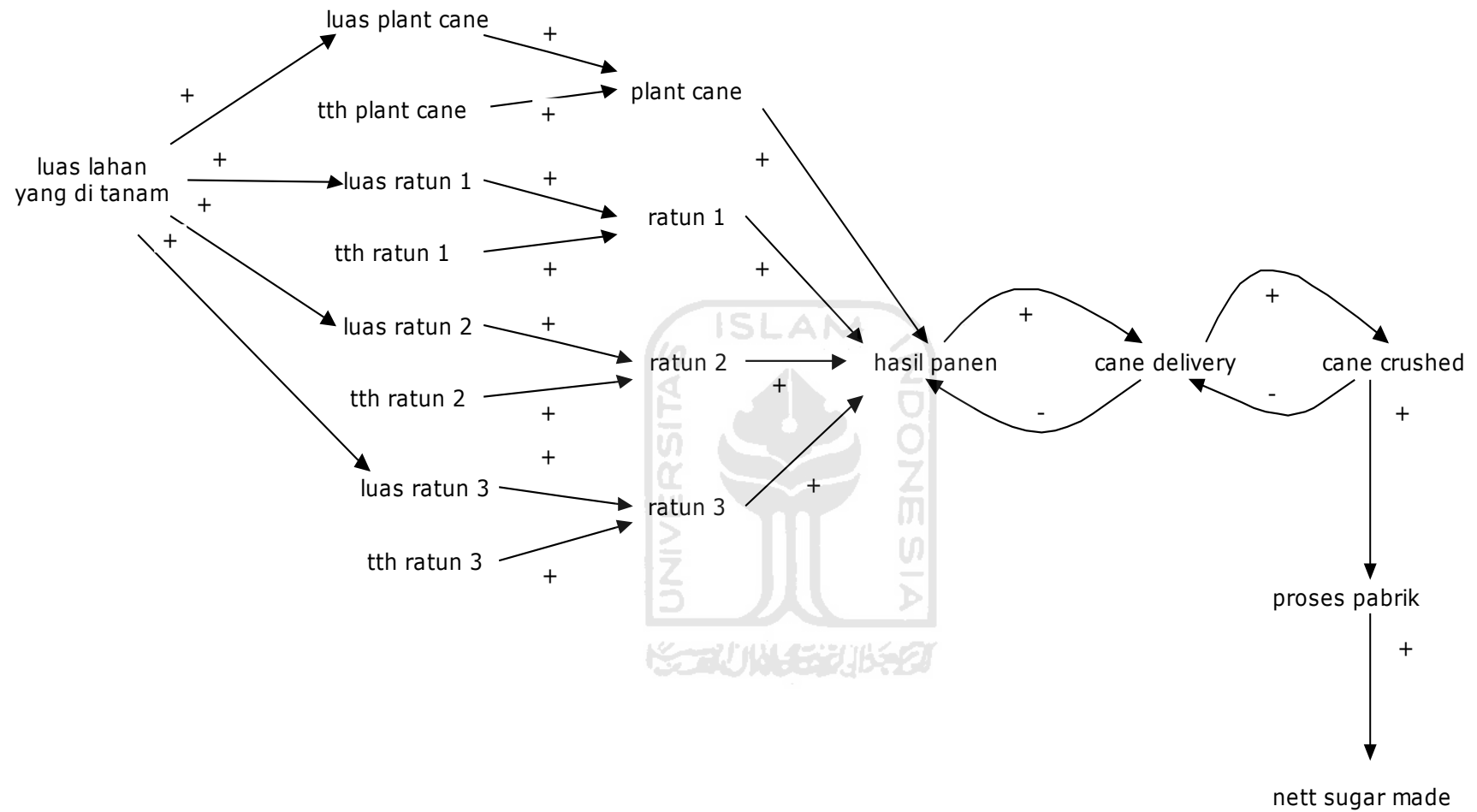
4.3.1 Causal Loop Diagram (CLD)

Causal Loop Diagram menjelaskan hubungan sebab akibat antara variabel satu dengan yang lain. Hubungan antar variabel tersebut membentuk suatu rantai panjang dari rangkaian sebab akibat (*loop*) yang akan memberikan umpan balik terhadap variabel lainnya. Hubungan tidak saja terjadi antara variabel tetapi antara *loop* yang satu dengan yang lain juga saling berpengaruh. CLD merupakan model konseptual sebelum perilaku sistem didefinisikan melalui persamaan matematika/logika dalam tahap formulasi model.

Sistem yang diamati pada PT. Gunung Madu Plantations adalah sistem produksi terutama faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan pada hasil produksi gula pada

perusahaan tersebut. Penggambaran sistem produksi tersebut dapat dilihat dalam sebuah konsptualisasi sistem yang berbentuk diagram sebab akibat seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini :





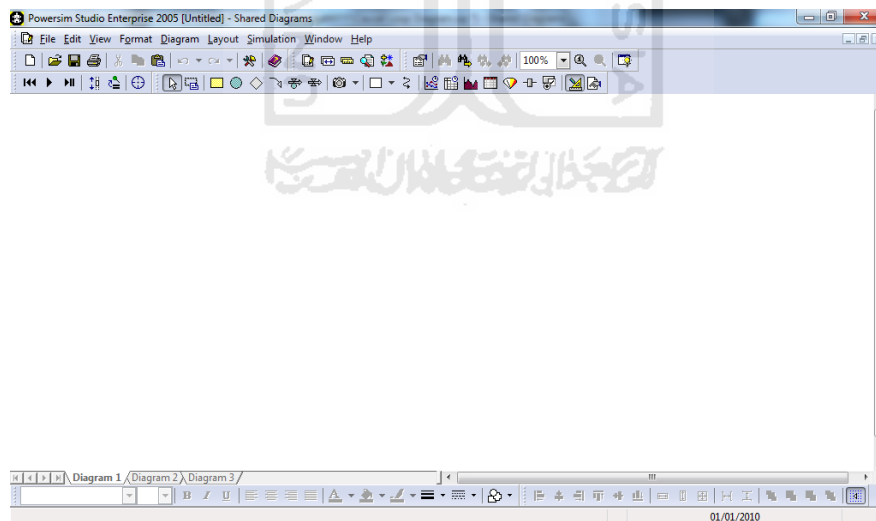
Gambar 4.2. *Casual Loop Diagram*

4.3.2. Permodelan dengan *Powersim*

Konsep yang telah terbentuk mengenai sistem nyata dengan menggunakan diagram *loop* sebab akibat selanjutnya akan dituangkan ke dalam model yang lebih representatif dengan menggunakan *software Powersim Studio Enterprise 2005*.

Lembar kerja pada *Powersim* terdiri atas tiga bagian yaitu :

1. *Toolbar*. merupakan menu yang memuat fungsi-fungsi standar seperti *save*. *edit*. *exit*. dan lain-lain.
2. *Commandbar*. adalah menu-menu yang memuat fungsi-fungsi utama yang akan digunakan pada pemodelan sistem. Dalam fungsi ini terdapat modul yang mewakili variabel-variabel dalam sistem dinamis, yaitu *level*. *rate*. *constraint*. *auxiliary*. dan *link*.
3. *Menubar*. adalah sederet tombol untuk member perintah yang sering digunakan dalam *Powersim*.

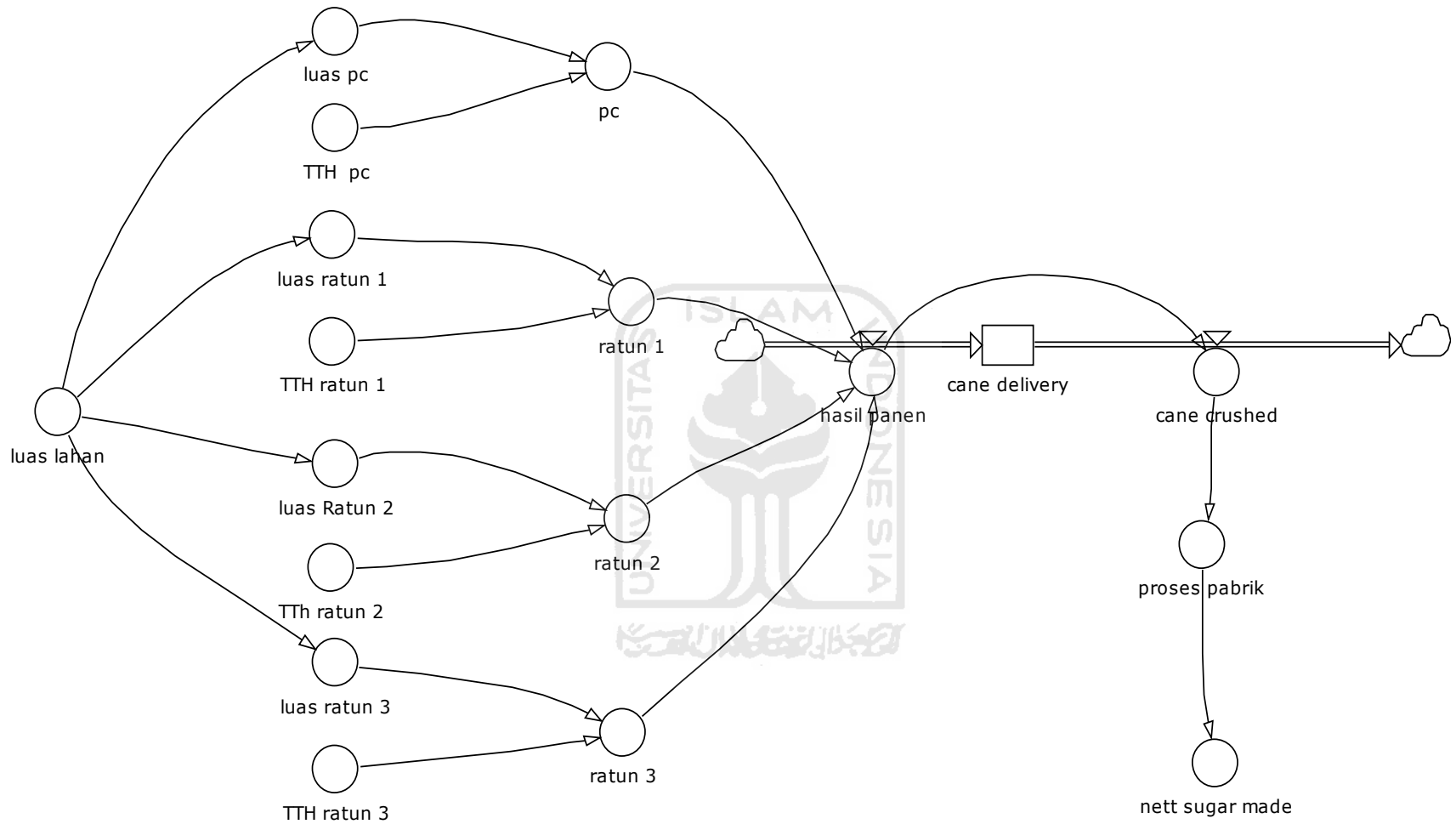


Gambar 4.3. Tampilan *Powersim Studio Enterprise 2005*

Pemodelan dilakukan dengan meletakkan modul yang mewakili variabel sistem dinamis ke dalam lembar kerja. Pada *command bar* terdapat modul yang mewakili *rate*. Arahkan *mouse* ke modul tersebut kemudian klik kiri. lalu arahkan *mouse* ke lembar kerja dan klik kiri untuk meletakkan modul ke lembar kerja.

Selanjutnya modul disusun dan dihubungkan sesuai dengan diagram sebab akibat yang telah dibuat sebelumnya. Pada gambar 4.4 akan tampak tampilan lembar kerja setelah modul tersusun dan terhubung.





Gambar 4.4. *Flow Diagram*

Tabel 4.10 Rumus Matematis Model

| No | Komponen | Rumus | Satuan |
|----|------------------|--|--------|
| 1 | Luas Lahan Tanam | ROUND (NORMAL(2.56e+004. 2.36e+003)) | Hektar |
| 2 | Luas Plant Cane | 'luas lahan'*(29.11%) | Hektar |
| 3 | TCH Plant Cane | ROUND (NORMAL(88.8. 6.5))*1<<ton/yr>> | Ton/Yr |
| 4 | Luas Ratan 1 | 'luas lahan'*(30.58%) | Hektar |
| 5 | TCH Ratan 1 | ROUND (NORMAL(79.8. 5.53))*1<<ton/yr>> | Ton/Yr |
| 6 | Luas Ratan 2 | 'luas lahan'*(25.30%) | Hektar |
| 7 | TCH Ratan 2 | ROUND (NORMAL(74.9. 4.62))*1<<ton/yr>> | Ton/Yr |
| 8 | Luas Ratan 3 | 'luas lahan'*(15.10%) | Hektar |
| 9 | TCH Ratan 3 | ROUND (NORMAL(73.1. 6.06))*1<<ton/yr>> | Ton/Yr |
| 10 | Total Plant Cane | 'luas pc'*'TTH pc' | Ton/Yr |
| 11 | Total Ratan 1 | luas ratun 1'*'TCH ratun 1' | Ton/Yr |
| 12 | Total Ratan 2 | 'luas Ratan 2'*'TCH ratun 2' | Ton/Yr |
| 13 | Total Ratan 3 | 'luas ratun 3'*'TCH ratun 3' | Ton/Yr |
| 14 | Hasil Panen | Kategori | Ton/Yr |
| 15 | Cane Delivery | 0 | Ton/Yr |
| 16 | Cane Crushed | 'hasil panen' | Ton/Yr |
| 17 | Proses Pabrik | 'Cane Crushed'*9.01% | Ton/Yr |
| 18 | Nett Sugar made | Proses Pabrik | Ton/Yr |

Berikut ini adalah keterangan dari rumus matematis di atas :

1. Luas Lahan Tanam (Hektar)

Luas lahan yang ditanami tanaman tebu selama satu musim tanam.

(ROUND (NORMAL(2.56e+004. 2.36e+003)))

2. Luas Plant Cane (Hektar)

Luas lahan perkebunan yang ditanami tanaman tebu kategori Plant Cane (tanaman baru). ('luas lahan'*(29.11%))

3. Ton Cane Hektare Plant Cane (Ton/Yr)

Banyaknya tebu yang dihasilkan per hektare (Ton per Hektare) pada lahan yang ditanami tanaman tebu kategori Plant Cane.

ROUND (NORMAL(88.8. 6.5))*1<<ton/yr>>

4. Luas Ratun 1 (Hektar)

Luas lahan perkebunan yang ditanami tanaman tebu kategori ratun 1 (tanaman turunan dari Plant Cane). ('luas lahan'*(30.58%))

5. TCH ratun 1 (Ton/Yr)

Banyaknya tebu yang dihasilkan per hektare (Ton per Hektare) pada lahan yang ditanami tanaman tebu kategori ratun 1. ROUND (NORMAL(79.8. 5.53))*1<<ton/yr>>

6. Luas Ratun 2 (Hektare)

Luas lahan perkebunan yang ditanami tanaman tebu kategori ratun 2 (tanaman turunan dari ratun 1). ('luas lahan'*(25.30%))

7. TCH Ratun 2 (Ton/Yr)

Banyaknya tebu yang dihasilkan per hektare (Ton per Hektare) pada lahan yang ditanami tanaman tebu kategori ratun 2.

$\text{ROUND}(\text{NORMAL}(74.9, 4.62)) * 1 \ll \text{ton/yr} \gg$

8. Luas Ratun 3 (Hektare)

Luas lahan perkebunan yang ditanami tanaman tebu kategori ratun 3 (tanaman turunan dari ratun 2). ('luas lahan'*(15.10%))

9. TCH ratun 3 (Ton/Yr)

Banyaknya tebu yang dihasilkan (Ton per Hektare) pada lahan yang ditanami tanaman tebu kategori ratun 2. ($\text{ROUND}(\text{NORMAL}(73.1, 6.06)) * 1 \ll \text{ton/yr} \gg$)

10. Total Plant Cane (Ton/Yr)

Total dari tanaman tebu kategori Plant Cane yang dihasilkan ('luas pc'*'TCH pc')

11. Total Ratun 1 (Ton/Yr)

Total dari tanaman tebu kategori Ratun 1 yang dihasilkan

('luas Ratun 1'*'TCH Ratun 1')

12. Total Ratun 2 (Ton/Yr)

Total dari tanaman tebu kategori Ratun 2 yang dihasilkan

('luas Ratun 2'*'TCH Ratun 2')

13. Total Ratun 3 (Ton/Yr)

Total dari tanaman tebu kategori Ratun 3 yang dihasilkan

(‘luas Ratun 1’*’TCH Ratun 3’)

14. Hasil Panen (Ton/Yr)

Hasil tebu yang dihasilkan selama musim panen berlangsung. (‘Total Plant

Cane’+’Total Ratun1’+’Total Ratun2’+’Total Ratun3’)

15. Cane Delivery (Ton/Yr)

Banyaknya tebu yang diangkut dan transit untuk digiling di pabrik.

16. Cane Crushed (Ton/Yr)

Banyaknya tebu yang akan digiling selama musim giling tebu. ((‘hasil panen’*’Hasil

Rendemen)/100)

17. Proses Pabrik (Ton/Yr)

Proses perubahan sari gula dari batang tebu menjadi gula. (‘Cane Crushed’*9.01%)

18. Nett Sugar Made

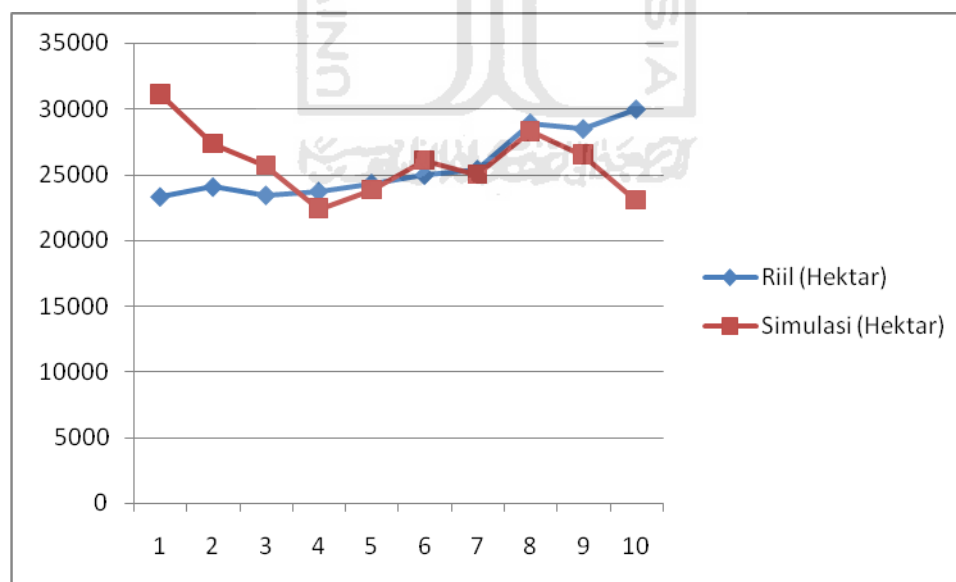
Gula yang dihasilkan setelah proses penggilingan tebu.

(‘Proses Pabrik’)

Berdasarkan simulasi maka dapat diketahui hasilnya untuk hasil panen adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11 Hasil Simulasi Luas Lahan

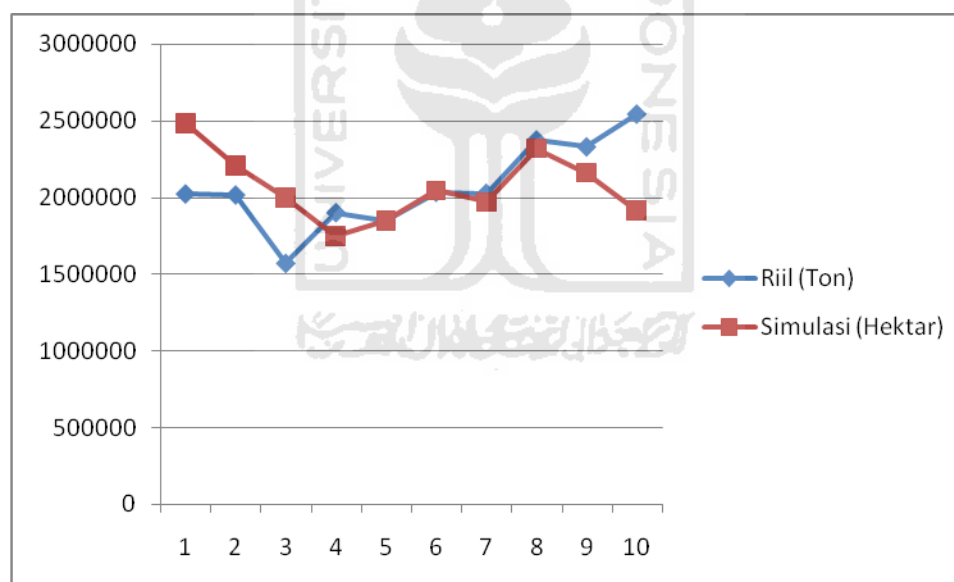
| Tahun | Riil (Hektar) | Simulasi (Hektar) |
|---------------|--------------------|-------------------|
| 2001 | 23301.15 | 31137 |
| 2002 | 24044 | 27356 |
| 2003 | 23415.99 | 25691 |
| 2004 | 23702.56 | 22392 |
| 2005 | 24314.4 | 23853 |
| 2006 | 24943 | 26102 |
| 2007 | 25365.0975 | 25007 |
| 2008 | 28870.02 | 28302 |
| 2009 | 28436.01 | 26499 |
| 2010 | 29917.99 | 23045 |
| Rataan | 25631.02175 | 25938.4 |



Gambar 4.5 Grafik Hasil Simulasi Luas Lahan

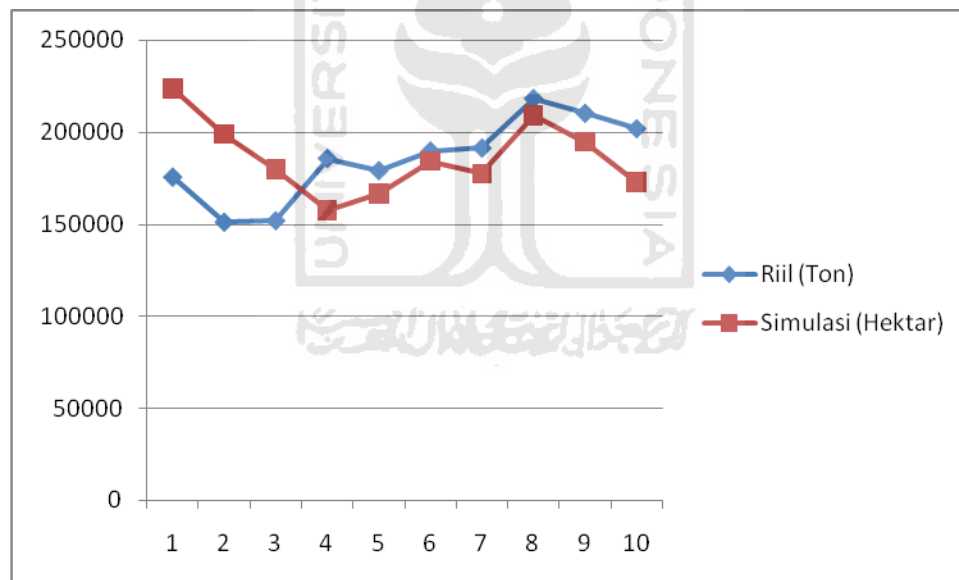
Tabel 4.12 Simulasi Hasil Panen

| Tahun | Riil (Ton) | Simulasi (Ton) |
|---------------|-------------------|-----------------------|
| 2001 | 2022672 | 2483466.47 |
| 2002 | 2015979 | 2208230.59 |
| 2003 | 1570647 | 1997691 |
| 2004 | 1900825 | 1747071 |
| 2005 | 1849068 | 1851158 |
| 2006 | 2033041 | 2045433 |
| 2007 | 2026710 | 1969056 |
| 2008 | 2374619 | 2319819 |
| 2009 | 2329265 | 2160329 |
| 2010 | 2542470 | 1917161 |
| Rataan | 2066529.6 | 2069941.506 |

**Gambar 4.6** Grafik Simulasi Hasil Panen

Tabel 4.13 Hasil Simulasi *Nett Sugar Made*

| Tahun | Riil (Ton) | Simulasi (Hektar) |
|---------------|-----------------|-------------------|
| 2001 | 175501 | 223760 |
| 2002 | 150949 | 198961 |
| 2003 | 151737 | 179992 |
| 2004 | 185644 | 157441 |
| 2005 | 179025 | 166789 |
| 2006 | 189717 | 184293 |
| 2007 | 191272 | 177411 |
| 2008 | 218248 | 209015 |
| 2009 | 210244 | 194645 |
| 2010 | 201848 | 172736 |
| Rataan | 185418.5 | 186504.3 |

**Gambar 4.7** Grafik Hasil Simulasi *Nett Sugar Made*

Tabel 4.14 Prediksi Hasil *Nett Sugar Made* tahun 2011 sampai 2016

| Tahun | Nett Sugar Made |
|-------|-----------------|
| 2011 | 170605.18 |
| 2012 | 127673.96 |
| 2013 | 164278.71 |
| 2014 | 176645.83 |
| 2015 | 163277.66 |
| 2016 | 202280.76 |

4.4 Validasi Model

Validasi model dilakukan dengan cara membandingkan *output* model dengan data riil. Apabila dari perbandingan tersebut ternyata tidak ditemukan perbedaan antara model dengan data riil, maka model dapat diyakini validitasnya.

Untuk membandingkan atau menguji validitas model digunakan tiga metode validasi yaitu uji kesamaan dua rata – rata dan uji kesamaan dua variansi.

Untuk validasi simulasi Luas Lahan yaitu :

1. Uji T Dua Sampel Berpasangan

Hipotesis dari uji rata-rata ini adalah :

H_0 : $\mu_{Prill} = \mu_{Psim}$: Tidak ada perbedaan antara data riil dengan data simulasi

H_a : $\mu_{Prill} \neq \mu_{Psim}$: Ada perbedaan antara data riil dengan data simulasi

H_0 diterima apabila $T_{hitung} < T_{tabel}$

Dengan rumus :

$$t = \frac{\sum di}{\sqrt{\frac{N \sum di^2 - (\sum di)^2}{N - 1}}}$$

dihasilkan nilai t dengan perhitungan berikut :

$$T_{hitung} = \frac{3073,782}{\sqrt{\frac{1322601780 - 9448139}{9}}}$$

$$T_{hitung} = 0.254$$

Dengan $\alpha = 10\%$ dan $Df = N-1 = 9$.nilai $T_{tabel} = 1.383$

Karena $0.254 < 1.383$. maka dapat diambil kesimpulan bahwa tidak ada perbedaan antara data rill dan data simulasi

2. Uji Variansi

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah sama

$H_1 = \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah tidak sama

H_0 diterima apabila $F_{(1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1)} < F_{hitung} < F_{(\alpha/2, n_1-1, n_2-1)}$

Dengan rumus

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

maka diperoleh nilai F dengan perhitungan sebagai berikut :

$$F = \frac{6176335}{6798777}$$

$$= 0,908$$

Dengan $\alpha = 0.10$ dan $v_1 = n_1 - 1$. serta $v_2 = n_2 - 1$. maka diperoleh nilai $F_{1-\alpha/2(9,9)} = 0,314$ dan $F_{\alpha/2(9,9)} = 3,179$

Karena $0.314 < 0.908 < 3.179$. maka H_0 diterima. yang berarti kedua populasi memiliki variansi yang sama.

3. Uji Chi Square

H_0 = Pola distribusi data kedua populasi adalah sama

H_i = Pola distribusi data kedua populasi adalah tidak sama

H_0 diterima apabila $\chi^2_{(1-\alpha/2, k-1)} < \chi^2_{tabel} < \chi^2_{(\alpha/2, k-1)}$

Untuk menentukan banyak kelas yang akan digunakan. rumus yang dipakai adalah :

$$k = 1 + 3,32 \log N$$

dengan N adalah banyak data. Dengan rumus tersebut. jumlah kelas yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} k &= 1 + 3,32 \log 10 \\ &= 4.22 \approx 5 \end{aligned}$$

Untuk menentukan interval kelas. digunakan rumus :

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}$$

sehingga diperoleh nilai i dengan perhitungan sebagai berikut :

$$i = \frac{31137 - 22392}{5}$$

$$i = 1749$$

Distribusi probabilitas untuk data riil dan simulasi ditunjukkan dengan dua tabel berikut :

Tabel 4.15. Distribusi Probabilistik Data Riil Luas Lahan

| Class Limit | | Frekuensi Kumulatif | Frekuensi Relatif | Probabilitas |
|-------------|-------|---------------------|-------------------|--------------|
| 22392 | 24140 | 4 | 4 | 0.4 |
| 24141 | 25889 | 7 | 3 | 0.3 |
| 25890 | 27638 | 7 | 0 | 0 |
| 27639 | 29387 | 9 | 2 | 0.2 |
| 29388 | 31136 | 10 | 1 | 0.1 |
| | | | 10 | 1 |

Tabel 4.16. Distribusi Probabilistik Data Simulasi Luas Lahan

| Class Limit | | Frekuensi Kumulatif | Frekuensi Relatif | Probabilitas |
|-------------|-------|---------------------|-------------------|--------------|
| 22392 | 24140 | 3 | 3 | 0.3 |
| 24141 | 25889 | 5 | 2 | 0.2 |
| 25890 | 27638 | 8 | 3 | 0.3 |
| 27639 | 29387 | 9 | 1 | 0.1 |
| 29388 | 31136 | 10 | 1 | 0.1 |
| | | | 10 | 1 |

Perhitungan untuk menemukan nilai χ^2_{hitung} ditunjukkan dengan tabel berikut ini :

Tabel 4.17. Penentuan Nilai χ^2_{hitung} Luas Lahan

| Class Limit | | ei | oi |
|-------------|-------|----|----|
| 22392 | 24140 | 4 | 3 |
| 24141 | 25889 | 3 | 2 |
| 25890 | 27638 | 0 | 3 |
| 27639 | 29387 | 2 | 1 |
| 29388 | 31136 | 1 | 1 |
| | | 10 | 10 |

Tabel 4.18. Penggabungan Kelas Luas Lahan

| Class Limit | | ei | oi |
|-------------|-------|----|----|
| 22392 | 27638 | 7 | 5 |
| 27639 | 31136 | 3 | 5 |
| | | 10 | 10 |

Dari tabel tersebut terlihat bahwa $\chi^2_{hitung} = (5-7)^2/7 + (5-3)^2/3 = 1.905$

Dengan $k = 1$ maka diperoleh $\chi^2_{(0.975,1)} = 0.00098$, $\chi^2_{(0.025,1)} = 5.02$

Karena $\chi^2_{tabel(0.975)} < \chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel(0.025)}$, maka H_0 diterima. yang berarti bahwa pola distribusi data kedua populasi adalah sama.

Untuk validasi simulasi jumlah Hasil Panen yaitu :

1. Uji T Dua Sampel Berpasangan

Hipotesis dari uji rata-rata ini adalah :

H_0 : Prill = Psim : Tidak ada perbedaan antara data rill dengan data simulasi

H_a : Prill \neq Psim : Ada perbedaan antara data rill dengan data simulasi

H_0 diterima apabila $T_{hitung} < T_{tabel}$

Dengan rumus :

$$t = \frac{\sum di}{\sqrt{\frac{N \sum di^2 - (\sum di)^2}{N - 1}}}$$

dihasilkan nilai t dengan perhitungan berikut :

$$T_{hitung} = \frac{34119,06}{\sqrt{\frac{8813347589491 - 1164110255}{9}}}$$

$$T_{hitung} = 0.0344$$

Dengan $\alpha = 10\%$ dan $Df = N-1 = 9$.nilai $T_{tabel} = 1.383$

Karena $0.0344 < 1.383$. maka dapat diambil kesimpulan bahwa tidak ada perbedaan antara data rill dan data simulasi

2. Uji Variansi

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah sama

$H_1 = \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah tidak sama

H_0 diterima apabila $F_{(1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1)} < F_{hitung} < F_{(\alpha/2, n_1-1, n_2-1)}$

Dengan rumus

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

maka diperoleh nilai F dengan perhitungan sebagai berikut :

$$F = \frac{79811254132.04}{45832362358}$$

$$= 1,741$$

Dengan $\alpha = 0.10$ dan $v_1 = n_1 - 1$. serta $v_2 = n_2 - 1$. maka diperoleh nilai $F_{1-\alpha/2(9,9)} = 0,314$ dan $F_{\alpha/2(9,9)} = 3,179$

Karena $0.314 < 1.741 < 3.179$. maka H_0 diterima. yang berarti kedua populasi memiliki variansi yang sama.

3. Uji Chi Square

H_0 = Pola distribusi data kedua populasi adalah sama

H_i = Pola distribusi data kedua populasi adalah tidak sama

H_0 diterima apabila $\chi^2_{(1-\alpha/2, k-1)} < \chi^2_{tabel} < \chi^2_{(\alpha/2, k-1)}$

Untuk menentukan banyak kelas yang akan digunakan. rumus yang dipakai adalah :

$$k = 1 + 3,32 \log N$$

dengan N adalah banyak data. Dengan rumus tersebut. jumlah kelas yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} k &= 1 + 3,32 \log 10 \\ &= 4.22 \approx 5 \end{aligned}$$

Untuk menentukan interval kelas. digunakan rumus :

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}$$

sehingga diperoleh nilai i dengan perhitungan sebagai berikut :

$$i = \frac{2542470 - 22392}{5}$$

$$i = 194365$$

Distribusi probabilitas untuk data riil dan simulasi ditunjukkan dengan dua tabel berikut :

Tabel 4.19. Distribusi Probabilistik Data Riil Hasil Panen

| Class Limit | | Frekuensi Kumulatif | Frekuensi Relatif | Probabilitas |
|-------------|---------|---------------------|-------------------|--------------|
| 1570647 | 1765011 | 1 | 1 | 0.1 |
| 1765012 | 1959376 | 3 | 2 | 0.2 |
| 1959377 | 2153741 | 7 | 4 | 0.4 |
| 2153742 | 2348106 | 8 | 1 | 0.1 |
| 2348107 | 2542471 | 10 | 2 | 0.2 |
| | | | 10 | 1 |

Tabel 4.20. Distribusi Probabilistik Data Simulasi Hasil Panen

| Class Limit | | Frekuensi Kumulatif | Frekuensi Relatif | Probabilitas |
|-------------|---------|---------------------|-------------------|--------------|
| 1570647 | 1765011 | 1 | 1 | 0.1 |
| 1765012 | 1959376 | 3 | 2 | 0.2 |
| 1959377 | 2153741 | 6 | 3 | 0.3 |
| 2153742 | 2348106 | 9 | 3 | 0.3 |
| 2348107 | 2542471 | 10 | 1 | 0.1 |
| | | | 10 | 1 |

Perhitungan untuk menemukan nilai χ^2_{hitung} ditunjukkan dengan tabel berikut ini :

Tabel 4.21. Penentuan Nilai χ^2_{hitung} Hasil Panen

| Class Limit | | ei | oi |
|-------------|---------|----|----|
| 1570647 | 1765011 | 1 | 1 |
| 1765012 | 1959376 | 2 | 2 |
| 1959377 | 2153741 | 4 | 3 |
| 2153742 | 2348106 | 1 | 3 |
| 2348107 | 2542471 | 2 | 1 |
| | | 10 | 10 |

Tabel 4.22. Penggabungan Kelas Hasil Panen

| Class Limit | | ei | oi |
|-------------|---------|----|----|
| 1570647 | 2153741 | 7 | 6 |
| 2153742 | 2542471 | 3 | 4 |
| | | 10 | 10 |

Dari tabel tersebut terlihat bahwa $\chi^2_{hitung} = (6-7)^2/7 + (4-3)^2/3 = 0.476$

Dengan $k = 1$ maka diperoleh $\chi^2_{(0.975,1)} = 0.00098$, $\chi^2_{(0.025,1)} = 5.02$

Karena $\chi^2_{tabel(0.975)} < \chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel(0.025)}$, maka H_0 diterima. yang berarti bahwa pola distribusi data kedua populasi adalah sama.

Untuk validasi simulasi jumlah Nett Sugar Made :

1. Uji T Dua Sampel Berpasangan

Hipotesis dari uji variabel ini adalah :

H_0 : Prill = Psim : Tidak ada perbedaan antara data rill dengan data simulasi

H_a : Prill \neq Psim : Ada perbedaan antara data rill dengan data simulasi

H_0 diterima apabila $T_{hitung} < T_{tabel}$

Dengan rumus :

$$t = \frac{\sum di}{\sqrt{\frac{N \sum di^2 - (\sum di)^2}{N - 1}}}$$

dihasilkan nilai t dengan perhitungan berikut :

$$T_{hitung} = \frac{10858}{\sqrt{\frac{77751898860 - 117896164}{9}}}$$

$$T_{hitung} = 0.116$$

Dengan $\alpha = 10\%$ dan $Df = N-1 = 9$.nilai $T_{tabel} = 1.383$

Karena $0.0344 < 1.383$. maka dapat diambil kesimpulan bahwa tidak ada perbedaan antara data rill dan data simulasi

2. Uji Variansi

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah sama

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$: Variansi kedua populasi adalah tidak sama

H_0 diterima apabila $F_{(1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1)} < F_{hitung} < F_{(\alpha/2, n_1-1, n_2-1)}$

Dengan rumus

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

maka diperoleh nilai F dengan perhitungan sebagai berikut :

$$F = \frac{497624991, 83}{407675746, 46}$$

$$= 1,221$$

Dengan $\alpha = 0.10$ dan $v_1 = n_1 - 1$. serta $v_2 = n_2 - 1$. maka diperoleh nilai $F_{1-\alpha/2(9,9)} = 0,314$ dan $F_{\alpha/2(9,9)} = 3,179$

Karena $0.314 < 1.221 < 3.179$. maka H_0 diterima. yang berarti kedua populasi memiliki variansi yang sama.

3. Uji Chi Square

H_0 = Pola distribusi data kedua populasi adalah sama

H_i = Pola distribusi data kedua populasi adalah tidak sama

H_0 diterima apabila $\chi^2_{(1-\alpha/2, k-1)} < \chi^2_{tabel} < \chi^2_{(\alpha/2, k-1)}$

Untuk menentukan banyak kelas yang akan digunakan. rumus yang dipakai adalah :

$$k = 1 + 3,32 \log N$$

dengan N adalah banyak data. Dengan rumus tersebut. jumlah kelas yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} k &= 1 + 3,32 \log 10 \\ &= 4.22 \approx 5 \end{aligned}$$

Untuk menentukan interval kelas. digunakan rumus :

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}$$

sehingga diperoleh nilai i dengan perhitungan sebagai berikut :

$$i = \frac{2542470 - 22392}{5}$$

$$i = 194365$$

Distribusi probabilitas untuk data riil dan simulasi ditunjukkan dengan dua tabel berikut :

Tabel 4.23. Distribusi Probabilistik Data Riil *Nett Sugar Made*

| Class Limit | | Frekuensi Kumulatif | Frekuensi Relatif | Probabilitas |
|-------------|--------|---------------------|-------------------|--------------|
| 150949 | 165510 | 2 | 2 | 0.2 |
| 165511 | 180072 | 4 | 2 | 0.2 |
| 180073 | 194634 | 7 | 3 | 0.3 |
| 194635 | 209196 | 8 | 1 | 0.1 |
| 209197 | 223758 | 10 | 2 | 0.2 |
| | | | 10 | 1 |

Tabel 4.24. Distribusi Probabilistik Data Simulasi *Nett Sugar Made*

| Class Limit | | Frekuensi Kumulatif | Frekuensi Relatif | Probabilitas |
|-------------|--------|---------------------|-------------------|--------------|
| 150949 | 165510 | 1 | 1 | 0.1 |
| 165511 | 180072 | 5 | 4 | 0.4 |
| 180073 | 194634 | 6 | 1 | 0.1 |
| 194635 | 209196 | 9 | 3 | 0.3 |
| 209197 | 223758 | 10 | 1 | 0.1 |
| | | | 10 | 1 |

Perhitungan untuk menemukan nilai χ^2_{hitung} ditunjukkan dengan tabel berikut ini :

Tabel 4.25. Penentuan Nilai χ^2_{hitung} *Nett Sugar Made*

| Class Limit | | ei | oi |
|-------------|--------|----|----|
| 150949 | 165510 | 2 | 1 |
| 165511 | 180072 | 2 | 4 |
| 180073 | 194634 | 3 | 1 |
| 194635 | 209196 | 1 | 3 |
| 209197 | 223758 | 2 | 1 |
| | | 10 | 10 |

Tabel 4.26. Penggabungan Kelas *Nett Sugar Made*

| Class Limit | | ei | oi |
|-------------|--------|----|----|
| 150949 | 194634 | 7 | 5 |
| 194635 | 223758 | 3 | 5 |
| | | 10 | 10 |

Dari tabel tersebut terlihat bahwa $\chi^2_{hitung} = (7-5)^2/5 + (3-5)^2/5 = 0.905$

Dengan $k = 1$ maka diperoleh $\chi^2_{(0.975,1)} = 0.00098$, $\chi^2_{(0.025,1)} = 5.02$

Karena $\chi^2_{tabel(0.975)} < \chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel(0.025)}$, maka H_0 diterima. yang berarti bahwa pola distribusi data kedua populasi adalah sama.

Tabel 4.27 Tabel Hasil Validasi Keseluruhan Data

| No | Metode Validasi | Data | | |
|----|-----------------|------------|--------------------|------------------------|
| | | Luas Lahan | Jumlah Hasil Panen | Jumlah Nett Sugar Made |
| 1 | Uji T | Valid | Valid | Valid |
| 2 | Uji Variansi | Valid | Valid | Valid |
| 3 | Uji Chi Square | Valid | Valid | Valid |

4.5 Desain Eksperimen

Desain eksperimen adalah suatu tahap dalam simulasi untuk memperoleh model alternatif yang dimungkinkan memiliki kondisi yang lebih baik dibandingkan model awal berdasarkan parameter tertentu. Dalam kasus ini, perubahan yang mungkin dapat dilakukan terhadap model awal adalah :

4.5.1 Desain Kebijakan Mengubah Jumlah TTH Berdasarkan Varietas dan Aplikasi Waktu Penyemprotan Zat Pemasak (ZPK)

Pada sistem awal dibuat kebijakan untuk menggunakan rata-rata Ton Tebu Hektar (TTH) kategori tanaman pada setiap periode musim tebang dan giling setiap tahunnya. Desain eksperimen ini akan dibuat berdasarkan kebijakan mengubah TTH dengan varietas unggul tahun terakhir dan Aplikasi Waktu Penyemprotan Zat Pemasak (ZPK).

Tabel 4.28 Tabel Ton Tebu per Hektar (TTH) Kategori Tanaman

| Tahun | TTH Plant Cane | TTH Ratusan 1 | TTH Ratusan 2 | TTH Ratusan 3 |
|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 2001 | 93.12 | 87.67 | 80.89 | 82.61 |
| 2002 | 88.56 | 83.49 | 80.96 | 80.75 |
| 2003 | 71.1 | 67.76 | 65.36 | 62.97 |
| 2004 | 89.55 | 80.89 | 77.21 | 74.6 |
| 2005 | 86.13 | 76.02 | 69.14 | 69.32 |
| 2006 | 91.34 | 83.23 | 73.9 | 70.07 |
| 2007 | 88.15 | 79.62 | 72.96 | 66.84 |
| 2008 | 91.51 | 83.23 | 76.92 | 71.88 |
| 2009 | 92.46 | 81.26 | 76.59 | 72.46 |
| 2010 | 96.23 | 82.2 | 75.11 | 73.86 |
| Rata-Rata | 88.815 | 80.537 | 74.904 | 72.536 |

Tabel 4.29 Pengaruh Waktu ZPK Terhadap Peningkatan Nira Varietas Tertentu

| Varietas | Persen | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 5 Minggu | 6 Minggu | 7 Minggu |
| RGM 00-1010 | 15.95 | 16.29 | 14.59 |
| RGM 00-612 | 16.82 | 17.41 | 16.96 |
| RGM 99-515 | 16.12 | 16.56 | 17.96 |
| RGM 00-867 | 18.4 | 18.79 | 18.1 |

Perhitungan penurunan persentase jumlah TTH kategori tanaman :

1. Kategori Plant Cane dengan Ratun 1 :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Rata TTH Plant Cane} - \text{Rata TTH Ratun 1}}{\text{Rata TTH Plant Cane}} \times 100 \% \\
 &= \frac{88,815 - 80,537}{88,815} \times 100 \% \\
 &= 9.32 \%
 \end{aligned}$$

2. Kategori Plant Cane dengan Ratun 2 :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Rata TTH Plant Cane} - \text{Rata TTH Ratun 2}}{\text{Rata TTH Plant Cane}} \times 100 \% \\
 &= \frac{88,815 - 74,904}{88,815} \times 100 \% \\
 &= 15.66 \%
 \end{aligned}$$

3. Kategori Plant Cane dengan Ratun 3

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Rata TTH Plant Cane} - \text{Rata TTH Ratun 3}}{\text{Rata TTH Plant Cane}} \times 100 \% \\
 &= \frac{88,815 - 72,536}{88,815} \times 100\% \\
 &= 18.32
 \end{aligned}$$

Tabel 4.30 Data Lima Varietas Terbaik dari Tahun 2001-2010

| Tahun | Peringkat Varietas | | | | | | | | | |
|-------|--------------------|--------|--------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|------------------|-------|
| | Peringkat 1 | TTH | Peringkat 2 | TTH | Peringkat 3 | TTH | Peringkat 4 | TTH | Peringkat 5 | TTH |
| 2001 | GM-23 | 101.77 | GM-21 | 92.51 | RGM-95/96/97 | 88.68 | PSGM 90-473 | 88.4 | IRVINE-305/06/07 | 87.96 |
| 2002 | IRVINE-305/06/07 | 95.87 | GM-24 | 95.3 | GM-20/22/24 | 87.98 | RGM 134/37/22 | 87.01 | GM-23 | 83.24 |
| 2003 | GM-06/11 | 73.38 | GM-25 | 70.92 | GM-21 | 70.92 | GM-20/22/24 | 66.05 | PSGM 88-5052 | 64.82 |
| 2004 | GM-06/11 | 87.48 | GM-21 | 85.78 | GM-19 | 83.24 | GM-18 | 83.11 | PSGM 88-5052 | 75.12 |
| 2005 | PSGM | 84.77 | GM-21 | 80.96 | GM-06/11 | 76.74 | GM-25 | 75.69 | LAIN2 | 74 |
| 2006 | RGM-97/10120 | 95.67 | GM-06/11 | 90.91 | GM-23 | 88.6 | GM-21 | 85.63 | RGM-97/10167 | 80.88 |
| 2007 | GM-21 | 116.50 | PSGM | 87.45 | BEST 2025 | 77.25 | GM-25 | 76 | RGM-97/10167 | 75.12 |
| 2008 | RGM 99-599 | 95.02 | GM-06/11 | 88.18 | LAIN2 | 83.83 | GM-23 | 83.63 | GM-21 | 83.23 |
| 2009 | RGM 99-00527 | 147.92 | RGM 00-00612 | 97.31 | RGM 00-00838 | 96.76 | RGM 00-01010 | 94.25 | RGM 99-00515 | 92.97 |
| 2010 | RGM 00-01010 | 98.56 | RGM 00-00612 | 96.95 | RGM 99-00515 | 96.17 | RGM 00-00867 | 93.18 | RGM 00-00838 | 92.61 |

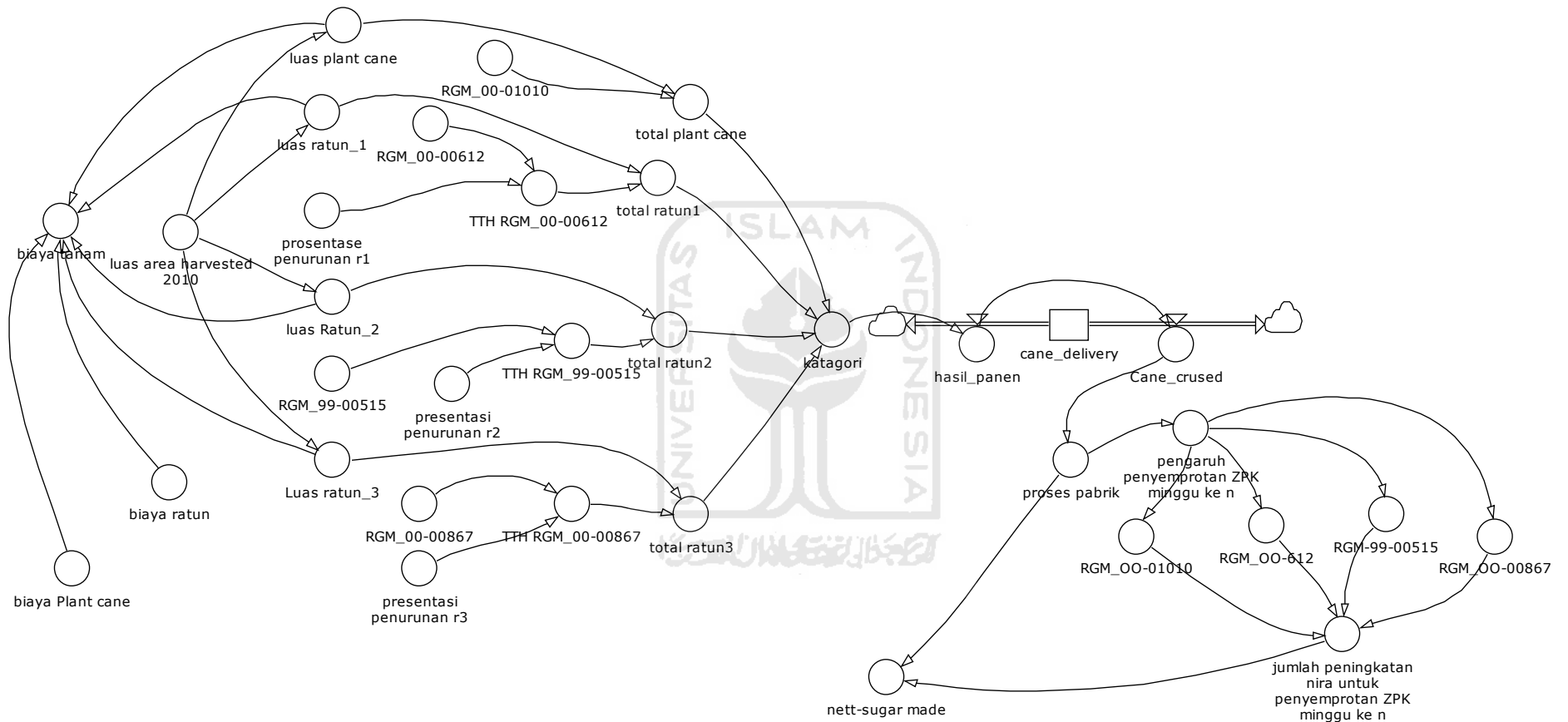
Tabel 4.31 Rumus Matematis Desain Eksperimen

| No | Komponen | Rumus Eksperimen 1 | Rumus Eksperimen 2 | Rumus Eksperimen 3 | Satuan |
|----|--------------------------|---|--------------------|--------------------|--------|
| 1 | Luas Area Harvested 2010 | 29918 | | | Hektar |
| 2 | Luas Plant Cane | luas area harvested 2010*(29.11/100) | | | Hektar |
| 3 | RGM 00-01010 | 98.56 | | | Ton |
| 4 | Luas Raton 1 | 'luas area harvested 2010*(30.58/100) | | | Hektar |
| 5 | RGM 00-00612 | 96.95 | | | Ton |
| 6 | Persentase Penurunan R1 | 9.20% | | | % |
| 7 | TTH RGM 00-00867 | 'RGM_99-00515'-(RGM_99-00515*'prosentase penurunan r1') | | | Ton |
| 8 | Luas Raton 2 | luas area harvested 2010*(25.3/100) | | | Hektar |
| 9 | RGM 99-00515 | 96.17 | | | Ton |
| 10 | Persentase Penurunan R2 | 15.47% | | | % |

Lanjutan Tabel 4.31 Rumus Matematis Desain Eksperimen

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|--|--|--|--------|
| 11 | TTH RGM 00-00612 | RGM_00-00612'-('RGM_00-00612'*presentasi penurunan r2') | | | Ton |
| 12 | Luas Raton 3 | 'luas area harvested 2010'*(15.10/100) | | | Hektar |
| 13 | RGM 00-00867 | 93.18 | | | Ton |
| 14 | Persentase Penurunan R3 | 18.15% | | | % |
| 15 | TTH RGM 00-01010 | 'RGM_00-01010'-('RGM_00-01010'*presentasi penurunan r3') | | | Ton |
| 16 | Total Plant Cane | luas plant cane*'RGM_00-00867' | | | Ton |
| 17 | Total Raton 1 | 'luas ratun_1'*TTH RGM_99-0515' | | | Ton |
| 18 | Total Raton 2 | 'luas Raton_2'*TTH RGM_00-00162' | | | Ton |
| 19 | Total Raton 3 | 'Luas ratun_3'*TTH RGM_00-01010' | | | Ton |
| 20 | Hasil Panen | 'total plant cane'+total ratun1'+total ratun2'+total ratun3' | | | Ton |
| 21 | Cane Delivery | 0 | | | Ton |
| 22 | Cane Crushed | hasil_panen | | | Ton |
| 23 | Pengaruh Penyemprotan ZPK Minggu ke n | Proses Pabrik | | | Ton |
| 24 | RGM 00-01010 | (29.11%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*15.95% | (29.11%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*16.29% | (29.11%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*14.59% | Ton |
| 25 | RGM 00-00612 | (30.58%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*16.82% | (30.58%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*17.41% | (30.58%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*16.96% | Ton |
| 26 | RGM 99-00515 | (25.3%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*16.12% | (25.3%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*16.56% | (25.3%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*16.96% | Ton |
| 27 | RGM 00-00867 | (15.10%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*18.4% | (15.10%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*18.79% | (15.10%*'penyemprotan ZPk minggu ke n')*18.1% | Ton |
| 28 | Jumlah Peningkatan Nira | 'RGM_00-00867'+RGM_00-01010'+RGM_00-612'+RGM-99-00515' | | | Ton |
| 29 | Proses Pabrik | Cane_crused*9.01% | | | Ton |
| 30 | Nett Sugar Made | Proses Pabrik+Jumlah Peningkatan Nira | | | Ton |

Perubahan pada model yang terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.8 Gambar Disain Eksperimen

4.5.2 Uji Anova

Untuk mengetahui perbedaan atau variansi *Nett Sugar Made* yang signifikan antara model awal dengan desain eksperimen yang dibuat yang nantinya akan diterapkan perusahaan. Maka model awal dan ke empat model desain eksperimen perlu dilakukan pengujian *analysis of varians* (ANOVA) sebagai berikut :

Tabel 4.32 Hasil Simulasi *Nett Sugar Made* Model Awal dan Desain Eksperimen

| Tahun | Model Awal (Ton) | Eksperimen 1 (Ton) | Eksperimen 2 (Ton) | Eksperimen 3 (Ton) |
|------------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 2001 | 223760 | 226253.39 | 227125.49 | 226383.61 |
| 2002 | 198961 | 226170.54 | 227042.32 | 226300.72 |
| 2003 | 179992 | 223777.2 | 224639.76 | 223906 |
| 2004 | 157441 | 196364.27 | 197121.16 | 196477.29 |
| 2005 | 166789 | 238312.13 | 239230.72 | 238449.3 |
| 2006 | 184293 | 273061.58 | 274114.1 | 273218.74 |
| 2007 | 177411 | 235974.03 | 236883.6 | 236109.85 |
| 2008 | 209015 | 232963.94 | 233861.91 | 233098.03 |
| 2009 | 194645 | 244249.46 | 245190.92 | 244390.04 |
| 2010 | 172736 | 217278.37 | 218115.87 | 217403.42 |
| Rata-Rata Kolom | 186504.3 | 231440.491 | 232332.585 | 231573.7 |

Data diatas menunjukkan besarnya *Nett Sugar Made* hasil simulasi model awal dan tiga desain eksperimen dalam rata – rata per hari dalam satu bulan. Berikut pengolahannya :

1. Menentukan hipotesis

H_0 : Menunjukkan tidak adanya perbedaan rata – rata yang signifikan antar perlakuan

H_1 : Menunjukkan adanya perbedaan rata – rata setidaknya salah satu yang signifikan antar perlakuan.

2. Menentukan tingkat signifikansi dan statistik uji

$$\alpha = 0.10$$

$$\text{df pembilang} = k-1 = 3 \quad \text{df penyebut} = n-k = 36$$

$$F_{\text{tabel}(0.01.3.36)} = 2.28$$

3. Mencari F hitung

Tabel 4.33 Perhitungan Nilai F

| Sumber Variansi | Jumlah Kuadrat | Rataan Kuadrat | F hitung |
|-----------------|----------------|----------------------------|-------------------|
| Perlakuan | JKK | $KTK = \frac{JKK}{k-1}$ | $\frac{KTK}{KTG}$ |
| Error | JKG | $KTG = \frac{JKG}{k(n-1)}$ | |
| Total | JKT | | |

Penyelesaian JKT, JKK, dan JKG :

$$JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{T_{**}^2}{rk}$$

$$JKK = \sum_{i=1}^k \frac{T_{*i}^2}{n_i} - \frac{T_{**}^2}{N}$$

$$JKG = JKT - JKK$$

Dimana :

- k : Banyaknya kolom
- N : Banyaknya Pengamatan/Keseluruhan data
- n_i : Banyaknya ulangan di kolom ke-i
- x_{ij} : Data pada kolom ke-i ulangan ke-j
- T_{*i} : Total (jumlah) ulangan pada kolom ke-i
- T_{**} : Total (jumlah) seluruh pengamatan

Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Nilai F

| Sumber Variansi | Jumlah Kuadrat | Rataan Kuadrat | F hitung |
|-----------------|----------------------|---|-------------------|
| Perlakuan | JKK = 15380333167 | $KTK = \frac{JKK}{k-1}$ = 5126777722 | $\frac{KTK}{KTG}$ |
| Error | JKG = 14232609326 | $KTG = \frac{JKG}{k(n-1)}$ = 91234675.16 | = 56.19 |
| Total | JKT = 29612942492 | | |

4. Kesimpulan

Karena F hitung $> F_{\alpha(v_1, v_2)}$. maka H_0 ditolak artinya terdapat perbedaan rata – rata setidaknya salah satu yang signifikan antar perlakuan

4.5.3. Pemilihan Desain Eksperimen Tertinggi

Pada tahap terakhir dari penelitian ini adalah pemilihan desain eksperimen dengan rata-rata *Nett Sugar Made* tertinggi dari tiga desain eksperimen usulan yang nantinya bisa diterapkan perusahaan dalam membuat kebijakan dalam meningkatkan *Nett Sugar Made*. dipilih desain eksperimen 2 sebagai rekomendasi. karena menghasilkan *Nett Sugar Made* tertinggi.



BAB V

PEMBAHASAN

Sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya, bahwa penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap hasil panen tebu, strategi yang digunakan untuk meningkatkan hasil produksi, dan prediksi enam tahun kedepan hasil panen berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil panen PT. Gunung Madu Plantations berdasarkan data yang diberikan oleh Manajer *Research & Development*. Oleh karena itu pada bab ini akan dilakukan pembahasan yang dapat memberikan penjelasan yang lebih dalam berdasarkan data-data hasil penelitian dan perhitungan di bab sebelumnya.

Dalam penelitian ini simulasi dijalankan selama 16 tahun, dari tahun 2001 sampai 2010, untuk perbandingan dengan data real dan tahun 2011 sampai tahun 2016 untuk prediksi. Dari output yang dihasilkan sebagai acuan untuk menentukan hubungan matematis antara masing-masing variabel. Selain itu juga dapat menentukan kebijakan yang tepat untuk meningkatkan *Nett Sugar Made* yang akan dihasilkan. Hasil keseluruhan simulasi adalah sebagai berikut.

Tabel 5.1 Hasil simulasi Tahun 2001-2016

| Waktu | Simulasi (Ton) | Waktu | Simulasi (Ton) |
|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| 2001 | 223760 | 2009 | 194645 |
| 2002 | 198961 | 2010 | 172736 |
| 2003 | 179992 | 2011 | 170605,18 |

Lanjutan Tabel 5.1 Hasil simulasi Tahun 2001-2016

| | | | |
|------|--------|------|-----------|
| 2004 | 157441 | 2012 | 127673,96 |
| 2005 | 166789 | 2013 | 164278,71 |
| 2006 | 184293 | 2014 | 176645,83 |
| 2007 | 177411 | 2015 | 163277,66 |
| 2008 | 209015 | 2016 | 202280,76 |

5.1 Analisa Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Produksi Gula

5.1.1. Varietas Tanaman Tebu.

Varietas tanaman tebu yang ada pada PT. Gunung Madu Plantations (PT.GMP) sangat banyak dan setiap tahunnya berbeda. PT.GMP mempunyai varietas baru yang diteliti oleh Departemen *Research & Development*. Ton Tebu per Hektar (TTH) setiap varietas yang digunakan setiap tahunnya berbeda dan paling lama digunakan oleh perusahaan selama 5 tahun. Varietas yang bagus pada tahun tertentu belum tentu bagus pada tahun selanjutnya, hal tersebut dikarenakan setiap varietas mengalami penurunan tingkat produktifitas karena faktor alam, antara lain Curah hujan tinggi, waktu penyinaran matahari pendek, kesuburan tanah rendah, sifat fisik tanah, sifat keasaman kimia pada tanah, gangguan hama dan penyakit.

5.1.2. Aplikasi Zat Pemacu Kemasakan.

Aplikasi Zat Pemacu Kemasakan ini digunakan oleh perusahaan supaya kadar nira pada tanaman tebu yang dipacu kemasakannya meningkat, sehingga gula yang dihasilkan mengalami peningkatan. Pengaruh dari Zat Pemacu Kemasakan ini berbeda-beda baik dari jenis varietasnya maupun dari waktu penyemprotan.

5.2. Analisa Hasil Simulasi

5.2.1 Analisa Hasil Simulasi Model Awal

Simulasi terhadap model awal dilakukan sebanyak dua kali. Pertama, dilakukan untuk menguji apakah model awal yang dirancang telah sesuai dengan sistem nyata yang ada. Apabila model telah valid, maka bisa dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Simulasi model awal yang kedua adalah saat performansi model awal dibandingkan dengan model - model alternatif. Pada tahap ini, jangka waktu simulasi disesuaikan dengan harapan pemodel. Dalam penelitian ini digunakan jangka waktu enam belas tahun.

Pada tahap validasi model awal, data yang digunakan adalah jumlah hasil panen, jumlah *Nett Sugar Made*, dan curah hujan. Ketiga jenis data tersebut masing-masing diuji untuk membandingkan dengan data sistem nyata dan dinyatakan valid dengan menggunakan tiga metode yaitu uji rata-rata, uji variansi, dan uji struktur. Dari model awal tersebut dapat dibangun model-model alternatif yang nantinya akan dibandingkan outputnyadan akan dipilih model alternatif terbaik dengan *Nett Sugar Made* paling besar.

Untuk mengambil kebijakan pada penelitian ini digunakan sebuah parameter sebagai pembanding, yaitu *Nett Sugar Made*. Kondisi ideal yang diharapkan adalah nilai *Nett Sugar Made* naik. Dalam simulasi model awal untuk jangka waktu 10 tahun menunjukkan nilai *Nett Sugar Made* memiliki kondisi yang fluktuatif. Dari keseluruhan data hasil simulasi untuk *Nett Sugar Made* prosentase penurunannya sedikit lebih banyak daripada prosentase kenaikannya. Rata-rata *Nett Sugar Made* pada model awal sebesar 186504,3 ton.

5.2.2. Analisa Hasil Simulasi Desain Eksperimen 1

Desain eksperimen pertama dibuat dengan kebijakan dengan mengubah Ton Tebu per Hektar (TTH) nya menjadi satu jenis varietas tanaman yang terbaik tahun 2010 yaitu RGM 00-01010 untuk kategori Plant Cane dengan TTH 98,56 Ton/Hektar, RGM 00-00612 untuk katagori Ratun 1 dengan TTH 96,95 Ton/Hektar, RGM 99-00515 untuk katagori ratun 2 dengan TTH 96,17 Ton/Hektar, RGM 00-00867 untuk katagori Ratun 3 dengan TTH 93.18 Ton/Hektar kemudian dilakukan pengaplikasian Zat Pemacu Kemasakan (ZPK) berdasarkan data. Untuk eksperimen pertama, ZPK disemprotkan setelah 5 minggu penanaman dengan persentase peningkatan varietas masing-masing. Untuk RGM 00-01010 (15.95%), RGM 00-00612 (16.82%), RGM 99-00515 (16.12%) dan RGM 00-00867 (18.4%). Dari desain eksperimen 1 tersebut rata-rata *Nett Sugar Made* mengalami peningkatan dari desain awalnya yaitu sebesar 186504,3 Ton menjadi 231440,491 Ton.

5.2.3. Analisa Hasil Simulasi Desain Eksperimen 2.

Desain eksperimen pertama dibuat dengan kebijakan dengan mengubah Ton Tebu per Hektar (TTH) nya menjadi satu jenis varietas tanaman yang terbaik tahun 2010 yaitu RGM 00-01010 untuk katagori Plant Cane dengan TTH 98,56 Ton/Hektar, RGM 00-00612 untuk katagori Ratun 1 dengan TTH 96,95 Ton/Hektar, RGM 99-00515 untuk katagori ratun 2 dengan TTH 96,17 Ton/Hektar, RGM 00-00867 untuk katagori Ratun 3 dengan TTH 93.18 Ton/Hektar, kemudian dilakukan pengaplikasian Zat Pemacu Kemasakan (ZPK) berdasarkan data. Untuk eksperimen pertama, ZPK disemprotkan setelah 6 minggu penanaman dengan persentase peningkatan varietas masing-masing. Untuk RGM 00-01010 (16.29%), RGM 00-00612 (17.41%), RGM

99-00515 (16.56%) dan RGM 00-00867 (18.79%). Dari desain eksperimen 1 tersebut rata-rata *Nett Sugar Made* mengalami peningkatan dari desain awalnya yaitu sebesar 186504,3 Ton menjadi 232332,585 Ton.

5.2.4. Analisa Hasil Simulasi Desain Eksperimen 3.

Desain eksperimen pertama dibuat dengan kebijakan dengan mengubah Ton Tebu per Hektar (TTH) nya menjadi satu jenis varietas tanaman yang terbaik tahun 2010 yaitu RGM 00-01010 untuk kategori Plant Cane dengan TTH 98,56 Ton/Hektar, RGM 00-00612 untuk katagori Raton 1 dengan TTH 96,95 Ton/Hektar, RGM 99-00515 untuk katagori ratun 2 dengan TTH 96,17 Ton/Hektar, RGM 00-00867 untuk katagori Raton 3 dengan TTH 93.18 Ton/Hektar kemudian dilakukan pengaplikasian Zat Pemacu Kemasakan (ZPK) berdasarkan data. Untuk eksperimen pertama, ZPK disemprotkan setelah 7 minggu penanaman dengan persentase peningkatan varietas masing-masing. Untuk RGM 00-01010 (14.59%), RGM 00-00612 (16.96%), RGM 99-00515 (16.96%) dan RGM 00-00867 (18.1%). Dari desain eksperimen 1 tersebut rata-rata *Nett Sugar Made* mengalami peningkatan dari desain awalnya yaitu sebesar 186504,3 Ton menjadi 231573,7 Ton.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Faktor yang mempengaruhi hasil panen/hasil produksi pada perkebunan tebu lahan kering pada penelitian ini adalah Luas Area Tanam Per Kategori, Varietas Tanaman Tebu dan Waktu Pemberian Zat Pemacu Kemasakan Pada Tanaman.
2. Kebijakan yang dapat digunakan oleh perusahaan untuk meningkatkan rata-rata *Nett Sugar Made* adalah dengan menerapkan kebijakan desain eksperimen 2 yang mengubah varietas tanaman dari TTH Plant Cane menjadi RGM 00-01010, TTH Ratun 1 menjadi RGM 00-00612, TTH Ratun 2 menjadi RGM 99-00515, TTH Ratun 3 menjadi RGM 00-00867, dan waktu pemberian Zat Pemacu Kemasakan pada minggu ke 6 sehingga rata-ratanya naik dari 186504,3 ton menjadi 232332,585 ton.

6.2. Saran

Dari kesimpulan di atas, maka saranyang dapat disampaikan adalah sebagai berikut :

1. Perusahaan dapat menerapkan kebijakan baru yaitu dengan mengubah varietas tanaman dengan varietas dengan nilai Ton Tebu per Hektar nya paling tinggi ditahun sebelumnya dan pengaplikasian Zat Pemacu Kemasakan tepat waktu berdasarkan varietasnya. Namun, resiko yang akan dihadapi perusahaan akan mengalami kesusahan pada pengendalian hama jika terjadi serangan hama atau penyakit pada tanaman tebu yang mempunyai varietas sama dengan sekala tanam yang besar.
2. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan analisa hasil panen tebu tiap divisi area pada PT.Gunung Madu Plantations beserta ramalan hasil panen tebu per divisi area tahun kedepannya.



DAFTAR PUSTAKA

- Banks, Jerry. Carson, John S. Nelson, Barry L. (1996). *Discrete-Event System Simulation*. Prentice Hall.
- Chairul Saleh, (2008). *Metodologi Penelitian Sebuah Petunjuk Praktis*. Java Abadi Press, Yogyakarta.
- Laboratorium Simulasi Sistem Industri dan Manajemen Bisnis (2001). *Modul Sistem Dinamik : Teori dan Aplikasi dalam Manajemen Industri*. Yogyakarta : Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Laboratorium Delsim, (2009). *Modul Praktikum Permodelan Sistem*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Law and Kelton, David. (1991) *Simulation Modeling and Analysis*. McGraw-Hill
- Nurul Kusmanto, (2010). *Analisa Kebijakan Pengurangan Lost Opportunity Dengan Pendekatan System Dynamics*. Yogyakarta : Skripsi Program Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Palntation Department, (2010). *Buku Pedoman Teknis Budidaya Tebu Di GMP Tahun 2010/2011*. PT. Gunung Madu Plantatios.
- Research And Development Department, (2010). *Laporan Tahunan Musim Tebang Dan Giling Ke-33 2010*. PT. Gunung Madu Plantations.
- Simatupang (1996). *Pemodelan Sistem*. Klaten : Nindita
- Sulistyo Wibowo, (2011). *Anaisa Pengambilan Kebijakan Dalam Manajemen Resiko Kredit Dengan Pendekatan Sistem Dinamis*. Yogyakarta : Skripsi Program Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

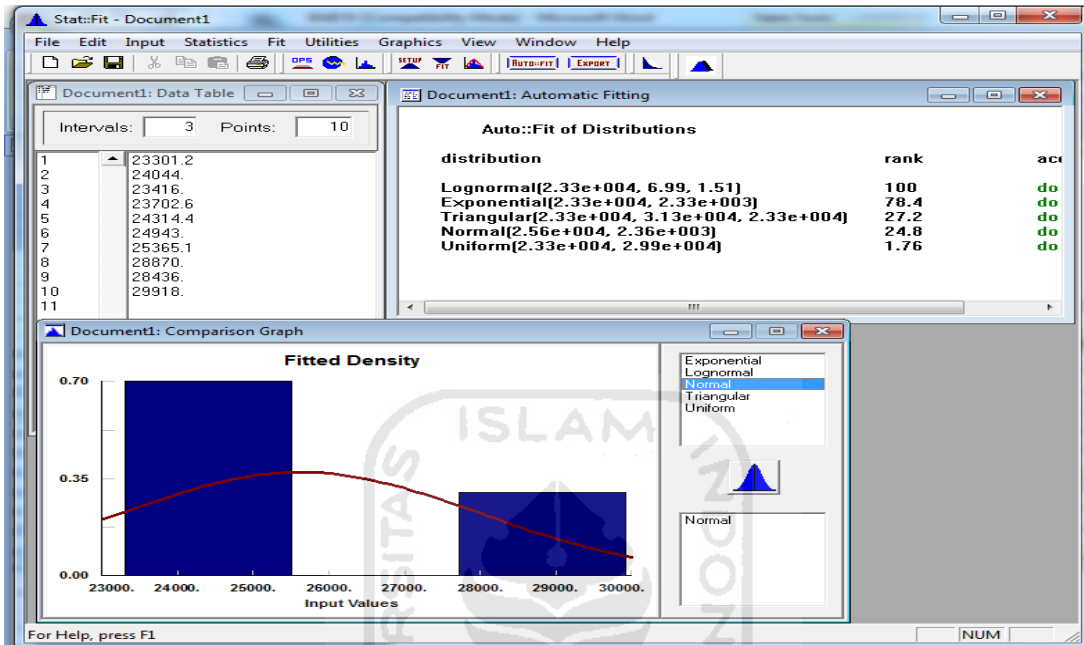
- Widiyastuti (2004)., *“Pengembangkan Model Dinamis Untuk Mengevaluasi Perfomansi Sistem Produksi Dengan Hasil Peningkatan Jumlah Permintaan”*
Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah
Surakarta
- Widyatmoko (2004)., *“Kajian Penerapan Sistem Dinamis Dalam Interaksi Transportasi Dan Guna Lahan Komersial Di Wilayah Pusat Kota Semarang”*
Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas
Diponegoro
- Yuwana (2005)., *“Pemodelan Sistem Sumber Daya Manusia Akademik ITB dan Analisis Kebijakan Pengembangan dengan Pendekatan Dinamika Sistem ”*
Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung



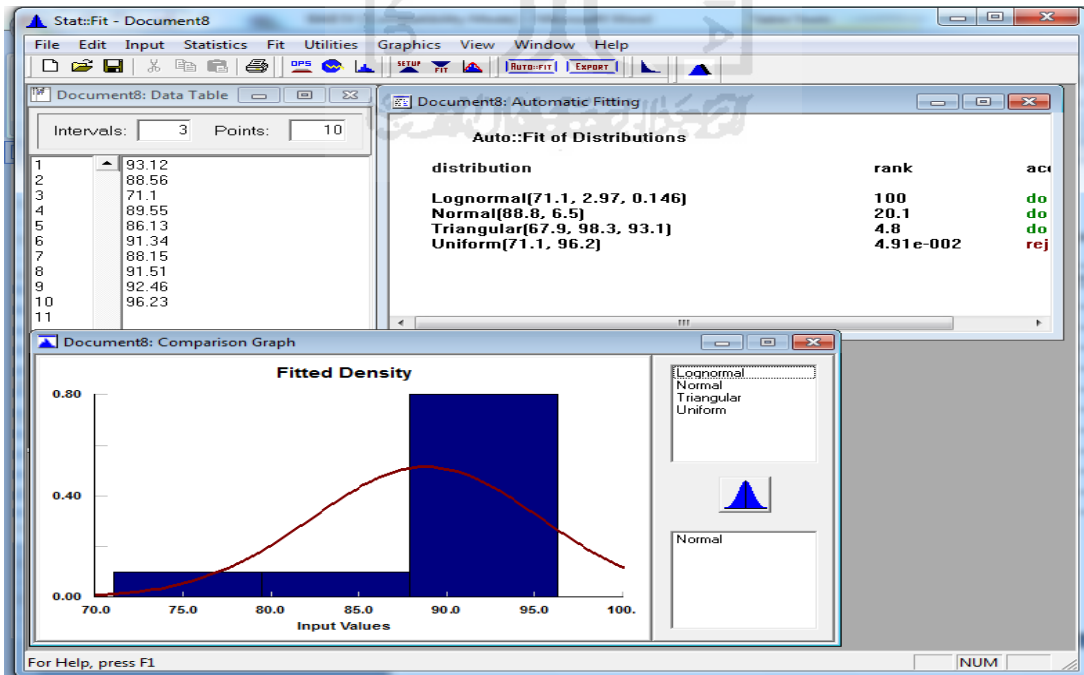
LAMPIRAN

1. Pengolahan Data untuk Distribusi Menggunakan Stat Fit

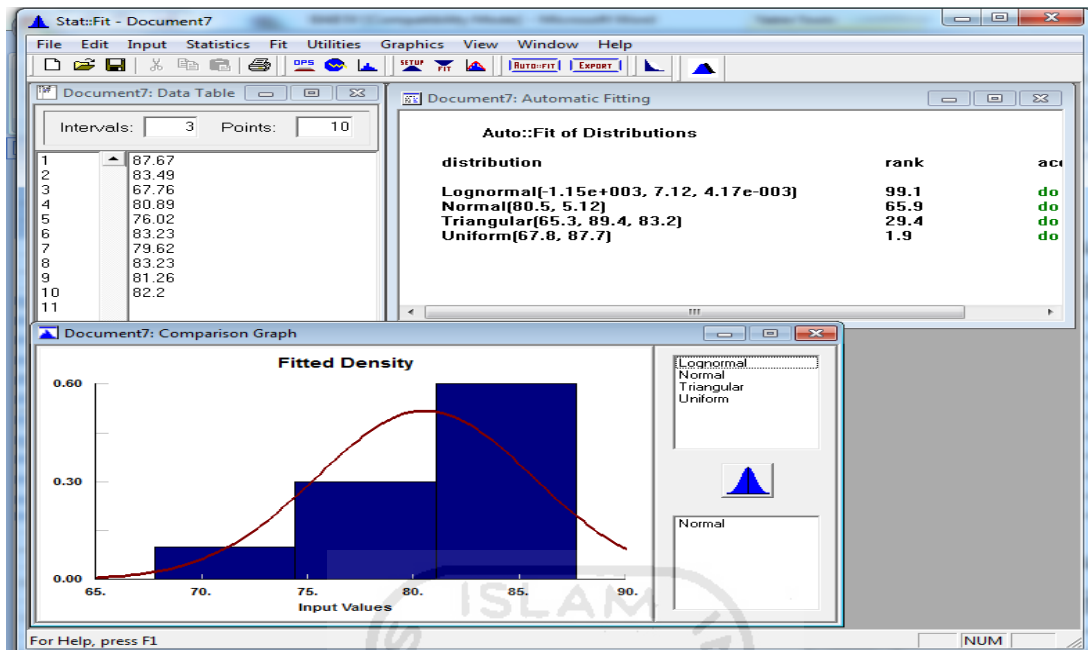
a. Luas Lahan Tanam



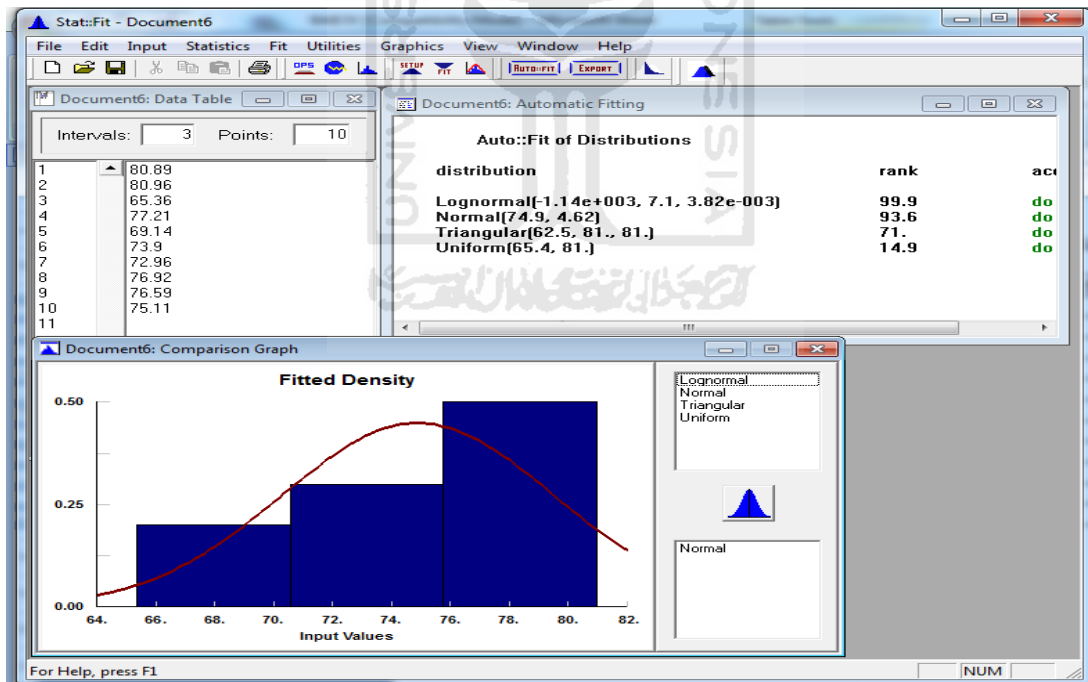
b. TCH Plant Cane



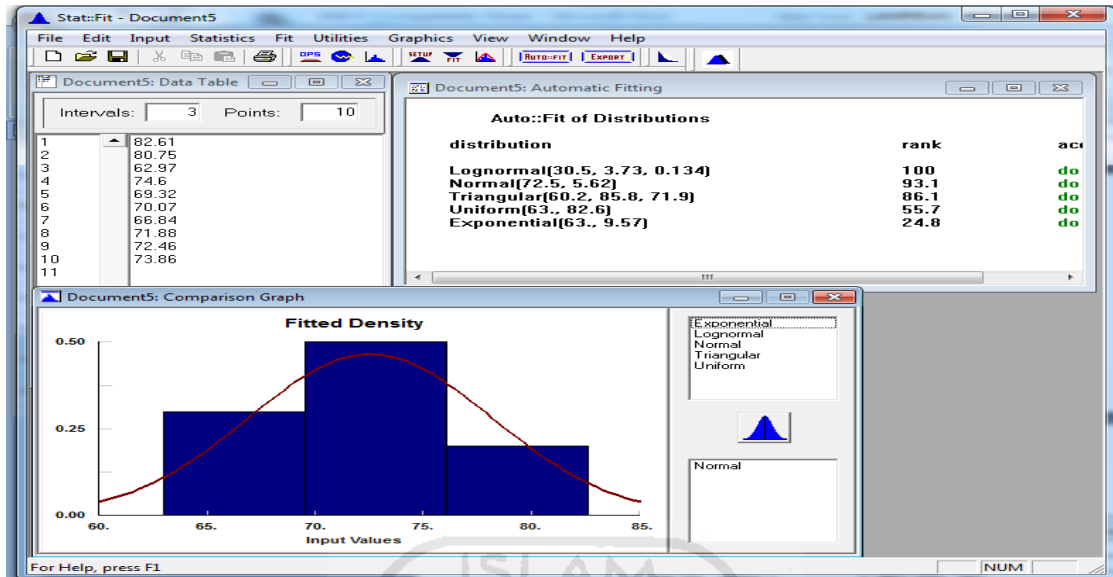
c. TCH Ratun 1



d. TCH Ratun 2



e. TCH Ratun 3



2. Report Hasil Simulasi Model.

| Time | hasil panen (ton/yr) | nett sugar made (ton/yr) | luas lahan |
|--------------|----------------------|--------------------------|------------|
| Jan 01, 2001 | 2,483,466.47 | 223,760.33 | 31,137.00 |
| Jan 01, 2002 | 2,208,230.59 | 198,961.58 | 27,356.00 |
| Jan 01, 2003 | 1,997,691.79 | 179,992.03 | 25,691.00 |
| Jan 01, 2004 | 1,747,071.80 | 157,411.17 | 22,392.00 |
| Jan 01, 2005 | 1,851,158.56 | 166,789.39 | 23,853.00 |
| Jan 01, 2006 | 2,045,433.23 | 184,293.53 | 26,102.00 |
| Jan 01, 2007 | 1,969,056.28 | 177,411.97 | 25,007.00 |
| Jan 01, 2008 | 2,319,819.24 | 209,015.71 | 28,302.00 |
| Jan 01, 2009 | 2,160,329.62 | 194,645.70 | 26,499.00 |
| Jan 01, 2010 | 1,917,161.31 | 172,736.23 | 23,045.00 |
| Jan 01, 2011 | 1,893,509.25 | 170,605.18 | 24,497.00 |
| Jan 01, 2012 | 1,417,025.10 | 127,673.96 | 18,599.00 |
| Jan 01, 2013 | 1,823,293.14 | 164,278.71 | 23,542.00 |
| Jan 01, 2014 | 1,960,553.05 | 176,645.83 | 23,070.00 |
| Jan 01, 2015 | 1,812,182.72 | 163,277.66 | 22,707.00 |
| Jan 01, 2016 | 2,245,069.48 | 202,280.76 | 27,779.00 |
| | | | |