



**MODEL SISTEM DINAMIS PENGENDALIAN RESIKO PRODUKSI
GULA DI PABRIK GULA SEMBORO**

SKRIPSI

oleh

**M. Afandi Muslim
NIM 141710301024**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**MODEL SISTEM DINAMIS PENGENDALIAN RESIKO PRODUKSI
GULA DI PABRIK GULA SEMBORO**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

**M. Afandi Muslim
NIM 141710301024**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih yang tidak terkira untuk:

1. Allah SWT., Alhamdulillah atas segala nikmat, rahmat, hidayah, pengampunan, dan karunia-Nya;
2. Kedua orang tua saya, yang telah membesarkan, mendidik, dan mendukung saya hingga saat ini;
3. Saudara-saudaraku tercinta mbak Siti Fatimah yang selalu menasihati adiknya yang nakal ini, mbak Umi Masithoh, dan mbak Siti Khofifah;
4. Dr. Nita Kuswardhani, S.TP., M.Eng selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan nasihat selama menempuh pendidikan di bangku kuliah, serta Dr. Bambang Herry P., S.TP, M.Si selaku dosen pembimbing utama dan Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini hingga selesai;
5. Semua guru-guru mulai dari TK, SD, SMP, SMA, dan hingga di bangku kuliah, saya ucapkan beribu-ribu terima kasih karena telah mendidik dan memberikan ilmunya;
6. Saudara-saudaraku di Persaudaraan Setia Hati Terate komisariat UNEJ;
7. Teman-temanku seangkatan Teknologi Industri Pertanian 2014 dan tim SATGAST JOURNEY yang telah memberikan kesan dan kenangan yang indah;
8. Almamater Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.”

(terjemahan Q.S Al-Insyirah ayat 6)*)

“Mulailah segala perbuatanmu dengan niat baik, maka Allah akan menuntunmu di jalan yang baik pula”

(K. Imam Basthomi Burhan A.H)**)

“Hidup itu cuma satu kali, maka hiduplah dengan mulya atau matilah dengan syahid”

(Syamsul Hadi, S.Pd)***)

“Pendidikan adalah senjata paling berkuasa untuk mengubah dunia”

(Nelson Mandela)****)

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT. Kumudasmoro Grafindo.

***) Nasihat K. Imam Basthomi Burhan, Pengajian kitab Sunan Abi Dawud PONPES YASINAT

****) Kuliah Subuh PONPES YASINAT

*****) Pidato Nelson Mandela pada 16 Juli 2003 dalam acara *Nelson Mandela at Launch of Mindset Network*. Johannesburg, Afrika Selatan.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Afandi Muslim

NIM : 141710301024

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Model Sistem Dinamis Pengendalian Resiko Produksi Gula di Pabrik Gula Semboro” adalah benar-benar hasil karya sendiri dan bukan karya hasil plagiarisme. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir dari skripsi ini. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar.

Jember, 9 November 2018

Yang menyatakan

M. Afandi Muslim
NIM. 141710301024

SKRIPSI

**Model Sistem Dinamis Pengendalian Resiko Produksi Gula di Pabrik Gula
Semboro**

oleh

M. Afandi Muslim
NIM.141710301024

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Herry P., S.TP, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Model Sistem Dinamis Pengendalian Resiko Produksi Gula di Pabrik Gula Semboro” karya M. Afandi Muslim NIM. 141710301024 telah diuji dan disahkan pada:

Hari/tanggal : 9 November 2018

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Bambang Herry P., S.TP, M.Si
NIP. 19750530 199903 1 002

Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc.
NIP. 19591130 198503 1 002

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M. Si.
NIP. 19720730 199903 1 001

Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.
NIP. 19691005 199402 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M. Eng.
NIP. 19680923 199403 1 009

RINGKASAN

“Model Sistem Dinamis Pengendalian Resiko Produksi Gula di Pabrik Gula Semboro”; M. Afandi Muslim; 141710301024; 2018; 122 halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Gula merupakan produk hasil olahan dari tebu (*Saccharum officinarum*) yang menjadi salah satu dari bahan komoditi pangan utama, selain beras, kedelai, dan jagung dengan jumlah produksinya yang masih kecil dibanding kebutuhan. Peningkatan permintaan gula dalam negeri seharusnya diiringi dengan peningkatan produktivitas pabrik gula, tetapi 67 pabrik gula aktif hanya mampu memenuhi kebutuhan rata-rata 2.3 juta ton/tahun. Berbagai penyebabnya antara lain anomali iklim, rendemen kecil (di bawah 8%) dan produktivitas rendah (di bawah 80 ton/hektar).

Potensi resiko produksi gula data terjadi sejak tebu diterima di pabrik hingga proses produksi. Potensi resiko produksi yang menjadi prioritas untuk dikendalikan adalah penurunan rendemen karena rendemen mencerminkan seberapa besar gula yang dapat dihasilkan dari tebu yang digiling. Penurunan rendemen tebu akibat terjadinya tunda giling jauh lebih besar dibandingkan saat pengolahan di pabrik. Mutu tebu setelah ditebang memiliki nilai briks rata-rata 20.29% dan pol rata-rata 17.13%. Setelah sampai di *caneyard*, tebu mengalami penyusutan mutu dengan nilai briks rata-rata 19.59% dan pol rata-rata 16.24%. Hal tersebut disebabkan oleh inversi mikrobiologi, terutama oleh infeksi bakteri *Leuconostoc mesenteroides* selama di lahan, pengiriman dan produksi. Bakteri ini memproduksi dekstransukrase yang mensintesa sukrosa menjadi dekstran. Kadar dekstran yang tinggi dalam nira bisa mengganggu produksi gula tebu. Selain berakibat terhadap kehilangan sukrosa, tingginya konsentrasi dekstran dapat pula meningkatkan viskositas nira yang berpengaruh nyata terhadap penurunan rendemen, kualitas gula, dan beresiko terhadap biaya ekonomi tinggi.

Penelitian dilaksanakan dalam 3 tahap yaitu tahap identifikasi sistem, tahap pembuatan model, dan tahap analisis kebijakan. Pada tahap identifikasi dilakukan dengan survei dan wawancara dalam lingkup proses penebangan tebu hingga proses produksi untuk mendapatkan data-data primer dan data-data sekunder dalam sistem pabrik gula Semboro, selanjutnya dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan yang terdapat pada sistem produksi gula PG Semboro serta dilakukan studi literatur. Kemudian pada tahap ke dua dilakukan pembuatan model dengan cara mengidentifikasi variabel-variabel pada sistem produksi pada pabrik gula Semboro yang dilanjutkan dengan menyusun konsep model sistem dengan membuat CLD (*Causal Loop Diagram*) dan SFD (*Stock Flow Diagram*) dengan formulasi logika model agar dapat merepresentasikan keadaan aktual. Setelah itu, model yang tersusun dilakukan verifikasi dan validasi untuk mengukur kemampuan model dengan menggunakan metode MAPE yang diulang sebanyak 50 kali dan diuji distribusi datanya. Dan tahap yang terakhir adalah perumusan kebijakan sebagai tindakan korektif untuk memperbaiki sistem yang telah ada.

Berdasarkan hasil verifikasi dan validasi yang dilakukan dengan MAPE, nilai MAPE yang didapatkan dari kinerja variabel produksi gula harian adalah sebesar 14,727%, dan nilai MAPE dari kinerja rendemen adalah 6,2636%. Serta dari hasil berbagai skenario yaitu skenario optimis, skenario moderat, dan skenario pesimis yang dibuat dengan merubah nilai dari jumlah truk awal, kecepatan giling, jam berhenti, dan nilai rendemen awal, didapatkan hasil terbaik dari skenario optimis dapat menunjukkan hasil yang diharapkan, yaitu produksi gula harian dapat meningkat 15,74% dari rata-rata produksi skenario dasar, rata-rata rendemen harian meningkat 9,21% dari rata-rata rendemen harian skenario dasar, sedangkan penurunan rendemen juga dapat ditekan sebesar 143,85% dari rata-rata kehilangan rendemen pada hasil skenario dasar serta ditinjau dari RKAP atau target giling pabrik gula Semboro, kinerja total gula dihasilkan (*Stock* gula) masih belum mencapai target yang diinginkan yaitu 66.852,41 Ton, sedangkan kinerja total gula dihasilkan hanya mencapai 55.371,88 Ton. Untuk kinerja rendemen rata-rata total yang diperoleh telah mencapai angka yang ditargetkan yaitu sebesar 8% yang diperoleh dengan skenario optimis.

Rekomendasi kebijakan yang dapat diajukan guna memperbaiki kinerja sistem pabrik gula Semboro adalah sebagai berikut: (a) Mengurangi jumlah truk pada awal giling, sehingga antrian awal tidak terlalu banyak. (b) Meningkatkan ketepatan suplai tebu agar kecepatan giling bisa dinaikkan. (c) Melakukan perbaikan dan penggantian pada alat dan mesin yang memiliki efisiensi rendah dan/atau sering mengalami kerusakan. (d) Perbaikan dan optimalisasi penanganan dan perawatan tanaman tebu ketika di lahan dan memperhatikan umur masak optimal dari masing-masing varietas. Selain itu pada saat penebangan juga harus memperhatikan umur masak tebu, pengujian rendemen, dan memastikan tebu dalam kondisi MBS (Manis Bersih dan Segar).

SUMMARY

“System Dynamic Model of Sugar Production Risk Control at Semboro Sugar Factory”; M. Afandi Muslim; 141710301024; 2018; 122 pages; Study Program of Agricultural Industrial Technology Faculty of Agricultural Technology University of Jember.

Sugar is a processed product from sugar cane (*Saccharum officinarum*) which is one of the main food commodities, besides rice, soybeans, and corn with a small amount of production compared to demand. The increase in domestic sugar demand should be accompanied by an increase in sugar factory productivity, but of the 67 active sugar factories are only able to meet the average demand of 2.3 million tons/year. Various contributing factors include climate anomalies, low sugar levels (below 8%) and low land productivity (below 80 tons/hectare).

The potential risk of sugar production can occur since sugar cane is received in the factory until the production process. The potential risk of production which is a priority to be controlled is a decrease in sugar content because the sugar content reflects how much sugar can be produced from milled sugarcane. The decrease in sugar cane yield due to the milling delay is much greater than when processing at the plant. The quality of sugar cane after being cut has an average brix value of 20.29% and an average pol of 17.13%. After arriving at the caneyard, the sugarcane experienced a shrinkage of quality with an average brittle value of 19.59% and an average pol of 16.24%. This is caused by microbiological inversion, especially by infection with *Leuconostoc mesenteroides* as long as sugar cane is in the field, shipping and production. This bacterium produces dextransucrase which synthesizes sucrose into dextran. High dextran levels in sugar cane juice can interfere with the production of sugar cane. Besides causing loss of sucrose, the high concentration of dextran can also increase the viscosity of sap which significantly affects the decrease in yield, the quality of sugar, and the risk of high economic costs.

The research was carried out in 3 stages: the system identification stage, the model making phase, and the policy analysis stage. The identification stage is carried out by survey and interview in the scope of the process of cutting the sugar cane until the production process to obtain primary and secondary data in the sugar agroindustry system, then carried out by identifying the problems found in the Semboro PG sugar production system and literature study. Then in the second stage, the model was made by identifying the variables in the production system at the Semboro sugar factory which was continued by drafting the system model by making CLD (Causal Loop Diagram) and SFD (Stock Flow Diagram) with the model logic formulation in order to represent actual state. After that, the structured model was verified and validated to measure the ability of the model using the MAPE method which was repeated 50 times and tested for data distribution. And the last stage is the formulation of policies as corrective actions to improve the existing system.

Based on the results of verification and validation carried out with MAPE, the MAPE value obtained from the variable performance of daily sugar production was 14.727%, and the MAPE value of the yield performance was 6.2636%. As well as the results of various scenarios namely optimistic scenario, moderate scenario, and pessimistic scenario made by changing the value of the initial number of trucks, grinding speed, stop clock, and initial yield/sugar content, the best results from the optimistic scenario can show the expected results, namely production daily sugar can increase by 15.74% from the average production of the basic scenario, the average daily yield increases by 9.21% from the average daily yield of the basic scenario, while the decrease in yield can also be reduced by 143.85% from the average lost yield in the basic scenario results and in terms of the Semboro sugar factory work plan, the total performance of sugar produced (sugar stock) still has not reached the desired target of 66,852.41 tons, while the total performance of sugar produced only reached 55,371.88 tons. For the total average yield performance, it has reached the targeted number of 8% obtained with an optimistic scenario.

Policy recommendations that can be proposed to improve the performance of the Semboro sugar factory system are as follows: (a) Reducing the number of trucks at the start of the mill, so that the initial queue is not too much. (b) Increase the accuracy of sugarcane supply so that the speed of milling can be increased. (c) Perform repairs and replacements on equipment and machines that have low efficiency and / or often experience damage. (d) Improvement and optimization of the handling and maintenance of sugarcane plants when on the land and paying attention to the optimal cooking age of each variety. In addition, when logging also must pay attention to the age of cooking sugar cane, testing the yield, and ensuring sugar cane under SCF (Sweet Clean and Fresh) conditions.

PRAKATA

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, nikmat, dan berkah-Nya yang berlimpah sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Sistem Dinamis Pengendalian Resiko Produksi Gula di Pabrik Gula Semboro” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Terwujudnya penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membimbing, mendampingi, dan mendukung penulis. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo S, S.TP, M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Andrew Setiawan R, S.TP., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Dr. Nita Kuswardhani, S.Tp, M.Eng selaku dosen pembimbing akademik yang telah sabar membimbing dan memberikan motivasinya selama menjalani perkuliahan;
4. Dr. Bambang Herry P., S.TP, M.Si selaku dosen pembimbing utama dan Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan dengan tulus dan sabar dalam penulisan skripsi ini hingga selesai;
5. Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M. Si. dan Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng. Selaku tim penguji, yang telah banyak memberi saran dan evaluasi agar skripsi ini menjadi lebih baik;
6. Seluruh staff dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas waktu dan bantuannya dalam penyusunan skripsi ini;
7. Kedua orang tua saya, yang telah membesarkan, mendidik, dan mendukung saya hingga saat ini;

8. Saudara-saudaraku tercinta mbak Siti Fatimah yang selalu menasihati adiknya yang nakal ini, mbak Umi Masithoh, mbak Siti Khofifah;
9. Semua guru-guru mulai dari TK, SD, SMP, SMA, dan hingga di bangku kuliah yang telah mendidik dan memberikan ilmunya;
10. Teman-temanku yang tergabung dalam tim SATGAST JOURNEY terima kasih telah memberikan kenangan dan kebersamaan yang indah;
11. Saudara-saudaraku di Persaudaraan Setia Hati Terate komisariat UNEJ;
12. Teman-temanku seangkatan Teknologi Industri Pertanian 2014 dan seluruh mahasiswa Teknologi Industri Pertanian;
13. Almamater Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun, baik dari segi isi maupun bentuk susunannya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak khususnya pembaca.

Jember, 9 November 2018

Yang menyatakan

M. Afandi Muslim
NIM. 141710301024

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Tebu (<i>Saccharum officinarum</i>)	6
2.2 Nira Tebu	7
2.3 Masa Tunda Giling	10
2.4 Agroindustri Gula	11
2.5 Teori Antrian	12
2.5.1 Pengertian antrian	12
2.5.2 Disiplin antrian	12
2.6 Model-model Sistem Antrian	13
2.7 Konsep Dasar Sistem Dinamis	16
2.7.1 Sistem dan Berpikir Sistemik	16
2.7.2 Struktur dan Perilaku Sistem	17
2.7.3 Perilaku Dinamis dan Pola Dasar	18
2.7.4 Simulasi Model	19
2.9 Pengujian Model dan Analisis Kebijakan	20
2.9.1 Validasi Model.....	20
2.9.2 Sensitivitas Model.....	20
2.9.3 Analisis dan Perumusan Kebijakan	21

2.5 Profil Pabrik Gula Semboro	21
2.5.1 Sejarah berdirinya PTPN XI PG Semboro	21
2.5.2 Visi dan misi	22
2.5.3 Deskripsi wilayah kerja PTPN XI PG Semboro	23
2.10 Penelitian Terdahulu	24
BAB 3. METODE PENELITIAN	28
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.2 Software yang Digunakan	28
3.3 Kerangka Pemikiran	29
3.3 Tahapan Penelitian	30
3.4 Metode Analisis	33
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Identifikasi Sistem	37
4.1.1 Diagram Simpal Kausal Model Sistem Dinamis	37
4.1.2 Mode referensi	40
4.1.3 Asumsi model	44
4.2 Model Sistem Dinamis Pengendalian Produksi Gula di Pabrik Gula Semboro	45
4.2.1 Sub Model Tebu Tersedia	47
4.2.2 Sub Model Penggilingan Tebu	49
4.2.3 Sub Model Produksi Gula	52
4.3 Verifikasi dan Validasi	54
4.3.1 Verifikasi Model	54
4.3.2 Konsistensi unit	55
4.3.3 Konsistensi hasil keluaran	55
4.4 Uji Sensitivitas	58
4.5 Simulasi Skenario	62
4.5.1 Analisis Perilaku Dasar	62
4.5.2 Analisis Perilaku Dinamik	64
4.6 Keterbatasan Model	76
4.7 Rekomendasi Kebijakan	77
BAB 5. PENUTUP	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	90

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi nira tebu	8
Tabel 2.2 Komposisi bahan non gula nira tebu.....	8
Tabel 4.1. Data jam berhenti pabrik gula Semboro tahun 2017.....	41
Tabel 4.2. Identifikasi <i>stock</i> model dinamis.....	45
Tabel 4.3. Hasil validasi kinerja produksi gula perhari	56
Tabel 4.4. Hasil validasi kinerja rendemen perhari.....	57
Tabel 4.5. Hasil simulasi perilaku dasar	63
Tabel 4.6. Matriks skenario kebijakan	65
Tabel 4.7. Hasil simulasi skenario RS 1	66
Tabel 4.8. Hasil simulasi skenario RS 2	69
Tabel 4.9. Hasil simulasi skenario RS 3	71
Tabel 4.10. Total hasil produksi gula dengan berbagai skenario.....	72
Tabel 4.11. Rendemen rata-rata total dari simulasi berbagai skenario	73
Tabel 4.12. Persentase keberhasilan hasil simulasi berbagai skenario	76
Tabel 4.13. Rekomendasi kebijakan skenario optimis di PG Semboro	78

DAFTAR GAMBAR

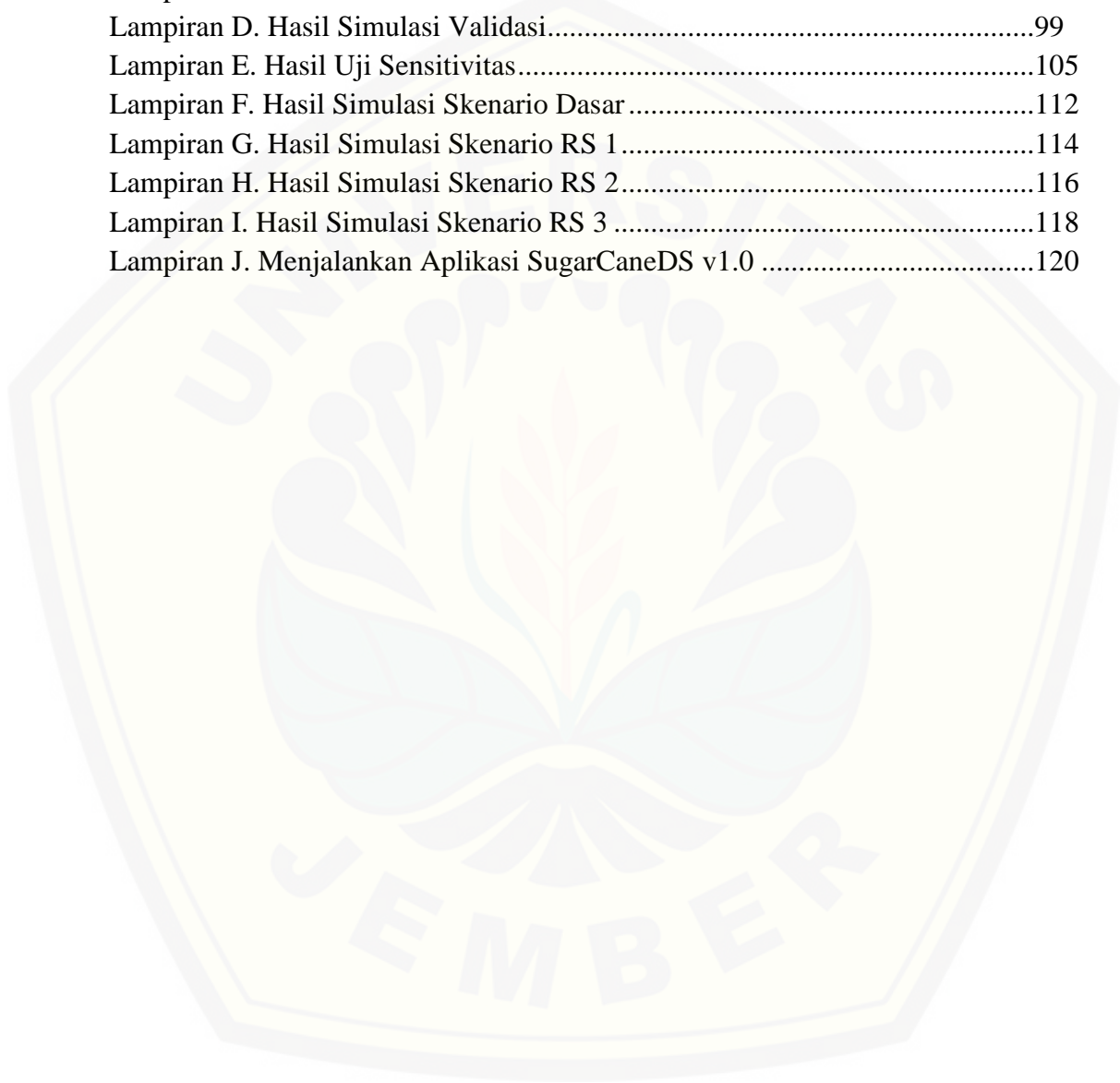
	Halaman
Gambar 2.1. Tanaman Tebu (<i>Saccharum officinarum</i>)	6
Gambar 2.2. Rumus bangun kimia Sukrosa.....	9
Gambar 2.3. Struktur antrian <i>Single channel-single phase</i>	14
Gambar 2.4. Struktur antrian <i>Single channel-multiphase</i>	14
Gambar 2.5. Struktur antrian <i>Multichannel-single phase</i>	15
Gambar 2.6. Struktur antrian <i>Multichannel-multiphase</i>	16
Gambar 2.7. Ilustrasi sistem.....	17
Gambar 2.8. Letak geografis PG Semboro	23
Gambar 2.9. Kurva penyusutan briks dan pol terhadap waktu (jam).....	27
Gambar 3.1. Kerangka pemikiran pengendalian resiko produksi gula	29
Gambar 3.2. Tahapan Penelitian	30
Gambar 4.1. Diagram sebab akibat (<i>Causal Loop Diagram</i>) model sistem dinamis.....	38
Gambar 4.2. Dinamika jam berhenti giling.....	40
Gambar 4.3. Dinamika produksi gula perhari	43
Gambar 4.4. Pengaruh jam berhenti giling terhadap produksi gula.....	43
Gambar 4.5. Dinamika nilai rendemen (rata-rata per hari).....	44
Gambar 4.6. Model dinamis pengendalian resiko produksi gula di pabrik gula Semboro	46
Gambar 4.7. Sub Model Tebu Tersedia	47
Gambar 4.8. Sub model penggilingan tebu.....	49
Gambar 4.9. Sub model produksi gula.....	52
Gambar 4.10. Validasi kinerja produksi gula perhari	55
Gambar 4.11. Validasi kinerja rendemen perhari	57
Gambar 4.12. Dinamika produksi gula perhari akibat perubahan parameter sensitif.....	59
Gambar 4.13. Dinamika rata-rata lama antrian truk akibat perubahan parameter sensitif.....	60
Gambar 4.14. Dinamika rata-rata penurunan rendemen akibat perubahan parameter sensitif.....	61
Gambar 4.15. Dinamika parameter utama dengan pola perilaku dasar	63
Gambar 4.16. Dinamika parameter utama dengan skenario RS 1	67
Gambar 4.17. Dinamika parameter utama dengan skenario RS 2	68
Gambar 4.18. Dinamika parameter utama dengan skenario RS 3	70
Gambar 4.19. Perbandingan hasil simulasi produksi gula berbagai skenario.....	71
Gambar 4.20. Perbandingan hasil simulasi rendemen berbagai skenario.....	72
Gambar 4.21. Perbandingan hasil simulasi lama antrian berbagai skenario.....	73

Gambar 4.22. Perbandingan hasil simulasi penurunan rendemen berbagai skenario	74
Gambar 4.23. Perbandingan hasil simulasi jumlah antrian truk berbagai skenario	75



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Uji Distribusi	89
Lampiran B. Plot Data dan Analisis Regresi	90
Lampiran C. Formulasi Variabel Sistem.....	92
Lampiran D. Hasil Simulasi Validasi.....	99
Lampiran E. Hasil Uji Sensitivitas.....	105
Lampiran F. Hasil Simulasi Skenario Dasar	112
Lampiran G. Hasil Simulasi Skenario RS 1	114
Lampiran H. Hasil Simulasi Skenario RS 2.....	116
Lampiran I. Hasil Simulasi Skenario RS 3	118
Lampiran J. Menjalankan Aplikasi SugarCaneDS v1.0	120



DAFTAR ISTILAH

Causal loop diagram (CLD) : Diagram yang merepresentasikan realita kompleks menjadi bentuk visual yang lebih mudah dipahami.

Harkat Kemurnian (HK) : ukuran dari kemurnian nira, semakin murni secara relatif semakin banyak mengandung gula.

Jam berhenti Giling : waktu seberapa lama proses produksi pabrik berhenti dikarenakan adanya kerusakan maupun keterlambatan bahan baku.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) : Ukuran akurasi ketepatan model yang merupakan rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data hasil simulasi.

Model : Bentuk tiruan dari dunia nyata.

Nira Perahan Pertama (NPP) : nilai nira dari nira perahan pertama, yaitu ukuran kualitas nira yang diambil dari gilingan pertama kemudian dihitung berdasarkan rumus. Dalam menentukan rendemen, nilai nira perahan pertama diukur dengan mengambil contoh nira pada gilingan pertama kemudian pol dan brix diukur untuk menghitung nilai nira perahan pertama berdasarkan rumus yang telah ada.

Penurunan %POL : jumlah %POL yang hilang atau turun dari nilai %POL awal tebu selama masa tunda giling.

Penurunan rendemen : jumlah rendemen yang hilang atau turun dari nilai rendemen awal ketika tebu baru ditebang selama masa tunda giling

Rencana Kerja Anggaran Perusahaan (RKAP) : Target pencapaian yang ditetapkan perusahaan terhadap unit usaha tertentu berdasarkan data pencapaian historis dan sumber daya yang ada.

Rendemen : kadar kandungan gula didalam batang tebu yang dinyatakan dengan persen. Bila dikatakan rendemen tebu 10 %, artinya ialah bahwa dari 100 kg tebu yang digiling di Pabrik Gula akan diperoleh gula sebanyak 10 kg

Resiko : Segala kejadian yang memiliki peluang kemungkinan terjadi dan dapat berdampak negatif terhadap pencapaian tujuan perusahaan.

Sensitivitas : Pengujian terhadap model dengan mengasumsikan kemungkinan kondisi pada dunia nyata dengan menerapkan metode skenario terbaik dan terburuk. Setiap perubahan parameter, dalam hal ini dinaikkan (diturunkan) 10% dari nilai parameter dasar akan dilihat responnya terhadap perubahan parameter utama.

Sistem dinamik : Salah satu metodologi dalam pendekatan sistem dengan memanfaatkan bantuan komputer untuk menganalisa dan memecahkan masalah rumit dengan fokus pada analisa dan desain kebijakan.

Skenario kebijakan : Kombinasi-kombinasi variabel penguji untuk dilihat responnya terhadap dinamika parameter utama. Terdiri dari tiga jenis skenario kebijakan beserta kombinasinya, yaitu skenario agresif (optimis), skenario moderat dan skenario lambat (pesimis).

Stock flow diagram (SFD) : Susunan diagram alir dalam pembangunan model dinamik yang terdiri dari *stock* dan *flow*. *Stock* merupakan akumulasi, karakteristik keadaan sistem dan pembangkit informasi, dimana aksi dan keputusan didasarkan padanya.

Uji distribusi probabilitas : Pengujian kesesuaian sebaran data dalam model dengan sebaran data di dunia nyata. Uji distribusi probabilitas dengan metode *Kolmogorv-Smirnov* menghasilkan nilai *pvalue*.

Verifikasi : Pengecekan hubungan konseptual dan logis dari formulasi matematik dan program simulasi yang dihasilkan. Atau dalam pengertian lain, merupakan pengujian kesesuaian perilaku dan respon model terhadap tujuan model.

Validasi : Usaha penyimpulan apakah model sistem tersebut merupakan perwakilan yang sah dari realitas yang dikaji sehingga dapat menghasilkan kesimpulan yang meyakinkan.

%Briks : jumlah zat padat semu yang larut dalam setiap 100 gr nira tebu.

%POL : jumlah gula (dalam gram) yang terkandung dalam setiap 100 gr nira tebu yang didapat dari pengukuran dengan menggunakan Polarimeter secara langsung.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan produk hasil olahan dari tebu (*Saccharum officinarum*) yang menjadi salah satu dari bahan komoditi pangan utama, selain beras, kedelai, dan jagung. Berkaitan dengan pembangunan berkelanjutan (SDGs), Tebu (Gula) sebagai salah satu komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia, yang menempati urutan ke-empat setelah padi-padian, pangan hewani serta minyak dan lemak sebagai bahan pangan sumber kalori, dengan pangsa sebesar 6,7 persen, saat ini permasalahan tebu nasional dihadapkan pada situasi produksi gula yang dihasilkan belum cukup memenuhi kebutuhan gula nasional. Permintaan akan komoditi utama ini, termasuk gula terus menerus mengalami peningkatan setiap tahunnya, permintaan ini akan terus meningkat dengan seiring meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia. Di berbagai negara, termasuk Indonesia telah melakukan berbagai macam upaya untuk upaya peningkatan ketahanan pangan antara lain melalui swasembada pangan, diversifikasi pangan, peningkatan nilai tambah, daya saing, ekspor, stabilitasi harga dan kesejahteraan petani yang diatur dalam UU Nomor 18 Tahun 2012. Akan tetapi hasil dari upaya tersebut masih belum dapat dikatakan memuaskan, karena hanya komoditas beras yang mencapai surplus 5,4 juta ton (produksi 39,8 juta, kebutuhannya 34,4 juta ton), sedangkan komoditas gula produksinya masih kecil dibanding kebutuhan. Peningkatan permintaan gula dalam negeri seharusnya diiringi dengan peningkatan produktivitas produsen, tetapi 67 pabrik gula (PG) aktif (59 PG dan 8 PGR) hanya mampu memenuhi kebutuhan rata-rata 2.3 juta ton/tahun (DGI 2012). Berbagai penyebabnya antara lain anomali iklim, rendemen kecil (di bawah 8%) dan produktivitas rendah (di bawah 80 ton/hektar) (Mahbubi, 2015).

Agroindustri gula nasional hingga saat ini masih menarik untuk dikaji, mengingat gula merupakan salah satu komoditas pangan strategis dalam perekonomian Indonesia (UU No. 7 Tahun 1996 dan Keputusan Presiden RI No. 57 Tahun 2004). Menurut Kurniawan (2016), Populasi penduduk yang mencapai 250 juta jiwa dengan pertumbuhan 1,25% per tahun dan diproyeksikan akan

mencapai 271 juta jiwa pada tahun 2020 (BPS, 2013), menjadikan total konsumsi gula dalam negeri terus meningkat dari 5,35 juta ton pada tahun 2012 menjadi 6,00 juta ton pada triwulan kedua tahun 2014, dan terus meningkat mencapai hampir 7,00 juta ton pada awal tahun 2015. Sementara itu, produksi gula dalam negeri hingga pertengahan tahun 2014 hanya mampu memenuhi sekitar 2,9 juta ton atau 48,3%, sedangkan lebihnya (51,2%) dipenuhi dari gula impor. Impor gula tahun 2012 mencapai 2,53 juta ton, meningkat menjadi 2,7 juta ton pada tahun 2013, dan diperkirakan mencapai 3,7 juta ton pada tahun 2020 (Bantacut, 2012).

Upaya peningkatan produksi gula nasional agar dapat memenuhi permintaan nasional akan komoditi gula, telah banyak dilakukan. Beberapa upaya tersebut, seperti perbaikan produktivitas di perkebunan, perbaikan mutu bahan baku, revitalisasi pabrik tua dan tidak terpelihara, membangun pabrik gula baru di luar pulau Jawa (Fahrizal *et al.* 2014) termasuk upaya mengurangi susut panen, pasca panen dan pengolahan (Bantacut, 2012). Kajian pergulaan nasional pada umumnya mengungkapkan bahwa salah satu faktor utama untuk meningkatkan produktivitas gula dalam tebu (rendemen) adalah dengan memperbaiki sebagian besar kinerja pabrik gula. Kajian awal sistem pengukuran memberikan gambaran bahwa kinerja yang berkontribusi teradap peningkatan rendemen gula merupakan keterkaitan kinerja antar seluruh bagian baik di kebun maupun di pabrik bersifat kompleks dan dinamik. Kompleksitas tersebut misalnya pada saat aktifitas TMA (tebang, muat, angkut) hingga tebu sampai di halaman pabrik untuk digiling menjadi gula tebu serta lamanya masa tunda giling tebu yang berpengaruh terhadap kandungan gula. Pada proses tersebut nilai ukuran kinerjanya dapat berubah dengan cepat dari waktu ke waktu sehingga nilai efisiensi rendemennya berpotensi menurun menjadi hanya sekitar 6-7%. Padahal idealnya jika penanganan aktifitas TMA sampai tebu digiling dikoordinasikan secara baik antar bagian, maka nilai rendemennya dapat mencapai sekitar 9-10% dari kandungan gula dalam tebu yang berkisar 12-14% sesuai dengan ketersediaan sumber daya dan teknologi yang dimiliki saat ini (Rohmatulloh, 2007). Dengan adanya potensi penurunan rendemen tebu selama dari penebangan hingga penggilingan dengan masa tunda giling yang lama, hal tersebut juga akan berpotensi menimbulkan risiko pada produksi gula.

Potensi resiko produksi gula dapat terjadi sejak tebu diterima di pabrik hingga proses produksi. Menurut Bantacut (2012), potensi resiko produksi yang menjadi prioritas untuk dikendalikan adalah penurunan rendemen karena rendemen merupakan kadar kandungan gula di dalam batang tebu yang dinyatakan dengan persen. Selain itu, rendemen juga mencerminkan seberapa besar gula yang dapat dihasilkan dari tebu yang digiling. Penurunan rendemen tebu akibat terjadinya tunda giling jauh lebih besar dibandingkan saat pengolahan di pabrik. Penurunan rendemen tebu dapat dicerminkan melalui penurunan nilai %pol dan %briks nira tebu, dimana %briks merupakan jumlah zat padat semu yang larut dalam setiap 100 gr nira, sedangkan %pol adalah jumlah gula (dalam gram) yang terkandung dalam setiap 100 gr nira tebu. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan Bantacut (2012), mutu tebu setelah ditebang memiliki nilai briks rata-rata 20.29% dan pol rata-rata 17.13%. Setelah sampai di *caneyard*, tebu mengalami penyusutan mutu dengan nilai briks rata-rata 19.59% dan pol rata-rata 16.24%. Selain penurunan nilai briks dan pol, kadar sukrosa dalam tebu juga berpotensi hilang sekitar 5% - 25%. Hal tersebut disebabkan oleh inversi mikrobiologi, terutama oleh infeksi bakteri *Leuconostoc mesenteroides* selama di lahan, pengiriman dan produksi (MRLI, 1998). Bakteri ini memproduksi dekstransukrase yang mensintesa sukrosa menjadi dekstran. Kadar dekstran yang tinggi dalam nira bisa mengganggu produksi gula tebu. Selain berakibat terhadap kehilangan sukrosa, tingginya konsentrasi dekstran dapat pula meningkatkan viskositas nira yang berpengaruh nyata terhadap penurunan rendemen, kualitas gula, dan beresiko terhadap biaya ekonomi tinggi (Mochtar, 1994).

Kehilangan kandungan sukrosa yang tercermin dengan turunnya %pol dan %briks ini terutama disebabkan keterlambatan giling sehingga menyebabkan tebu menjadi rusak. Kerusakan tebu tidak hanya menyebabkan kehilangan gula, tetapi juga menyebabkan pengolahan menjadi lebih sulit (Siddhant *et al.*, 2009) dan (Suman *et al.*, 2000). Berdasarkan informasi yang diperoleh dari pihak pabrik gula (PG) Semboro, adanya *breakdown* atau jam berhenti giling juga akan meningkatkan lama tunda giling, karena proses pengolahan akan terhenti dan tebu yang sudah ditebang tidak dapat langsung diolah dan masih harus mengantri. Tingginya

kehilangan gula sebelum giling disebabkan adanya permasalahan manajemen tebang muat angkut (TMA) sehingga waktu menunggu tebu menjadi lebih lama dan tidak sesuai dengan standar baku yang telah ditetapkan yaitu 36 jam (berdasarkan informasi dari pihak PG Semboro). Perhatian terhadap susut pasca panen secara umum dan TMA secara khusus telah banyak menjadi perhatian peneliti (Jyoti, 2009; Rakkiyappan, 2009; Saxena, 2010). Penelitian ini bermaksud melakukan observasi terhadap kehilangan gula atau rendemen yang menjadi penyebab resiko produksi gula PG Semboro, sehingga dapat menjadi acuan perbaikan yang sesuai untuk PG Semboro.

Kajian resiko produksi gula pada umumnya mengungkapkan bahwa salah satu faktor utama untuk meningkatkan produksi gula adalah dengan memperbaiki sebagian besar kinerja pabrik gula. Kajian awal sistem pengukuran memberikan gambaran bahwa kinerja yang berkontribusi terhadap produksi gula merupakan keterkaitan kinerja antar seluruh bagian pabrik, baik di kebun maupun di pabrik bersifat kompleks dan dinamis. Oleh karena adanya resiko produksi gula berupa penurunan rendemen yang tercermin pada penurunan nilai %briks dan %pol, maka perlu dilakukan sebuah kajian kinerja antar bagian pabrik gula yang sifatnya kompleks dan dinamis dengan pendekatan model dinamis agar ukuran kinerja pabrik gula dapat terkendali.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan adanya risiko produksi gula meliputi penurunan %brix dan %pol tebu terhadap lamanya masa tunda giling tebu yang akan berpengaruh terhadap nilai rendemen tebu dan produksi gula yang dapat dihasilkan. Maka perlu dilakukan adanya penanganan agar risiko produksi gula tersebut dapat ditekan hingga sekecil mungkin. Penanganan yang dapat dilakukan adalah dengan menurunkan atau mempersingkat masa tunda giling tebu mulai dari penebangan di lahan hingga proses produksi. Karena semakin lama waktu tunda giling tebu maka akan semakin menurunkan kadar %brix dan %pol dari tebu yang nantinya akan berpengaruh pada rendemen dan produksi gula yang dihasilkan serta besarnya keuntungan yang diperoleh perusahaan.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang model sistem dinamis untuk pengendalian risiko produksi gula PG Semboro
2. Mendapatkan kebijakan untuk menurunkan risiko produksi gula PG Semboro.

1.4 Manfaat Penelitian

Kontribusi/manfaat dari penelitian yang dilakukan terhadap PG Semboro diharapkan:

1. Dapat digunakan untuk menangani risiko-risiko produksi gula khususnya yang terkait dengan rendemen produk dalam proses produksi PG Semboro dan mengetahui sumber risiko serta dampak risiko yang ditimbulkan
2. Model pengendalian risiko produksi gula yang dihasilkan dapat digunakan pengelola PG Semboro untuk memberikan kebijakan risiko produksi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*)

Tanaman tebu tergolong tanaman perdu dengan nama latin *Saccharum officinarum* L. Di daerah Jawa tanaman ini disebut dengan tanaman Tiwu. Tanaman tebu ini merupakan tanaman jenis rumput-rumputan. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih satu tahun. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra (Ditjebun, 2013).



Gambar 2.1 Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*)(Sumber: Google.co.id)

Klasifikasi botani dari tanaman tebu adalah sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Sub Divisio	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledone
Familia	: Poaceae
Genus	: <i>Saccharum</i>
Species	: <i>S. officinarum</i>

Tebu dapat ditanam di dataran rendah sampai dataran tinggi yang tidak lebih dari 1400 m di atas permukaan laut. Pada 6-9 bulan setelah masa tanam, tebu memerlukan air yang cukup untuk pertumbuhannya, masa ini disebut fase basah dan tiga bulan berikutnya disebut fase kering. Pada fase basah tebu mengalami fase vegetatif yaitu terjadinya pertumbuhan batang, sedangkan pada fase kering tebu mengalami fase generatif yaitu terjadinya pembentukan gula. Tanaman tebu

(*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman perkebunan semusim yang mempunyai sifat tersendiri sebab di dalam batangnya terdapat zat gula. Tebu termasuk keluarga rumput-rumputan (*graminae*) seperti halnya padi, glagah, jagung, bambu, dan lain-lain. Varietas tebu secara garis besar dapat dibedakan menjadi 3 (Ditjebun, 2013), yaitu:

- a. Varietas Genjah (masak awal), mencapai masak optimal setelah melewati bulan kering pertama.
- b. Varietas Sedang (masak tengahan), mencapai masak optimal setelah melewati bulan kering ke dua atau ke tiga.
- c. Varietas Dalam (masak lambat), mencapai masak optimal setelah melewati bulan kering ke empat.

Setelah ditebang, sebaiknya tebu diangkut secepat mungkin ke pabrik untuk segera digiling dalam 24 jam. Tebu yang ditahan lebih lama lagi akan menurun kualitasnya sejalan dengan aktivitas respirasi dan penguraian sukrosa yang berlanjut pada penurunan kandungan gula (Moerdokusumo, 1993). Kualitas tebu dapat diukur dengan menganalisis Nira Perahan Pertama (NPP) tebu (Ananta dan Santoso, 1990).

2.2 Nira Tebu

Nira merupakan cairan yang keluar dari batang tebu. Pabrik gula hanya berfungsi sebagai alat ekstraksi untuk mengeluarkan nira dari batang tebu dan mengolahnya menjadi gula kristal. Nira tebu dalam keadaan segar terasa manis, berwarna coklat kehijauhijauan (Ananta dan Santoso, 1990) dengan pH dan suhu nira mentah pabrik gula sekitar 5,0–5,5 dan 50 °C (Sumarno, 1994). Selain komponen gula, nira juga mengandung komponen non-gula. Komposisi nira tebu disajikan pada Tabel 2.1 dan komposisi bahan non gula nira tebu disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1. Komposisi nira tebu

Komponen Nira	Kadar (%)
Air	77-88
Sukrosa	8-21
Gula pereduksi	0,3-3
Zat anorganik	0,2-0,6
Zat organik	0,5-1

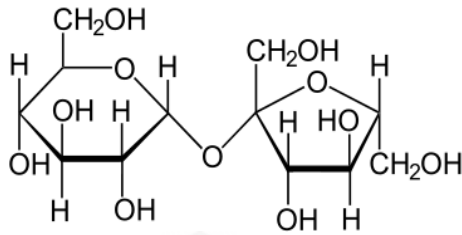
Sumber: Goutara dan Wijandi (1975)

Tabel 2.2. Komposisi bahan non gula nira tebu

Komponen	Kadar (%)
Karbohidrat (selain gula):	
• Hemiselulosa	8,5
• Pektin	1,5
Senyawa nitrogen organik:	
• Protein tinggi (Albumin)	7
• Protein sederhana (Albuminosa dan Pentosa)	2
• Asam amino (Glisin, Asam aspartat)	9,5
• Asam amida (Asparagin dan Glutamin)	15,5
Asam organik (selain asam amino): Akonitat, Oksalat, Suksinat, Glikolat, dan Malat amida (Asparagin dan Glutamin)	13
Pigmen (zat warna): Klorofil, Antosianin, Sakaretin, Tannin	13
Lilin, lemak, sabun	7
Garam anorganik: Fosfat, Klorida, Sulfat, Nitrat dari Na, K, Ca, Mg, dan Fe	7
Silika	2

Sumber: Honig (1953)

Kandungan utama nira tebu adalah sukrosa yang merupakan disakarida dengan rumus kimia $C_{12}H_{22}O_{11}$ yang terdiri dari monosakarida glukosa dan fruktosa. Sukrosa ditemukan dalam bentuk bebas di dalam tanaman, umumnya tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) dan bit (*Beta vulgaris*) (Paryanto *et al.*, 1999). Rumus bangun kimia sukrosa sebagai komponen utama nira tebu disajikan pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2. Rumus bangun kimia Sukrosa (Fitri, 2008)

Sifat sukrosa mudah larut dalam air. Daya larutnya dipengaruhi oleh suhu, zat lain yang terlarut dalam air, dan sifat zat tersebut. Makin tinggi suhu dan garam dalam air, makin tinggi jumlah sukrosa yang larut. Kelarutan sukrosa dalam nira tebu tidak saja disebabkan oleh suhu, namun bergantung pula dari kemurnian dan sifat bahan bukan sukrosa (Paryanto *et al.*, 1999). Nira merupakan salah satu bahan pangan yang mudah rusak akibat kontaminasi mikroba. Kerusakan nira sebenarnya sudah dimulai sejak awal produksi. Infeksi mikroba ke dalam nira terjadi akibat kontak antara batang tebu dengan pisau dan tanah (Mochtar dan Ananta, 1994). Kerusakan nira ditandai dengan rasa asam, berbuih putih, dan berlendir yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme terhadap kandungan sukrosa nira (Dachlan, 1984).

Analisis kualitas nira meliputi %brix, %pol, pH, gula reduksi %brix, Harkat Kemurnian (HK) dan Nilai Nira Perahan Pertama (NNPP). %brix adalah zat padat kering terlarut dalam larutan (gr/100gr larutan) yang dihitung sebagai sukrosa. %pol adalah jumlah gula (gr) yang terlarut dalam 100 gram larutan yang mempunyai kesamaan putaran optik dengan sukrosa murni. pH merupakan parameter keasaman yang mempengaruhi kualitas nira setiap proses pengolahan menjadi gula. Gula reduksi %brix merupakan hasil inversi dari sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. HK merupakan persentase %pol terhadap %brix. NNPP merupakan suatu besaran yang menyatakan kristal (%) yang diperkirakan dapat diperoleh dari NPP (Kuspratomo, 2012).

2.3 Masa Tunda Giling

Keberhasilan sistem tebang selama masa pra-giling (Tebang Muat Angkut) terlihat dari kemampuan menyuplai jumlah tebu yang sesuai dengan kapasitas giling, kontinuitas pengiriman tebu ke pabrik yang dipertahankan, kehilangan tebu dan gula seminimal mungkin di areal atau perjalanan, serta tetap terjagaanya kesegaran tebu (Mindrayani, 2002). Hablur adalah gula sukrosa yang dikristalkan dan mencerminkan rendemen tebu. Rendemen yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh keadaan tanaman dan proses penggilingan di pabrik. Untuk mendapatkan rendemen yang tinggi, tanaman harus bermutu baik dan ditebang pada saat yang tepat (Purwono, 2003).

Transportasi merupakan kegiatan antara dua bilah pisau, yaitu pisau tebang di kebun dan pisau gilingan di pabrik (Pinem, 1984). Masalah penurunan rendemen atau kualitas yang berhubungan dengan transportasi dan cara panen disebabkan oleh keterlambatan giling serta adanya kotoran (Mochtar, 1982). Di Australia, selang waktu maksimum proses tebang hingga giling dianjurkan berkisar 12-16 jam (Robinson, 1976). Hal ini lebih baik dibanding penyediaan tebu giling pabrik gula di daerah tropis yang dapat beroperasi selama 24 jam/hari, dimana stok giling malam hari dipenuhi pada siang hari yaitu dari jam 06.00–18.00 sore (Pinem, 1984). Kondisi ini sering terjadi di Indonesia saat musim giling. Rendahnya kapasitas giling harus dihadapkan dengan jumlah tebu yang melimpah menyebabkan MTG tak terkendali.

Kerusakan nira sebenarnya sudah dimulai sejak awal produksi. Infeksi mikroba ke dalam nira terjadi akibat kontak antara batang tebu dengan pisau dan tanah (Mochtar dan Ananta, 1994). Turunnya kualitas tebu berupa kehilangan sukrosa akibat tertundanya giling lebih besar dibanding kehilangan pada waktu pengolahan di pabrik (Mochtar, 1982). Kehilangan sukrosa sekitar masa giling terdiri dari beberapa sebab, diantaranya 13 % oleh inversi secara kimia, 25 % oleh efek kimia enzimatis, dan 62 % oleh inversi mikrobiologi. Bila tidak segera diatasi, masalah ini dapat berlanjut terhadap kehilangan sukrosa yang tidak terkendali (MRLI, 1998).

2.4 Agroindustri Gula

Agroindustri gula merupakan suatu kegiatan pengolahan yang memanfaatkan bahan baku utama tebu dan menghasilkan produk berupa gula dan molase. Hal inilah yang kemudian dikatakan bahwa agroindustri gula merupakan faktor penghubung bagi produk hasil pertanian yaitu tebu untuk meningkatkan nilai tambah menjadi gula. Tanaman tebu sebagai bahan baku merupakan tanaman perkebunan semusim, yang mengandung cairan glukosa yang cukup tinggi (Apriyani, 2004).

Indonesia pernah mengalami kejayaan sebagai negara pengekspor gula terbesar, namun sejak awal tahun 1990 hingga saat ini Indonesia mengalami keterpurukan produksi gula yang mengharuskan Indonesia menjadi negara pengimpor gula dengan jumlah permintaan yang semakin tinggi. Permintaan gula secara nasional diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, kepadatan masyarakat, dan pertumbuhan industri pengolahan makanan dan minuman yang menggunakan gula sebagai bahan baku produksinya.

Jumlah pabrik gula di Indonesia sejak tahun 1930 terus mengalami perubahan yang dinamis. Pada tahun 1930 tercatat ada sekitar 179 pabrik gula, kemudian seiring dengan terjadinya malaise, jumlah pabrik gula yang beroperasi pada tahun 1935 turun drastis hingga tinggal 38 buah. Pada tahun 1940, jumlah pabrik gula yang beroperasi meningkat lagi menjadi 92 buah, kemudian turun kembali pada saat perang kemerdekaan, dan pada tahun 1950 tercatat hanya 30 pabrik gula yang beroperasi. Pada saat nasionalisasi tahun 1957, jumlah pabrik gula yang beroperasi tercatat 52 buah, meningkat lagi pada tahun 1962 menjadi 55 buah, dan pada tahun 2004 jumlah pabrik gula yang ada 58 buah dengan total kapasitas terpasang 197.847 ton tebu per hari (*Tons Cane per Day* = TCD). Rata-rata kapasitas produksi PG di Jawa dan Sulawesi relatif lebih kecil dibandingkan dengan PG di Sumatera. Hal ini disebabkan PG yang ada di Sumatera umumnya masih baru yang dirancang dengan kapasitas yang memenuhi skala ekonomi PG yang efisien, sedangkan PG di Jawa umumnya dibangun pada masa kolonial dan PG di Sulawesi dibangun pada awal tahun 1970-an (Mardianto, 2005).

2.5 Teori Antrian

2.5.1 Pengertian antrian

Asal mula munculnya teori antrian pertama kali adalah ditemukan dan dikembangkan oleh seorang insinyur Denmark yang bernama A.K. Erlang pada tahun 1910. A.K. Erlang melakukan sebuah eksperimen tentang fluktuasi permintaan fasilitas telepon berhubungan dengan *automatic dialling equipment*, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Pada saat-saat yang sibuk para operator sangat kewalahan dalam melayani para penelepon dengan cepat, sehingga para penelepon harus menunggu giliran untuk dilayani yang mungkin akan memakan waktu yang cukup lama (Subagyo, 2000).

Proses antrian (*queueing process*) adalah suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan seorang pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu baris (antrian) jika semua pelayannya sibuk, dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut. Pengertian antrian itu sendiri menurut Siagian (1987) mengungkapkan bahwa antrian adalah suatu garis tunggu dari nasabah (satuan) yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Sedangkan menurut Heizer dan Render (2005). Antrian adalah orang-orang atau barang dalam sebuah barisan yang sedang menunggu untuk dilayani. Teori antrian memiliki definisi teori yang menyangkut studi sistematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan. Teori antrian berkenaan dengan seluruh aspek dari situasi dimana pelanggan (baik orang maupun barang) harus antri untuk mendapatkan suatu pelayanan.

2.5.2 Disiplin antrian

Disiplin antrian menunjukkan pedoman keputusan yang digunakan untuk menyeleksi individu-individu yang memasuki antrian untuk dilayani terlebih dahulu. Menurut Sinalungga (2008), ada beberapa bentuk disiplin pelayanan digunakan, yaitu:

- a. *FCFS (First Come First Served)* atau *FIFO (First In First Out)* artinya, lebih dulu datang (sampai), lebih dulu dilayani (keluar). Misalnya, antrian pada loket pembayaran pajak kendaraan bermotor.

- b. *LCFS (Last Come First Served)* atau *LIFO (Last In First Out)* artinya, yang tiba terakhir yang lebih dulu keluar. Misalnya, antrian pada satu tumpukan barang di gudang. Barang yang terakhir masuk akan berada ditumpukkan paling atas sehingga harus diambil pertama..
- c. *Service in Random Order (SIRO)* atau pelayanan dalam urutan acak atau sering dikenal juga *random selection for services (RSS)*, artinya pelayanan atau panggilan didasarkan pada peluang secara acak, tidak mempermasalahkan siapa yang lebih dahulu tiba. Contohnya pengambilan nomor undian secara acak.
- d. *Priority Service (PS)* artinya prioritas pelayanan diberikan kepada mereka yang mempunyai prioritas paling tinggi dibandingkan dengan mereka yang memiliki prioritas paling rendah, meskipun yang terakhir ini sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu. Misalnya seseorang yang sudah memesan pelayanan servis motor melalui telepon akan didahulukan daripada yang tidak memesan terlebih dahulu.

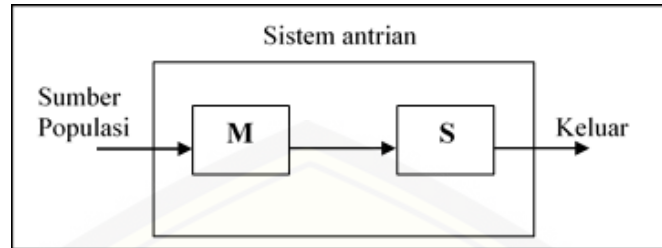
2.6 Model-model Sistem Antrian

Berdasarkan sifat proses pelayanan, dapat diklasifikasikan fasilitas pelayanan dalam susunan saluran atau *channel (single atau multiple)* dan *phase* yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda. Istilah saluran atau *channel* menunjukkan jumlah jalur atau tempat untuk memasuki sistem pelayanan, yang juga menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan. Istilah *phase* berarti jumlah stasiun-stasiun pelayanan, dimana pelanggan harus melaluinya sebelum dinyatakan pelayanan lengkap. Terdapat 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian, (Subagyo, 2000):

a. *Single channel-single phase*

Sistem ini adalah yang paling sederhana. *Single channel* berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. *Single phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan atau sekumpulan tunggal operasi yang dilaksanakan.

Secara umum sistem *Single channel-single phase* dimodelkan sebagai berikut :



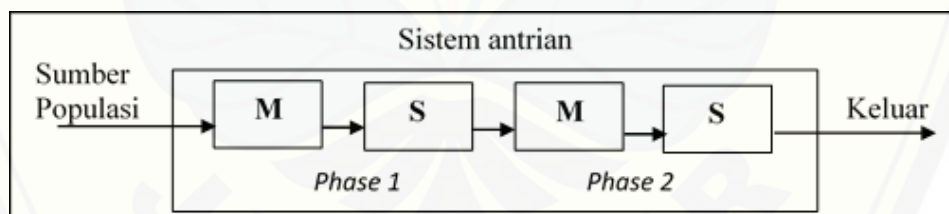
Gambar 2.3. Struktur antrian *Single channel-single phase*

Keterangan :

M = Antrian ; S = Fasilitas pelayanan (*server*)

b. Single channel-multiphase

Istilah *multiphase* menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam *phase-phase*). Sebagai contoh : lini produksi massa, pencucian mobil, tukang cat mobil, dan sebagainya. Berikut ini merupakan gambaran secara umum dari sistem *Single channel-multiphase* :



Gambar 2.4. Struktur antrian *Single channel-multiphase*

c. Multichannel-single phase

Sistem *Multichannel-single phase* terjadi ketika ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.6. Sebagai contoh model ini adalah pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket, pelayanan potong rambut oleh beberapa tukang rambut, dan sebagainya. Rumus-rumus yang digunakan yaitu:

$$P = \frac{\lambda}{S\mu} \quad \text{pers. 2.1}$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{S-1} \left[\frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} \right] + \frac{(\lambda/\mu)^S}{S! \left(1 - \frac{\lambda}{S\mu}\right)}} \quad \text{pers. 2.2}$$

$$P_W = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S \frac{P_0}{S! \left[1 - \left(\frac{\lambda}{S\mu}\right)\right]} \quad \text{pers. 2.3}$$

$$L_q = \frac{\lambda\mu \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2}{(S-1)!(S\mu-\lambda)^2} P_0 \quad \text{pers. 2.4}$$

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad \text{pers. 2.5}$$

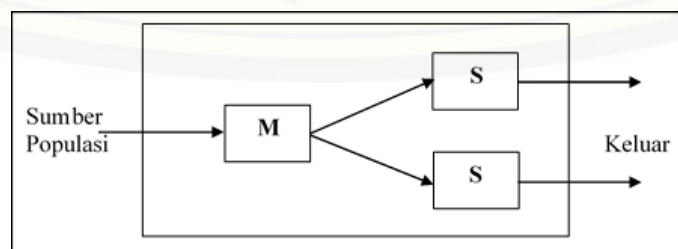
$$W_q = \frac{P_0}{\mu S (S!) \left[1 - \left(\frac{\lambda}{S\mu}\right)\right]^2} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right) S \quad \text{pers. 2.6}$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \quad \text{pers. 2.7}$$

Keterangan :

- λ = Rata-rata tingkat kedatangan/jam
- μ = Rata-rata tingkat pelayanan/jam
- L_q = Jumlah unit rata-rata yang diharapkan dalam antrian (unit)
- L_s = Jumlah unit rata-rata yang diharapkan dalam sistem (unit)
- W_q = Waktu menunggu rata-rata yang diharapkan dalam antrian (jam)
- W_s = Waktu menunggu rata-rata yang diharapkan dalam sistem (jam)
- P = Tingkat intensitas fasilitas pelayanan
- P_n = Probabilitas kepastian n pelanggan dalam sistem
- P_0 = Probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem

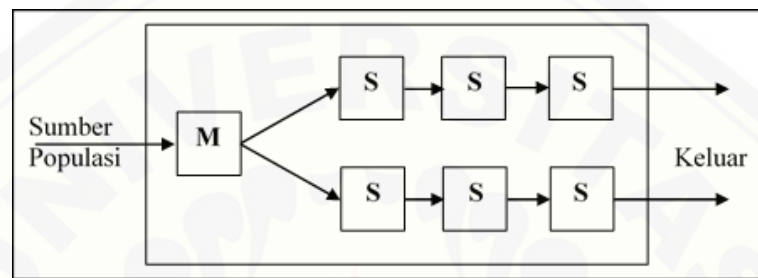
Berikut ini merupakan gambaran secara umum dari sistem *Multichannel-single phase* :



Gambar 2.5. Struktur antrian *Multichannel-single phase*

d. *Multichannel-multiphase*

Sistem *Multichannel-multiphase* ditunjukkan oleh gambar 2.7. Sebagai contoh, registrasi para mahasiswa di universitas, pelayanan kepada pasien di rumah sakit mulai dari pendaftaran, diagnosa, penyembuhan sampai dengan pembayaran. Pada umumnya, jaringan antrian ini terlalu kompleks untuk dianalisa dengan teori antrian, mungkin simulasi lebih sering digunakan untuk menganalisa sistem ini.



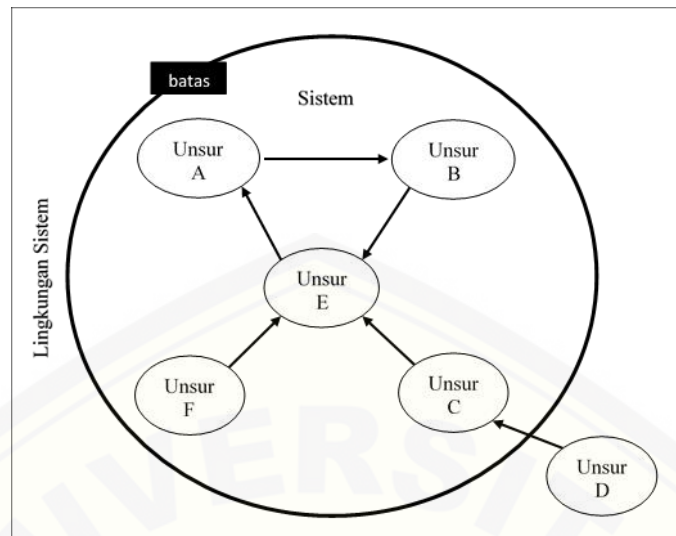
Gambar 2.7. Struktur antrian *Multichannel-multiphase*

Selain empat model struktur antrian di atas sering terjadi struktur campuran (*mixed arrangements*) yang merupakan campuran dari dua atau lebih struktur antrian di atas. Misal, ditoko-toko dengan beberapa pelayan (*multichannel*), namun pembayaran hanya pada seorang kasir (*single channel*).

2.7 Konsep Dasar Sistem Dinamis

2.7.1 Sistem dan Berpikir Sistemik

Sistem adalah keseluruhan interaksi antar unsur dari sebuah obyek dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja mencapai tujuan. Pengertian dari keseluruhan adalah lebih dari sekedar penjumlahan atau susunan (*aggregate*), yaitu terletak pada kekuatan yang dihasilkan oleh keseluruhan itu jauh lebih besar dari suatu penjumlahan atau susunan. Secara visual, sistem dapat digambarkan sebagai seperti gambar 2.8



Gambar 2.7. Ilustrasi sistem

Syarat awal untuk memulai berpikir sistemik adalah adanya kesadaran untuk mengapresiasi dan memikirkan suatu kejadian sebagai sebuah sistem. Kejadian apapun baik fisik maupun non-fisik, dipikirkan sebagai unjuk kerja atau dapat berkaitan dengan unjuk kerja dari keseluruhan interaksi antar unsur sistem dalam batas lingkungan tertentu (Muhammadi, 2001).

Berdasarkan adanya pemahaman tentang kejadian sistemik, berikut adalah langkah-langkah untuk menghasilkan bangunan pemikiran (*model*) yang bersifat sistemik, yaitu:

- a. Identifikasi proses menghasilkan kejadian nyata.
- b. Identifikasi kejadian yang diinginkan.
- c. Identifikasi kesenjangan antara kenyataan dengan keinginan.
- d. Identifikasi dinamika menutup kesenjangan.
- e. Analisis kebijakan (Muhammadi, 2001).

2.7.2 Struktur dan Perilaku Sistem

Sebagaimana telah diketahui bahwa struktur memberi bentuk kepada sistem dan sekaligus memberi ciri yang memberi perilaku sistem. Perilaku tersebut dibentuk oleh kombinasi perilaku simpal umpan balik (*feedback loops*) yang menyusun struktur. Kata kunci dari struktur adalah interaksi atau mekanisme. Setiap gejala apapun, baik fisik atau non-fisik bagaimanapun kerumitannya, dapat

disederhanakan menjadi struktur dasar yaitu mekanisme dari masukan, proses, keluaran, dan umpan balik. Mekanisme kerja berkelanjutan yang menunjukkan adanya perubahan menurut waktu dan bersifat dinamis. Perubahan tersebut menghasilkan unjuk kerja sistem yang dapat diamati perilakunya. Mekanisme berkelanjutan dari masukan, proses, keluaran, dan umpan balik tersebut dalam dunia nyata tidak bebas atau tidak tumbuh tanpa batas, tetapi tumbuh dengan pengendalian. Kendali dari dalam sistem menyangkut umur atau kerusakan sistem, sedangkan kendali dari luar sistem menyangkut intervensi dan hambatan lingkungan (Muhammadi, 2001).

Membahas tentang mekanisme dari masukan, proses, keluaran, dan umpan balik hal tersebut dapat digambarkan dan disederhanakan dari keadaan nyata yang kompleks ke dalam diagram simpal kausal. Diagram simpal kausal adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab-akibat (*causal relationship*) ke dalam bahasa gambar tertentu. Bahasa gambar tersebut adalah panah yang saling mengait sehingga membentuk sebuah diagram simpal, di mana hulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat (Muhammadi, 2001).

2.7.3 Perilaku Dinamis dan Pola Dasar

Gabungan simpal-simpal umpan balik tersebut menjelaskan kompleksitas secara sederhana. Semakin banyak simpal menggambarkan semakin banyak variabel (unsur) dan parameter (waktu) yang berarti semakin rinci dan dinamis. Kompleksitas yang rinci dan dinamis ini dapat disederhanakan ke dalam empat tipe, di mana masing-masing berhubungan dengan dominasi dan atau kombinasi simpal tertentu, yang menghasilkan perilaku sistem yang antara lain:

- a. Non-linieritas.
- b. Pembelajaran.
- c. Emergensi.
- d. Ko-evolusi (Muhammadi, 2001).

Dari hasil pengkajian oleh para pakar secara empiris terhadap puluhan bahkan ratusan kasus perilaku dinamis, dewasa ini telah dapat diidentifikasi

sembilan pola dasar perilaku dinamis. Masing-masing pola dasar perilaku dinamis tersebut adalah:

- a. Tindakan koreksi dengan penundaan.
- b. Sasaran yang berubah.
- c. Batas keberhasilan.
- d. Kesulitan bersama.
- e. Kemajuan dan kekurangan modal.
- f. Pemindahan beban.
- g. Perbaikan yang gagal.
- h. Eskalasi atau percepatan.
- i. Sukses bagi yang berhasil (Muhammadi, 2001).

2.7.4 Simulasi Model

Simulasi adalah peniruan perilaku suatu gejala atau proses. Simulasi bertujuan untuk memahami gejala atau proses tersebut, membuat analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut di masa depan. Simulasi dilakukan melalui tahap-tahap penyusunan konsep, pembuatan model, simulasi, dan validasi hasil simulasi.

Tahap pertama simulasi adalah penyusunan konsep. Gejala atau proses yang akan ditirukan perlu dipahami, antara lain dengan jalan menentukan unsur-unsur yang berperan dalam gejala atau proses tersebut. Unsur-unsur tersebut saling berinteraksi, saling berhubungan, dan saling ketergantungan. Unsur-unsur tersebut bersatu dalam melakukan suatu kegiatan. Dari unsur-unsur dan keterkaitannya, dapat disusun suatu gagasan atau konsep mengenai gejala atau proses yang akan disimulasikan (Muhammadi, 2001).

Gagasan tersebut selanjutnya akan dirumuskan dalam bentuk model yang berbentuk uraian, gambar atau rumus. Selanjutnya, simulasi dapat dilakukan dengan menggunakan model yang telah dibuat. Dan yang terakhir adalah dilakukan validasi untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan gejala atau proses yang ditirukan. Model dapat dinyatakan baik apabila kesalahan atau penyimpangan hasil simulasi terhadap gejala atau proses yang ditirukan kecil (Muhammadi, 2001).

2.8 Pengujian Model dan Analisis Kebijakan

2.8.1 Validasi Model

Pengetahuan ilmiah yang bersifat obyektif harus taat pada fakta. Validitas atau keabsahan adalah salah satu kriteria penilaian keobjektifan dari suatu pekerjaan ilmiah. Dalam pekerjaan pemodelan, obyektif itu ditunjukkan dengan sejauh mana model dapat menirukan fakta. Dalam dunia nyata, fakta adalah kejadian yang teramati. Rangkaian hasil pengamatan tersebut dapat bersifat terukur yang disusun menjadi data kualitatif atau informasi aktual. Sedangkan dalam dunia model, hasil simulasi adalah perilaku variabel yang diinteraksikan dengan bantuan komputer. Dalam melakukan uji validasi terhadap model sistem dinamis, terdapat dua macam uji validasi, yaitu (Muhammadi, 2001):

a. Uji validitas struktur

Ada dua jenis validitas struktur, yaitu validitas konstruksi dan kestabilan struktur. Validitas konstruksi yaitu keyakinan terhadap konstruksi model valid secara ilmiah. Kestabilan struktur yaitu keberlakuan struktur dalam dimensi waktu. Pengujian terhadap kedua jenis validitas struktur ini bertujuan untuk memperoleh keyakinan sejauh mana keserupaan struktur model mendekati struktur nyata (Muhammadi, 2001).

b. Uji validitas kinerja/output model

Validitas kinerja adalah aspek pelengkap dalam metode berpikir sistem. Tujuannya untuk memperoleh keyakinan sejauh mana kinerja model sesuai dengan kinerja sistem nyata, sehingga memenuhi syarat sebagai model ilmiah yang taat fakta. Caranya adalah dengan memvalidasi model dengan data empiris, untuk melihat sejauh mana perilaku output model sesuai dengan perilaku data empiris. Sebelum melakukan uji konsistensi antara kinerja model dengan data, ada beberapa aspek penting yang diperhatikan, yaitu konsistensi unit analisis dan dimensi serta tentang data simulasi yang dihasilkan model (Muhammadi, 2001).

2.8.2 Sensitivitas Model

Sensitivitas model adalah respons model terhadap suatu stimulus. Respons ditunjukkan dengan perubahan perilaku dan/atau kinerja model. Stimulus diberikan

dengan memberikan perlakuan tertentu pada unsur atau struktur model. Perlakuan tersebut adalah uji sensitivitas. Uji sensitivitas bertujuan untuk menjelaskan sensitivitas parameter, variabel dan hubungan antar variabel dalam model. Hasil uji sensitivitas ini, dalam bentuk perubahan perilaku dan/atau kinerja model, digunakan untuk menganalisis efek intervensi terhadap model. Di dalam uji sensitivitas ada dua kategori, yaitu intervensi fungsional dan intervensi struktural (Muhammadi, 2001).

2.8.3 Analisis dan Perumusan Kebijakan

Analisis kebijakan mengandung dua kata yaitu analisis dan kebijakan. Analisis adalah suatu pekerjaan intelektual untuk memperoleh pengertian dan pemahaman, sedangkan kebijakan adalah suatu upaya untuk mempengaruhi sistem mencapai tujuan yang diinginkan. Dalam analisis, pekerjaan intelektual tersebut adalah suatu proses memilah dan mengelompokkan obyek ke dalam bagian yang lebih rinci sehingga diperoleh pengetahuan tentang ciri dan cara kerja obyek tersebut. Sesuai dengan metode sistem dinamis untuk menangani sistem yang rumit, berubah dan non-linier, maka dengan penguasaan metode berpikir sistem dinamis, sebetulnya akan membawa kepada kemampuan analisis kebijakan dengan metode yang berimbang tersebut (Muhammadi, 2001).

2.9 Profil Pabrik Gula Semboro

2.9.1 Sejarah berdirinya PTPN XI PG Semboro

PG Semboro merupakan salah satu unit usaha yang berada di bawah naungan PT Perkebunan Nusantara XI (Persero). PG Semboro didirikan pada tahun 1921 oleh perusahaan swasta milik Belanda yaitu H. V. A. (*Handels Veriniging Amsterdam*) yang beroperasi menggiling tebu mulai tahun 1928. Awal produksi, PG Semboro memiliki kapasitas 2.400 ton per hari. Pada tahun 1930 sampai dengan tahun 1932, PG Semboro mulai giling dengan kapasitas penuh dengan luas lahan 2.103 Ha. Kegiatan giling sempat terhenti selama 8 tahun yaitu pada tahun 1941 sampai dengan tahun 1949 dikarenakan adanya Perang Dunia II dan perang kemerdekaan RI. Tahun berikutnya yaitu 1950, PG Semboro kembali beroperasi

sampai dengan berakhirnya masa kekuasaan bangsa asing dan kemudian diambil alih oleh pemerintah Indonesia pada tahun 1957.

Pada tahun-tahun berikutnya, PG Semboro mengalami beberapa perubahan status, antara lain:

- a. Sejak diambil alih oleh pemerintah Indonesia sampai dengan tahun 1968, PG Semboro termasuk dalam PPN Inspektorat VIII.
- b. Tahun 1969 sampai dengan 1975 termasuk PNP XIV.
- c. Tahun 1976 sampai dengan 1995, berubah status dan termasuk dalam lingkungan PT. Perkebunan XXIV-XXV (Persero) yang berkedudukan di jalan Merak No. 1 Surabaya.
- d. Berdasarkan peraturan pemerintah (PP) No. 16, tanggal 14 Februari 1996 PG Semboro tergabung dalam PT. Perkebunan Nusantara XI sampai sekarang.
- e. Tahun 1978, PG Semboro mengalami pemekaran kapasitas giling dari 2.400 ton tebu per hari menjadi 4.800 ton tebu per hari, dengan perubahan proses dari karbonisasi rangkap menjadi sulfitasi. Sejak tahun 1982/1983, kapasitas PG Semboro naik dari 4.800 ton per hari ditingkatkan menjadi 5.400 ton per hari. Sejak tahun 1993, PG Semboro menggunakan proses sulfitasi menghasilkan SHS (*Superior High Sugar*) 1A dan SHS 1B. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan gula dipasar domestik dan dunia, serta adanya program pemerintah menggalakkan ekspor non migas untuk menambah devisa negara dan pemenuhan komoditi gula dalam negeri, maka mulai tahun 2009 dilakukan revitalisasi beberapa pabrik gula di Indonesia salah satunya adalah PG Semboro. Pada tahun tersebut, dilakukan peningkatan kapasitas giling pabrik dari 5.400 ton per hari menjadi 7000 ton per hari. Pada tahun yang sama PG Semboro menerapkan proses purifikasi lebih lanjut terhadap *raw sugar* yaitu proses Defeksi, Remelt, dan Karbonasi (DRK).

2.9.2 Visi dan misi

Visi dan Misi PTPN XI PG Semboro, yaitu:

- a. Visi
Menjadi perusahaan agro industri yang unggul di Indonesia,

b. Misi

Mengelola dan mengembangkan agro industri berbasis tebu serta diversifikasi usaha untuk memberi nilai tambah melalui pemanfaatan sumber daya yang berwawasan lingkungan.

2.9.3 Deskripsi wilayah kerja PTPN XI PG Semboro

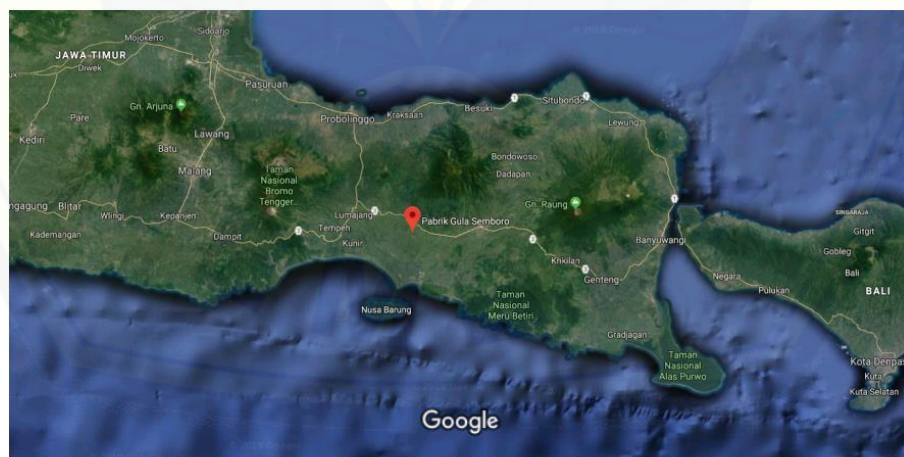
2.9.3.1 Letak dan lokasi perusahaan

Secara administratif, PTPN XI PG Semboro terletak di desa Semboro, Kecamatan Semboro, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. PTPN XI PG Semboro berjarak 35 km arah barat laut dari kota Jember serta berbatasan dengan :

- a. Batas barat : Kabupaten Lumajang
- b. Batas timur : Kabupaten Banyuwangi
- c. Batas utara : Kabupaten Bondowoso dan Probolinggo
- d. Batas Selatan : Samudera Indonesia

Letak geografis PTPN XI PG Semboro adalah sebagai berikut:

- a. Ketinggian tempat : 50 m di atas permukaan laut
- b. Garis lintang : 18,12';27
- c. Garis bujur : 113,29';42



Gambar 2.8. Letak geografis PG Semboro (Sumber: Google.co.id)

2.9.3.2 Iklim dan curah hujan

Wilayah PTPN XI PG Semboro termasuk dalam iklim C. rata-rata curah hujan $\pm 1000-1400$ mm/tahun dengan suhu $\pm 19,9^{\circ}-32,6^{\circ}\text{C}$. intensitas sinar matahari berkisar antara 40%-80% dan kecepatan angin $\pm 1,4$ km/jam.

2.9.3.3 Topografi

Wilayah PTPN XI PG Semboro terdiri dari datar hingga berlereng dengan jenis tanah alluvial, clay, regosol, andosol, meditrans, dan latosol.

2.9.3.4 Luas wilayah

Sesuai dengan tanah HGB No. 31 Badan Pertahanan Nasional Jember. PTPN XI PG Semboro menempati lahan seluas 68.150 m^2 dan memiliki areal tebu yang terdiri atas areal TS (Tebu Sendiri) dan TR (Tebu Rakyat). Pada tahun 2016, areal TS PTPN XI PG Semboro adalah seluas $1.027,461 \text{ Ha}$ dan areal TR seluas $9.565,654 \text{ Ha}$ sehingga total lahan tebu PTPN XI PG Semboro adalah $10.593,115 \text{ Ha}$.

2.10 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi acuan penelitian ini adalah Ulfah (2016) dengan menggunakan metode *House of Risk* yang mengidentifikasi 47 penyebab risiko rantai pasok gula rafinasi sehingga dapat memudahkan pengambilan keputusan dengan menentukan prioritas tindakan penanganan risiko (aksi mitigasi risiko) yang diwujudkan dalam *framework* aksi mitigasi rantai pasok gula rafinasi dengan mempertimbangkan sumber daya yang efektif dan efisien yang secara terintegrasi dapat digambarkan dalam suatu desain model *House of Risk*. Selain itu, Nanda (2011) membuat rancang bangun penilaian risiko mutu dalam rantai pasokan minyak sawit kasar dengan pendekatan sistem dinamis yang dapat mengukur kesuksesan manajemen berdasarkan hasil strukturisasi sistem yaitu volume produksi CPO dan kadar ALB yang sesuai dengan RKAP yang ditetapkan perusahaan, selain itu perancangan model dinamik penilaian risiko mutu CPO penelitian kelapa sawit Unit Adolina (CPOdyn) telah berhasil dalam mendeskripsikan pola perilaku dinamik penilaian risiko mutu CPO serta

merumuskan paket kebijakan untuk penelitian kelapa sawit Unit Adolina pada bulan mendatang sesuai dengan apa yang tertuang dalam RKAP perusahaan.

Kemudian, Mahbubi (2015) yang memodelkan sistem rantai pasok industrialisasi gula berkelanjutan di pulau Madura dengan pendekatan sistem dinamis, sehingga membentuk kerangka konseptual industrialisasi gula di Pulau Madura terdiri dari dua level yaitu mikro (pulau Madura) dan makro (nasional) dan dapat meramalkan potensi dengan skenario pesimistis, realistik dan optimis total potensi yang ditanami masing-masing pada tahun 2023, tahun 2021 dan tahun 2018 dengan produksi rata-rata sebesar 725 ribu ton gula pada tahun tersebut.

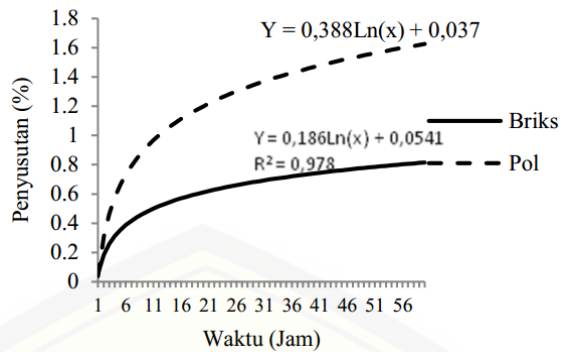
Penelitian selanjutnya adalah pengukuran dan peningkatan kinerja rantai pasok agroindustri gula tebu yang dilakukan Asrol (2015). Dengan hasil analisis nilai tambah pada bagian perkebunan dan pengolahan gula tebu menunjukkan bahwa bagian pengolahan memiliki persentase keuntungan yang lebih besar dari pada bagian perkebunan dan mampu memanfaatkan rasio nilai tambahnya. Dan hasil pengukuran kinerja rantai pasoknya menunjukkan kinerja yang sangat kurang dan buruk atau berada pada kondisi kritis dan diperlukan perumusan strategi peningkatan kinerja rantai pasok untuk mempertahankan perusahaan dan meningkatkan produktivitas.

Penelitian selanjutnya adalah “Pengaruh Varietas Tebu, Potongan dan Penundaan Giling Terhadap Kualitas Nira Tebu” yang dilakukan oleh Kuspratomo (2012). Dalam penelitiannya, Kuspratomo menyebutkan bahwa tipe potongan dengan klasifikasi lonjoran (tanpa dipotong), 1/3 bagian dan 1/5 bagian tidak berpengaruh secara nyata terhadap seluruh parameter uji (%brix, %pol, pH, gula reduksi %brix, HK dan NNPP). Hal ini diduga karena kurangnya aras percobaan. Perlakuan potongan sebaiknya dibuat lebih banyak klasifikasi untuk dapat menunjukkan pengaruh secara nyata. Sedangkan tunda giling hingga 3 hari berpengaruh nyata terhadap parameter %brix, pH, gula reduksi %brix dan HK. Semakin lama waktu tunda, %brix nira semakin meningkat sebesar 6,32%. Semakin lama waktu tunda, pH nira semakin menurun sebesar 2,48%. Semakin lama waktu tunda, gula reduksi %brix nira meningkat sebesar 27,28%. Semakin lama waktu tunda, HK nira meningkat sebesar 5,66%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa

penundaan hingga 3 hari dapat menurunkan kualitas nira yang ditinjau dari kenaikan %brix, penurunan pH, kenaikan kadar gula reduksi %brix dan menurunkan HK.

Bantacut (2012) dalam jurnalnya yang berjudul “Kehilangan Sukrosa dalam Sistem Tebang Muat Angkut di Pabrik Gula Sindang Laut dan Tersana Baru Cirebon” menyatakan bahwa penggunaan sistem tebang muat angkut secara manual yang dilakukan masih belum sesuai dengan prosedur yang ditetapkan pabrik, hal tersebut ditunjukkan dengan jumlah tunggak yang masih tinggi, jumlah kotoran (*trash*), serta waktu bongkar muat dan perjalanan yang masih terlalu panjang. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, mutu tebu setelah ditebang memiliki nilai briks rata-rata 20,29% dan pol rata-rata 17,13%. Setelah sampai di *caneyard*, tebu mengalami penyusutan mutu dengan nilai briks rata-rata 19,59% dan pol rata-rata 16,24%. Penyusutan nilai briks dan pol memiliki pola kurva logaritmik sehingga waktu awal sangat kritis dengan laju kerusakan tinggi.

Penyusutan nilai briks memiliki pola kurva logaritmik dengan nilai $R^2 = 0,978$ dan persamaan kurva $y = 0,186 \ln(x) + 0,054$. “Y” merupakan nilai penyusutan briks dan “x” merupakan waktu siklus dengan satuan jam dengan batas nilai “x” kurang dari atau sama dengan 60 jam. Gambar 2.9 merupakan kurva penyusutan nilai briks terhadap waktu. Penyusutan nilai pol juga memiliki pola kurva logaritmik dengan nilai $R^2 = 0,776$ dan persamaan kurva $y = 0,388 \ln(x) + 0,037$. “Y” merupakan nilai penyusutan pol dan “x” merupakan waktu siklus dengan satuan jam. Kedua persamaan tersebut memiliki batas “x” atau waktu kurang dari atau sama dengan 60 jam. Nilai R^2 tersebut mengindikasikan bahwa persamaan ini dapat digunakan untuk meramalkan penyusutan pol selama proses TMA.



Gambar 2.9. Kurva penyusutan briks dan pol terhadap waktu (jam)
(Sumber: Bantacut, 2012)

Hal ini bermakna bahwa pemanenan tebu dengan kualitas baik dengan kerusakan fisik minimal menjadi faktor pengendalian kehilangan gula yang sangat penting untuk menghindari pemicu terjadinya kerusakan dini. Pada waktu yang relatif lama, laju kerusakan melambat akibat perubahan sifat fisik dan kimia tebu, antara lain penurunan pH. Laju yang menurun tersebut bukan berarti kerusakan terhenti tetapi justru tingkat kerusakan sudah dominan. Oleh karena itu, pembatasan waktu tunggu tebu dari tebang sampai giling harus dikurangi (Bantacut, 2012).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juli 2018 sedangkan bertempat di PG Semboro, sedangkan tempat pengolahan data di laboratorium manajemen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

3.2 *Software* yang Digunakan

a. Microsoft Excell 2016

Microsoft Excel adalah program *spreadsheet*/lembar kerja yang memungkinkan untuk menyimpan, mengatur, dan menganalisis informasi yang diciptakan dan dikembangkan oleh perusahaan Microsoft. Meskipun Microsoft Excel diyakini hanya digunakan oleh orang-orang tertentu untuk mengolah data yang rumit, namun sebenarnya siapa pun bisa belajar bagaimana memanfaatkan fitur program yang kuat ini. Pada penelitian ini, program Ms. Excell digunakan untuk mengolah data sekunder yang sifatnya kuantitatif untuk kemudian dianalisis regresinya, regresi dari data-data tersebutlah yang nantinya akan digunakan dalam input atau plotting ke dalam sintak *software* Powersim.

b. SPSS 16.0

SPSS adalah aplikasi komputasi untuk perhitungan statistik, merupakan piranti lunak komputer yang saat ini lisensinya dimiliki oleh IBM. Komponen aplikasi ini terdiri dari 2 file, yaitu file berekstensi sav (.sav) dan file berekstensi spv (.spv). File sav adalah file dataset, yaitu tempat data dientry dan diberi parameter-parameter. Sedangkan file spv adalah file output tempat dimana hasil atau keluaran dari analisis dapat kita lihat dan baca. Dalam penelitian ini, SPSS digunakan untuk menguji distribusi data sekunder yang telah didapatkan, adapun distribusi yang diuji adalah distribusi Poisson dan distribusi Normal.

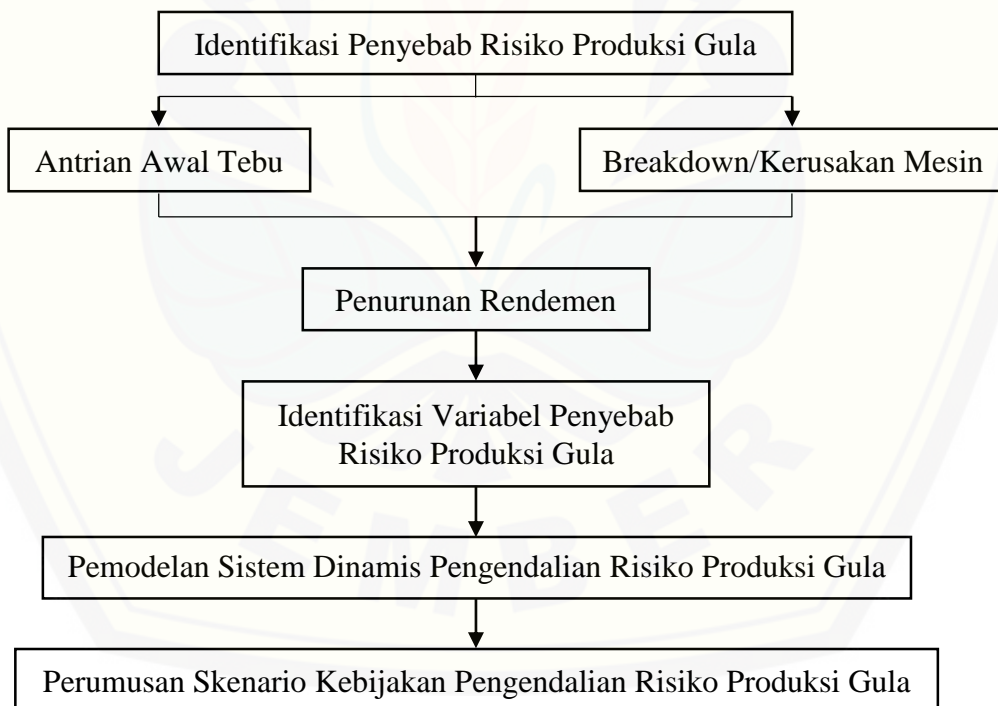
c. Powersim Studio 2005

Powersim Studio merupakan sebuah *software* yang digunakan untuk membangun dan melakukan suatu simulasi model sistem dinamik. Model yang dibangun menggunakan Powersim berbentuk simbol-simbol dan simulasinya

mengikuti suatu metode yang dinamakan dinamika sistem yang telah dikembangkan pada sekitar awal 1960-an (Muhammadi, 2001).

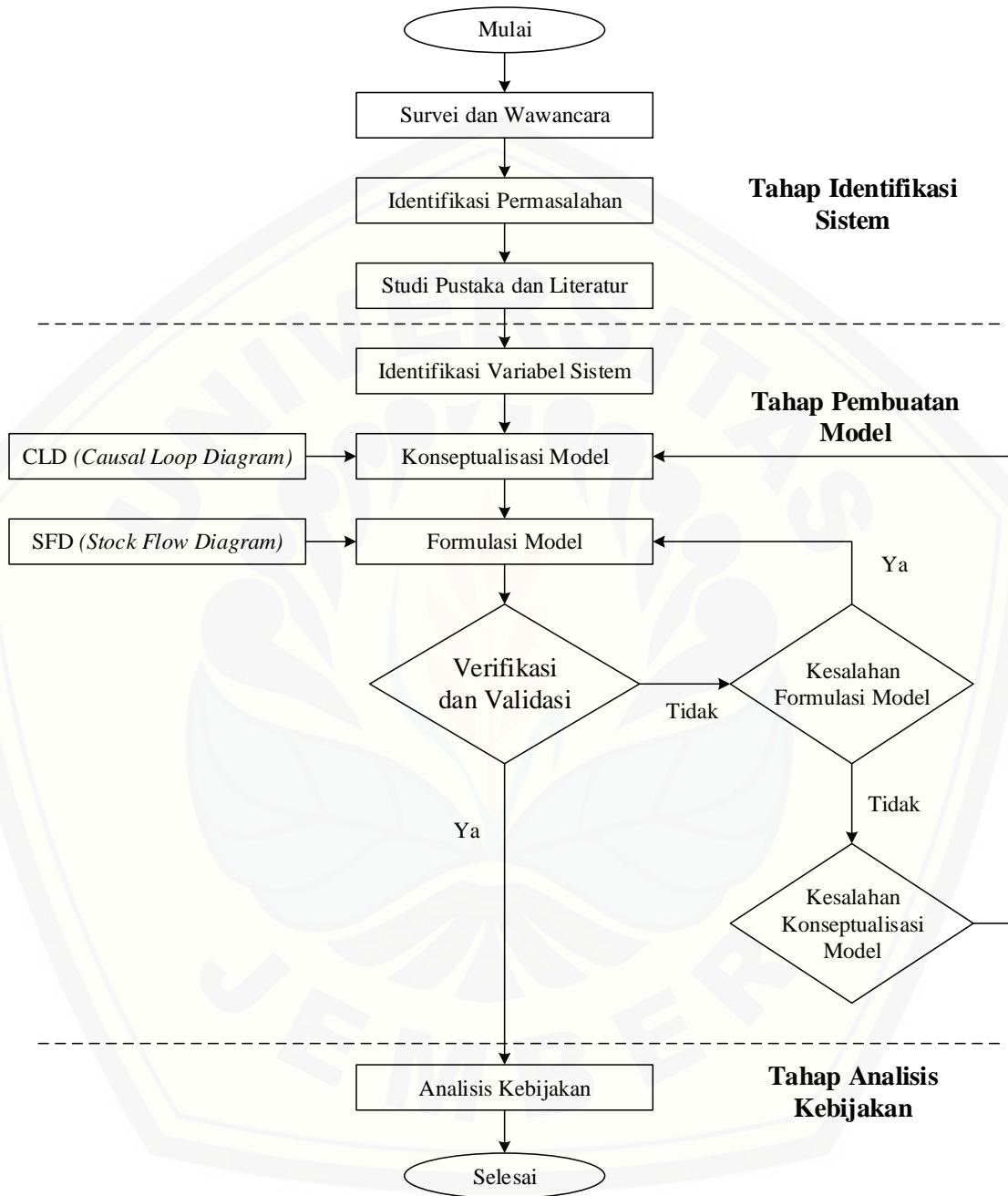
3.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian dilakukan untuk mengatasi dan mengurangi risiko penurunan produksi gula yang terjadi dalam proses pragiling tebu hingga proses produksi PG Semboro serta melakukan perbaikan pada sistem produksi secara bertahap dalam rangka mencegah terjadinya berbagai risiko produksi gula. Model yang dibangun dalam pengendalian risiko produksi gula PG Semboro ini mencakup pengukuran variabel dan faktor yang mempengaruhi penurunan produksi gula, dan mengelola risiko mutu yang diwujudkan dalam perbaikan-perbaikan yang diperlukan guna mengurangi risiko produksi gula. Kerangka pikir penelitian rancang bangun model ini dapat ditunjukkan pada Gambar berikut:



Gambar 3.1 Kerangka pemikiran pengendalian risiko produksi gula

3.4 Tahapan Penelitian



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

1. Survei dan Wawancara

Survei dan wawancara ini dilakukan di PG Semboro dalam lingkup proses penebangan tebu hingga proses produksi untuk mendapatkan data-data primer dalam sistem agroindustry gula. Survei dilakukan untuk mengamati serta mencatat secara langsung kegiatan-kegiatan yang dilakukan selama proses tebang muat angkut tebu hingga produksi gula guna mendapatkan data kualitatif dan kuantitatif tentang produksi gula. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi-informasi yang sifatnya kompleks.

2. Identifikasi Permasalahan

Identifikasi permasalahan ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan produksi gula di PG Semboro yang terjadi selama proses tebang muat angkut tebu, permasalahan antrean armada pengangkut sebelum penggilingan, hingga proses produksi. Dengan mengetahui permasalahan produksi gula tersebut maka selanjutnya dapat dilakukan penanganan guna mengecilkan risiko selama proses produksi.

3. Studi Pustaka dan Literatur

Studi pustaka dan literatur dilakukan guna membandingkan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dengan hasil survei, wawancara dan hasil penelitian yang bertujuan untuk melakukan validasi pada hasil model yang nantinya dibangun.

4. Identifikasi Variabel Sistem

Identifikasi variabel sistem adalah menentukan batasan-batasan sistem yang akan digunakan dalam membangun model sistem dinamis pengendalian produksi gula. Dengan mengetahui variabel sistem yang digunakan dapat mempermudah dalam mengidentifikasi permasalahan yang terjadi. Kemudian menentukan variabel kunci sebagai parameter utama dalam sistem pengendalian risiko produksi gula PG Semboro.

5. Membangun CLD (*Causal Loop Diagram*) dan SFD (*Stock Flow Diagram*)

Perancangan konsep model dinamik berawal dari informasi historis atau pola hipotesis setiap variabel kunci untuk menggambarkan perilaku persoalan sebagai dasar rujukan. Dasar referensi diwakili oleh pola perilaku suatu kumpulan variabel-variabel mencakup beberapa aspek yang berhubungan dengan perilaku

persoalan. Mode referensi membantu memperkuat hipotesis dinamis yang dinyatakan sebelumnya berdasarkan pengamatan dunia nyata, penelitian sebelumnya dan data-data yang terkait. Hipotesis dinamis adalah suatu pernyataan mengenai struktur baik yang dianggap memiliki kemampuan untuk mempengaruhi perilaku masalah. Membangun struktur model untuk memudahkan secara visual bagi pengguna model dalam memahami dan menangkap hipotesis dinamis yang dimaksud dengan menggunakan alat CLD (*Causal Loop Diagram*) atau diagram sebab akibat. *Causal Loop Diagram* adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab-akibat (*causal relationship*) ke dalam bahasa gambar tertentu. Bahasa gambar tersebut adalah panah yang saling mengait sehingga membentuk sebuah diagram simpal, di mana hulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat (Muhammadi, 2001). Struktur model dilanjutkan dengan membangun diagram alir menggunakan SFD (*Stock Flow Diagram*) sebagai bahasa bersama pemodelan sistem dinamis. Penentuan variabel atau parameter yang akan dijadikan *stock* (akumulasi) dan *flow* (aliran yang dapat mengubah nilai *stock*).

6. Formulasi Model Simulasi

Formulasi model simulasi dilakukan dengan menggunakan program komputer Powersim. Model simulasi agar dapat dijalankan harus lengkap dengan persamaan matematis yang benar, parameter dan penentuan kondisi nilai awal. Powersim pertama kali menghitung nilai awal untuk mengukur *stock* dan aliran sebuah *flow*. Kemudian flow digunakan untuk memperbarui *stock* tersebut. Nilai baru *stock* digunakan kembali untuk menghitung dan seterusnya seiring dengan perubahan waktu secara berulang-ulang.

7. Verifikasi dan Validasi Model

Setelah dilakukan formulasi model, perlu dilakukan verifikasi untuk mengetahui apakah model simulasi yang telah dibuat sesuai dengan keinginan. Verifikasi model merupakan pembuktian bahwa model sistem yang telah dibuat mampu melakukan simulasi dan model abstrak berdasarkan permasalahan yang terjadi. Cara yang dilakukan yaitu dengan menguji sejauh mana simulasi yang

dibuat telah menunjukkan perilaku dan respons yang sesuai dengan tujuan dari model.

Validasi adalah salah satu kriteria penilaian keobjektifan dari suatu pekerjaan ilmiah. Dalam pekerjaan pemodelan, obyektif itu ditunjukkan dengan sejauh mana model dapat menirukan fakta. Dalam dunia nyata, fakta adalah kejadian yang teramati. Rangkaian hasil pengamatan tersebut dapat bersifat terukur yang disusun menjadi data kualitatif atau informasi aktual. Validasi dalam pemodelan sistem dinamik dapat dilakukan dengan beberapa cara meliputi uji struktur secara langsung (*direct structure test*) tanpa memproses kembali, uji struktur tingkah laku model (*structure oriented behaviour test*) dengan proses model, dan perbandingan tingkah laku model dengan sistem nyata (*quantitative behaviour pattern comparison*), yaitu dengan uji nilai tengah persentase kesalahan absolut (*mean absolute percentage error*) adalah salah satu ukuran relatif yang menyangkut kesalahan persentase. (Lomauro dan Bakshi, 1985 dalam Aminudin, 2014)

8. Analisis Kebijakan

Analisis kebijakan mengandung dua kata yaitu analisis dan kebijakan. Analisis adalah suatu pekerjaan intelektual untuk memperoleh pengertian dan pemahaman, sedangkan kebijakan adalah suatu upaya untuk mempengaruhi sistem mencapai tujuan yang diinginkan. Dalam analisis, pekerjaan intelektual tersebut adalah suatu proses memilah dan mengelompokkan obyek ke dalam bagian yang lebih rinci sehingga diperoleh pengetahuan tentang ciri dan cara kerja obyek tersebut. Sesuai dengan metode sistem dinamis untuk menangani sistem yang rumit, berubah dan non-linier, maka dengan penguasaan metode berpikir sistem dinamis, sebetulnya akan membawa kepada kemampuan analisis kebijakan dengan metode yang berimbang tersebut (Muhammadi, 2001).

3.4 Metode Analisis.

a. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Uji struktur tingkah laku model (*structure oriented behaviour test*) dengan proses model, dan perbandingan tingkah laku model dengan sistem

nyata (*quantitative behaviour pattern comparison*), yaitu dengan uji nilai tengah persentase kesalahan absolut (*mean absolute percentage error*) adalah salah satu ukuran relatif yang menyangkut kesalahan persentase. Uji ini dapat digunakan untuk mengetahui kesesuaian data hasil prakiraan dengan data aktual. (Lomauro dan Bakshi, 1985 dalam Aminudin, 2014). Uji statistik dilakukan setelah secara visual meyakinkan dengan mengecek nilai eror antara data simulasi dan data aktual dalam batas deviasi yang diperkenankan antara 5-10%. Ukuran relatif untuk menentukan nilai *mean error* dari nilai *absolute percentage error* (APE) yang didefinisikan dengan persamaan berikut (Makridakis *et.al*, 1991 dalam Rahadiansyah 2011).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\%$$

Di mana:

- n = Periode/banyaknya data
- X_t = Data aktual
- F_t = Data hasil simulasi

Kriteria ketepatan model dengan uji MAPE :

MAPE < 5% : Sangat tepat

5% < MAPE < 10% : Tepat

MAPE > 10% : Tidak tepat

b. Regresi Linear Sederhana

Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabelnya. Istilah regresi itu sendiri berarti ramalan atau taksiran. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan garis regresi pada data diagram pencar disebut persamaan regresi.

Analisis regresi dilakukan apabila terdapat hubungan kausal atau fungsional antara variabel independen dan variabel dependen. Dengan kata lain, apabila kita sudah yakin bahwa variabel independen memiliki

pengaruh terhadap variabel dependen, bukan sekedar hubungan. Persamaan umum regresi linier sederhana adalah:

$$Y' = a + b X$$

Di mana:

- Y' = Variabel dependen atau terikat
- a = Bilangan konstan, nilai y apabila nilai X=0
- b = koefisien regresi,
- X = Variabel independen atau bebas

Nilai a secara grafik adalah merupakan *intercept*/perpotongan pada sumbu Y jika harga X = 0. Secara teknis harga b merupakan tangen dari perbandingan antara perubahan harga Y pada perubahan harga X atau dapat dituliskan dengan $\Delta Y/\Delta X$ (Astuti, 2013).

c. Uji distribusi Poisson

Distribusi Poisson ditemukan oleh Simeon Denis Poisson (1781-1841), beliau adalah seorang ahli matematika kebangsaan Perancis. Distribusi Poisson termasuk distribusi teoritis yang memakai variabel acak diskrit (x). Distribusi Poisson digunakan untuk mengamati jumlah kejadian-kejadian khusus yang terjadi dalam satu satuan waktu. Distribusi Poisson menggunakan asumsi bahwa dengan jumlah kedatangan adalah acak dan kedatangan pelanggan antara interval waktu saling tidak mempengaruhi.

Adapun ciri-ciri dari distribusi Poisson adalah sebagai berikut (Febriyantotyas, 2009) :

- a. Tingkat kedatangan rata-rata dapat diduga berdasarkan masa lalu.
- b. Tingkat kedatangan rata-rata persatuan waktu adalah konstan.
- c. Banyaknya kedatangan dalam satuan selang waktu tidak dipengaruhi pada apa yang terjadi pada selang waktu sebelumnya.
- d. Probabilitas suatu kedatangan dalam selang waktu sangat pendek adalah sangat kecil sehingga probabilitas > dari suatu kedatangan dalam selang waktu yang pendek akan mendekati 0 (nol)

Distribusi Poisson dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$P(x, \lambda t) = \frac{x^{-\lambda t} (\lambda t)^x}{x!}$$

Dimana :

λ : Rata-rata kebanyakan kejadian persatuan waktu

x : Banyaknya kedatangan persatuan waktu

d. Regresi Polinomial

Dalam matematika, polinomial atau suku banyak (juga ditulis suku banyak) adalah merupakan bentuk suku-suku yang banyaknya terhingga dan tersusun atas peubah/variable dan konstanta. Operasi yang berlaku pada polinom hanyalah penjumlahan, pengurangan, perkalian, serta pangkat bilangan bulat tidak negatif.. Pangkat tertinggi pada suatu polinomial menunjukkan orde atau derajat dari polinomial tersebut. Sebuah fungsi polinomial dalam satu variabel real dapat dinyatakan dalam grafik fungsi.

$x^2 + 5x - 2$ dan $2x^5 - 6x^3 + 11x$ dinamakan suku banyak (polinom) dalam x yang masing-masing berderajat dua dan lima. Derajat suatu suku banyak dalam x adalah pangkat tertinggi dari x dalam suku banyak itu.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil strukturisasi sistem pengendalian risiko produksi gula di PG Semboro diketahui bahwa pusat risiko produksi gula terletak pada nilai rendemen yang akan menentukan jumlah produksi gula yang bisa dihasilkan, dan faktor kunci yang mempengaruhi kinerja sistem adalah adanya jam berhenti giling.
2. Berdasarkan uji sensitivitas model, variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja model pengendalian risiko produksi gula di PG Semboro adalah kecepatan giling, jam berhenti, dan juga rendemen awal tebu
3. Berdasarkan analisis perilaku dinamis hasil simulasi dari ketiga skenario, skenario optimis dapat menunjukkan hasil yang diharapkan, yaitu produksi gula perhari dapat meningkat 15,74% dari rata-rata produksi skenario dasar, rata-rata rendemen perhari meningkat 9,21% dari rata-rata rendemen perhari skenario dasar, sedangkan penurunan rendemen juga dapat ditekan sebesar 143,85% dari rata-rata kehilangan rendemen pada hasil skenario dasar dan skenario optimis dapat dijadikan dasar dari penyusunan kebijakan pengendalian risiko produksi gula PG Semboro.
4. Jika ditinjau dari RKAP atau target giling PG Semboro, kinerja total gula dihasilkan (*Stock* gula) masih belum mencapai target yang diinginkan yaitu 66.852,41 Ton, sedangkan kinerja total gula dihasilkan hanya mencapai 55.371,88 Ton. Untuk kinerja rendemen rata-rata total yang diperoleh telah mencapai angka yang ditargetkan yaitu sebesar 8% yang diperoleh dengan skenario optimis.
5. Rekomendasi kebijakan yang dapat diajukan guna menurunkan risiko produksi gula PG Semboro adalah sebagai berikut:
 - a. Mengurangi jumlah truk pada awal giling, sehingga antrian awal tidak terlalu banyak
 - b. Meningkatkan ketepatan suplai tebu agar kecepatan giling bisa dinaikkan

- c. Melakukan perbaikan dan penggantian pada alat dan mesin yang memiliki efisiensi rendah dan/atau sering mengalami kerusakan
- d. Perbaikan dan optimalisasi penanganan dan perawatan tanaman tebu ketika di lahan dan memperhatikan umur masak optimal dari masing-masing varietas. Selain itu pada saat penebangan juga harus memperhatikan umur masak tebu, pengujian rendemen, dan memastikan tebu dalam kondisi MBS (Manis Bersih dan Segar).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di jabarkan, penelitian ini masih perlu pengembangan lebih lanjut. Model sistem dinamis yang telah dibangun masih perlu diperluas untuk mengetahui risiko-risiko produksi gula mulai dari sistem penanaman, varietas tebu, umur tebu, dan risiko-risiko lain yang muncul ketika tebu dalam proses TMA (Tebang Muat Angkut) sehingga model dapat mewakili keadaan aktual dengan lebih baik serta kebijakan yang diambil lebih luas. Agar sistem pengendalian risiko produksi gula di PG Semboro tersebut lebih kompleks, mendetail dan lebih merepresentasikan perilaku dinamik secara sempurna di dunia nyata, dan juga perlu ditambahkan sub-model finansial, dimana aspek biaya produksi, biaya kehilangan dan keuntungan pabrik dapat termasuk di dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananta, T. M. dan E. E. Santoso. 1990. Pengaruh ekstraksi padat cair terhadap kualitas gula yang dihasilkan dari proses sulfitasi. *Penelitian Gula Indonesia*. 7406 : 2-5.
- Asrol, M. 2015. Pengukuran Dan Peningkatan Kinerja Rantai Pasok Agroindustri Gula Tebu. Bogor: *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Astuti, I. Y. 2013. Pengaruh gaya kepemimpinan terhadap motivasi kerja karyawan pada PT. Bank BNI Syari'ah cabang Kediri. *Jurnal Cendekia* 11(3): 12-19.
- Apriyani, R. 2004. Analisis Produktivitas dan Penyerapan Tenaga Kerja Pada Agroindustri Gula (Studi Kasus Pabrik Gula Semboro PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) di Kecamatan Semboro Kabupaten Jember. *Skripsi*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Chopra, S., Meindl. 2006. *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. New Jersey (US): Pearson Prentice Hall.
- Chapman, P., M. Christopher, U. Juttner, Peck, R. Wilding. 2002. Identifying and management supply chain vulnerability. *Logistics and Transportation Focus*. 4(4):59-63
- Dachlan, M. A. 1984. *Proses Pembuatan Gula Merah. Laporan Up-Grading Tenaga Pembina Gula Merah*. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri. Departemen Perindustrian.
- [DGI] Dewan Gula Indonesia. 2012. *Agribisnis Gula Indonesia*. Jakarta: Laporan Intern, Dewan Gula Indonesia.

Ditjebun. 2013. *Statistik Perkebunan Indonesia: Tebu*. <http://ditjebun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2014/TEBU%20Ok.pdf>. [Diakses pada 19 Maret 2018].

Fahrizal, Marimin, Yani M, Purwanto M, Sumaryanto. 2014. Model penunjang keputusan pengembangan agroindustri gula tebu (studi kasus di Provinsi Nusa Tenggara Timur). *J. Tek. Ind. Pert.* 24(3):189-200.

Field P. 2003. *Modern Risk Management: A History*. Risks Books, Incisive RWG Ltd

Fitri, Y.F. 2008. Pengaruh Penambahan Susu Kapur (CaOH)₂ dan Gas SO₂ terhadap pH Nira Mentah dalam Pemurnian Nira di Pabrik Gula Kwala Madu PTP Nusantara II Langkat. *Karya Ilmiah*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.

Goutara dan S. Wijandi. 1975. *Dasar Pengolahan Gula*. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Pertanian IPB.

Hadiguna, R.A. 2010. Perancangan Sistem Penunjang Keputusan Rantai Pasok Dan Penilaian Risiko Mutu Pada Agroindustri Minyak Sawit Kasar. *Disertasi*. Bogor : Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.

Hallikas, Virolainen V.M. 2004. Risk management processes in supplier networks. *International Journal of Production Economics*. 90(1):47-58

Haimes, Y.Y. 2009. *Risk Modeling, Assesment, and Management*. John Willey and Sons Inc.

Subagyo, P., M. Asri, dan T. H. Handoko. 2000. *Dasar-Dasar Operations Research* . Yogyakarta: Univ. Gadjah Mada.

Heizer, J., dan B. Render. 2005. *Operations Management*. Jakarta: Salemba Empat.

Honig, P. 1953. *Principles Of Sugar Technology*. Amsterdam, Holland: Elsevier Publishing Co.

- (IOSH) The Institutional of Occupational safety and Health. 2002. *Risk Management Basics for SMEs and Employees*. European Agency for Health and Safety
- Jyoti, S. B., S. K. Uppal, K. S. Thind, dan S. K. Batta. 2009. Post harvest quality deterioration in sugarcane under different environmental conditions. *Sugar Tech*. 11(2): 154-160.
- Kendek, O. J., J. D. Prang, M. Paendong. 2104. Prediksi jumlah pengunjung perpustakaan Universitas Sam Ratulangi Manado menggunakan metode dekomposisi. *JdC*, 3(1): 73-80.
- Kho, Budi. 2018. Peramalan dengan Exponential Smoothing (Penghalusan Eksponensial). <https://ilmumanajemenindustri.com/peramalan-dengan-exponential-smoothing-penghalusan-eksponensial/>. [Diakses pada 19 Maret 2018].
- Kurniawan, B. P. Y. 2016. Keunggulan Komparatif Dan Kompetitif Gula Tebu Besuki Raya: Sebuah Pengembangan Analisis Kebijakan. *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat 2016*. 104-108
- Kuspratomo, A. D., Burhan, M. Fakhry. 2012. Pengaruh varietas tebu, potongan dan penundaan giling terhadap kualitas nira tebu. *AGROINTEK*, 6(2), 123-132.
- Lyneis J.M. 1980. *Corporate Planning and Policy Design: A System Dynamics Approach*. Massachussets: MIT Press.
- Mahbubi, A. 2015. Sistem dinamis rantai pasok industrialisasi gula berkelanjutan di pulau Madura. *Agriekonomika*, 4(2), 198-209.
- Mardianto, S., P. Simatupang, P.U. Hadi, H. Malian, A. Susmiadi. 2005. Peta jalan (*roadmap*) dan kebijakan pengembangan industri gula nasional. *Forum Penelitian Agroekonomi*. 23(1):19-37.
- Marimin, N. Maghfiroh. 2010. *Aplikasi Teknik Pengambilan Keputusan dalam Manajemen Rantai Pasok*. Bogor (ID): IPB Press.

- Mc Dermott, R.E., R.J. Mikulak, M.R. Beauregard. 2009. *The Basics of FMEA*. 2nd Edition. New York: Productivity Press.
- Mindrayani, H. 2002. Sistem Tebang Angkut Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) di PT. Gula Putih Mataram Lampung : Studi Kasus Aplikasi Zat Pemacu Kemasakan. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mochtar H. 1982. *Permasalahan Kualitas Tebu Sebagai Bahan Dasar Pabrik Sehubungan Dengan Teknologi Pemanenan, Angkutan dan lain-lain*. Jakarta: Dewan Gula Indonesia.
- Mochtar M., T. Ananta. 1994. *Beberapa Persoalan dan Hasil Pemurnian Nira Tebu. Penelitian Gula Indonesia*. ISSN 0541:7406. Hlm: 5-8.
- Moerdokusumo, A. 1993. *Pengawasan Kualitas dan Teknologi Pembuatan Gula di Indonesia*. Bandung: Penerbit ITB Press.
- MRLI. 1998. *Recovery of Additional Sucrose with An Integrated Program using Biocide and Dextranase to Reduce Undetermined Losses*. Lenexa, Texas: Midland Research Laboratories, Inc
- Muhammadi, E. Aminullah, dan B. Soesilo. 2001. *Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, dan Manajemen*. Jakarta: UMJ Press.
- Norrman A, R. Lindroth. 2004. *Categorization of Supply Chain Risk and Risk Management*. In.C. Brindley (Ed), *Supply chain risk*: ashgate Publishing Limited
- Paryanto, I., A. Fachruddin, dan W. Sumaryono. 1999. *Diversifikasi Sukrosa Menjadi Produk Lain*. Pasuruan: P3GI.
- Pinem, R. 1984. *Evaluasi Sistem Transportasi Tebu di Pabrik Gula Sei Mayang PTP. IX Sumatera Utara. Skripsi*. Bogor: FATETA, IPB.

Purwono. 2003. Penentuan Rendemen Gula secara Cepat. <http://www.rudycr.com/PPS702-ipb/07134/purwono.pdf> [Diakses 15 Agustus 2018].

Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). 2008. Konsep Peningkatan Rendemen. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. Pasuruan: *Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI)*.

Rahadiansyah, M. N. 2011. Rancang Bangun Penilaian Risiko Mutu dalam Rantai Pasokan Minyak Sawit Kasar dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Rakkiyappan, P., D. E. Shekinah, P. Gopaldasundaram, M. D. Mathew, dan S. Asokan. 2009. Post-Harvest Deterioration of Sugarcane With Special Reference to Quality Loss. *Sugar Tech*. 11(2): 167-170.

Robinson. 1976. Cane Harvesting and Transportation. Di dalam Lokakarya Mekanisasi Tebu di Luar Jawa. Perhimpunan Ahli Gula dan Peminat Mekanisasi Pertanian Indonesia. [27-28 Januari 1976].

Rohmatulloh. 2007. "Studi Dinamika Sistem Penilaian Kinerja Pabrik Gula (Kasus: PT PG Rajawali II Unit PG Subang Jawa Barat)". Tesis. Bogor : IPB.

Saxena, P., R. P. Srivastava, dan M. L. Sharma. 2010. Impact of Cut to Crush Delay And BioChemical Changes in Sugarcane. *Aust J Crop Sci*. 4(9):692-699

Siagian, P. 1987. Penelitian Operasional : Teori dan Praktek. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Siddhant, R., P. Srivastava, S. B. Singh, M. L. Sharma. 2009. Post-harvest sugar losses in sugarcane varieties at high ambient temperature under subtropical condition. *Sugar Tech*. 11(2): 222-224

Sinalungga, S. 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sterman JD. 2000. *Business Dynamics : System Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston : Irwin McGraw-Hill.

Suman A, Solomon S, Yadav DV, Gaur A, and Singh M. 2000. Post-harvest loss in sugarcane quality due to endophytic microorganisms. *Sugar Tech*. 2(4): 21-25

Sumarno. 1994. Rekayasa Instalasi Pemecah Dekstrin Secara Enzimatis pada Nira Mentah Pabrik Gula Cipinang. *Penelitian Gula*.

Ulfah, M., M. S. Maarif, Sukardi, S. Raharja. 2016. Analisis dan perbaikan manajemen risiko rantai pasok gula rafinasi dengan pendekatan *House Of Risk*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 26 (1):87-103.

Waradah, S. Dan Iskandar. 2016. Analisis peramalan penjualan produk keripik pisang kemasan bungkus. *Jurnal Teknik Industri*. 11(3): 135-142.

LAMPIRAN

Lampiran A. Uji Distribusi

a. Uji distribusi poisson pola kedatangan truk

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007
N		19	19	19	19	19	19	19
Poisson Parameter ^a	Mean	22.4737	26.0000	34.4211	37.4737	36.2105	13.8947	38.6842
Most Extreme Differences	Absolute	.280	.275	.276	.296	.284	.209	.296
	Positive	.280	.275	.276	.296	.284	.209	.296
	Negative	-.212	-.223	-.251	-.261	-.268	-.161	-.270
Kolmogorov-Smirnov Z		1.135	1.197	1.203	1.288	1.237	.909	1.288
Asymp. Sig. (2-tailed)		.152	.114	.110	.072	.094	.380	.072

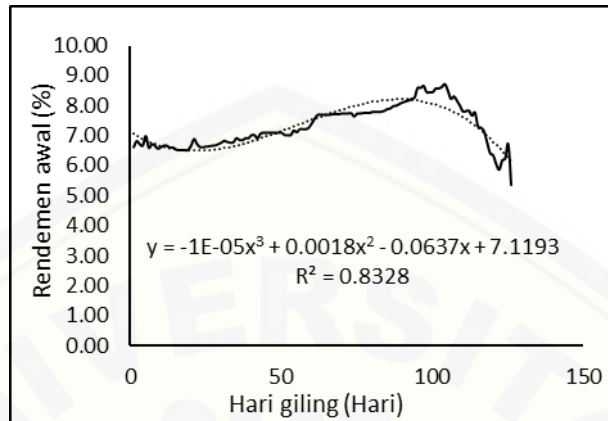
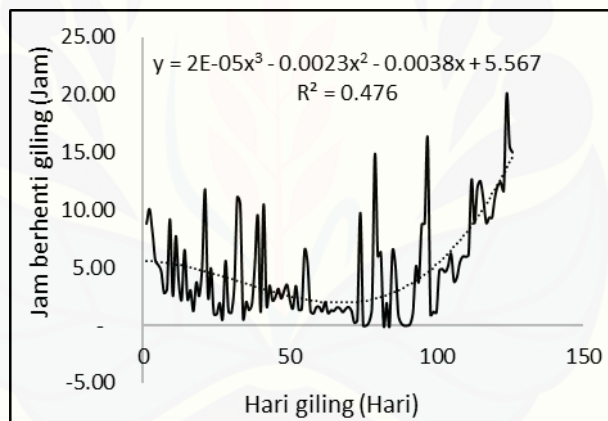
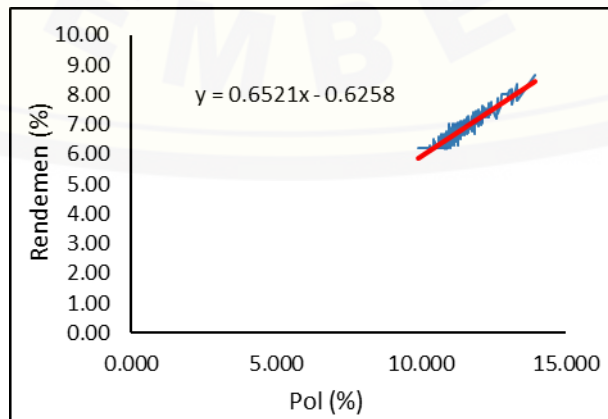
a. Test distribution is Poisson.

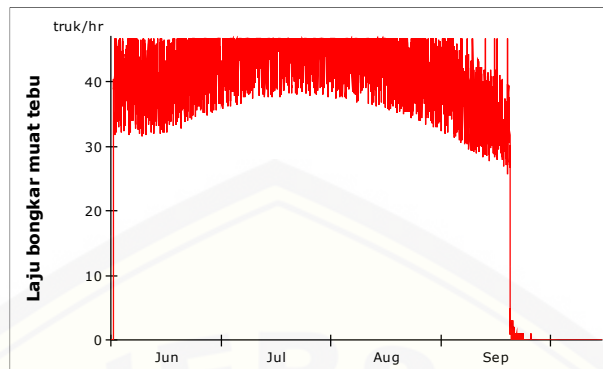
b. Uji distribusi hasil simulasi

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

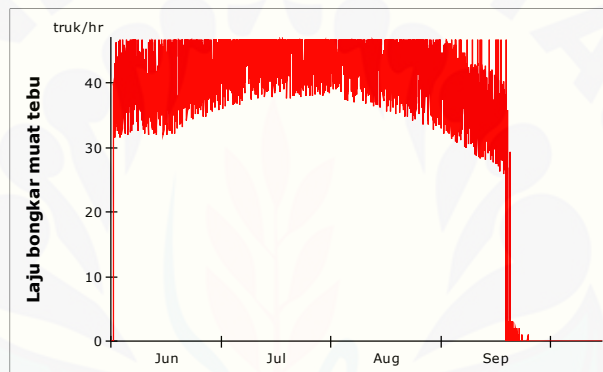
		Produksi_gula	Rendemen
N		50	50
Normal Parameters ^a	Mean	14.7268	6.2636
	Std. Deviation	.54035	.53176
Most Extreme Differences	Absolute	.104	.096
	Positive	.070	.068
	Negative	-.104	-.096
Kolmogorov-Smirnov Z		.735	.680
Asymp. Sig. (2-tailed)		.653	.744

a. Test distribution is Normal.

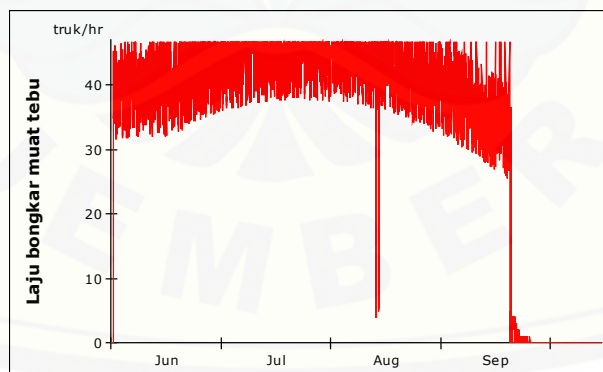
Lampiran B. Plot Data dan Analisis Regresi**a. Plot data analisis jam berhenti****b. Plot data analisis rendemen awal****c. Analisis regresi %pol dengan Rendemen**

d. Uji coba perubahan skenario pengurangan jumlah truk awal

- a. Laju bongkar muat tebu dengan skenario pengurangan jumlah awal tebu sebesar 10%



- b. Laju bongkar muat tebu dengan skenario pengurangan jumlah awal tebu sebesar 15%



- c. Laju bongkar muat tebu dengan skenario pengurangan jumlah awal tebu sebesar 20%

Lampiran C. Formulasi Variabel Sistem

A. Sub Model Tebu Tersedia

No.	Nama	Unit	Tipe	Sintaks
1.	Persentase tebu terbakar	-	<i>Constant</i>	0.00454956
2.	Luas lahan	Ha	<i>Constant</i>	11938.052<<ha>>
3.	Produktivitas lahan	Ton/ha	<i>Constant</i>	57.461<<ton/ha>>
4.	Taksasi tebu	Ton	<i>Auxiliary</i>	'Luas lahan'*'Produktivitas lahan'- (('Luas lahan' * 'Produktivitas lahan') * 'Persentase tebu terbakar')
5.	Waktu giling dibutuhkan	Da	<i>Auxiliary</i>	'Taksai tebu'/'Kec giling perhari'
6.	Jumlah tebang	Ton/da	<i>Auxiliary</i>	GRAPH(TIME,STARTTIME, 1<<da>>,{2163<<ton/da>>, 0<<ton/da>>,0<<ton/da>>, 0<<ton/da>>}) + (GRAPH(TIME,STARTTIME, 1<<da>>,{0,1,1,1})*'Taksai tebu'/'Waktu giling dibutuhkan')
7.	Kec. Giling perjam	Ton/hr	<i>Auxiliary</i>	270.834<<ton/hr>>+('Skenario 1'*270.834<<ton/hr>>)
8.	Kec. Giling perhari	Ton/da	<i>Auxiliary</i>	'Kec giling perjam' * 24<<hr>>*1<<1/da>>
9.	Sisa kemarin	Ton/da	<i>Auxiliary</i>	(DELAYMTR('Jam berhenti giling',1<<da>>,1,0<<hr>>)*'Kec giling perjam')*1<<1/da>>*-1
10.	Tebu tersedia	Ton	<i>Level</i>	'Taksai tebu'
11.	Laju penebangan	Ton/da	<i>Auxiliary</i>	IF('Tebu tersedia'>3500<<ton>>,(Jumlah tebang'+ 'Sisa kemarin')*1<<da/ton>>,'Tebu tersedia'/1<<ton>>)*1<<ton/da>>

B. Sub Model Penggilingan

No.	Nama	Unit	Tipe	Sintaks
1.	Jumlah truk	Truk/da	<i>Auxiliary</i>	'Laju penebangan'/'Rata-rata kapasitas truk'*1<<truk>>
2.	Rata-rata kapasitas truk	Ton	<i>Constant</i>	6.394<<ton>>
3.	Laju kedatangan tebu	Truk/hr	<i>Auxiliary</i>	POISSON(((('Jumlah truk'/'Jam kedatangan tebu')*1<<da/truk>>)*1<<1/hr>>)*1<<truk/hr>>
4.	Jam kedatangan tebu	-	<i>Constant</i>	24
5.	Laju datang	Truk/hr	<i>Auxiliary</i>	'Laju kedatangan tebu'
6.	Total truk parkir	Truk	<i>Level</i>	0<<truk>>
7.	Jumlah truk parkir	Truk	<i>Level</i>	0<<truk>>
8.	Laju bongkar muat tebu	Truk/hr	<i>Auxiliary</i>	IF('Starter giling'*IF('Jumlah truk parkir'>6<<truk>>),(IF('Jam berhenti giling'=0<<hr>>,'Kec bongkar perjam',((('Kec bongkar perjam'*24<<hr>>- 'Jam berhenti giling'*Kec bongkar perjam')/24<<hr>>)))) , 'Jumlah truk parkir'* 1<<1/hr>>)>=0<<truk/hr>> , 'Starter giling'*IF('Jumlah truk parkir'>6<<truk>>),(IF('Jam berhenti giling'=0<<hr>>,'Kec bongkar perjam',((('Kec bongkar perjam'*24<<hr>>- 'Jam berhenti giling'*Kec bongkar perjam')/ 24<<hr>>)))) , 'Jumlah truk parkir'*1<<1/hr>>),0<<truk/hr>>))
9.	Starter giling	-	<i>Auxiliary</i>	IF('Total truk parkir'<=Inisiasi,0,1)
10.	Inisiasi	Truk	<i>Auxiliary</i>	384<<truk>>+('Skenario 2'*384<<truk>>)

11.	Lama antrian	Hr	<i>Auxiliary</i>	'Jumlah truk parkir'/'Laju bongkar muat tebu'+IF('Laju kedatangan tebu'/'Laju bongkar muat tebu'<1,(((('Laju kedatangan tebu' /('Laju bongkar muat tebu'/2))^2) *(((('Laju kedatangan tebu' /('Laju bongkar muat tebu'/2) ^2)/2)*(1/(1-('Laju kedatangan tebu'/'Laju bongkar muat tebu'/2)/2))))*1<<truk/hr>>+((('Laju kedatangan tebu'/'Laju bongkar muat tebu'/2)^1)/1 +(((('Laju kedatangan tebu' /('Laju bongkar muat tebu'/2)^2)/2)*(1/(1-('Laju kedatangan tebu' /('Laju bongkar muat tebu'/2)/2)))) *1<<truk/hr>>)^-1)/('Laju bongkar muat tebu'/2)*(2-1)*(2-('Laju kedatangan tebu'/'Laju bongkar muat tebu'/2))^2)*1<<truk/hr>>)*1<<hr>>, (('Jumlah truk parkir' +1<<truk>>)/2)*((1/'Laju bongkar muat tebu')-(1/'Laju kedatangan tebu')))
12.	Penurunan %pol	-	<i>Auxiliary</i>	IF(('Lama antrian' /1<<hr>>)>=1,0.388*(LN('Lama antrian'/1<<hr>>)) +0.037,0)
13.	Penurunan rendemen	-	<i>Auxiliary</i>	IF('Penurunan %pol '>0.97, (0.6521*'Penurunan %pol ')-0.6258,0)
14.	Kec bongkar perjam	Truk/hr	<i>Auxiliary</i>	'Kec giling perjam'/'Rata-rata kapasitas truk'*1<<truk>>
15.	Probabilitas terjadi BD	-	<i>Auxiliary</i>	IF((RANDOM(1,100))<=5, 0,1)
16.	Jam berhenti giling	Hr	<i>Auxiliary</i>	'Probabilitas terjadi BD' *IF('Lama breakdown'<=

				0<<hr>>, 0<<hr>>,'Lama breakdown')+('Skenario 3' *'Probabilitas terjadi BD' *IF('Lama breakdown'<= 0<<hr>>,0<<hr>>,'Lama breakdown'))
17.	Lama breakdown	Hr	<i>Auxiliary</i>	((0.0023*(Periode giling'^2)-0.2467*'Periode giling'+7.4423)+RANDOM(-4,4.64))*1<<hr>>-GRAPH (TIME,STARTTIME,1<<da>> >,{3.18,2.92,2.68,2.44,2.33,2,2.79,1.59,1.4,1.22,1.05,0.89,0.73,0.58,0.44,0.31,0.18,0.06,0.23 ,0.12,0.34})*1<<hr>>

C. Sub Model Produksi Gula

No.	Nama	Unit	Tipe	Sintaks
1.	Laju penggilingan	Ton/hr	<i>Auxiliary</i>	'Laju bongkar muat tebu'*'Rata-rata kapasitas truk'/1<<truk>>
2.	Proses produksi	Ton	<i>Level</i>	0<<ton>>
3.	Laju produksi gula	Ton/hr	<i>Auxiliary</i>	DELAYMTR((IF('Laju penggilingan'<=0<<ton/hr>>,0<<ton/hr>>,'Laju penggilingan' *('Nilai rendemen'/100)*'Faktor kristal'),'Waktu delay produksi', 36,0<<ton/hr>>))
4.	Stock gula	Ton	<i>Level</i>	0<<ton>>
5.	Faktor kristal	-	<i>Constant</i>	1.003
6.	Waktu delay produksi	Hr	<i>Constant</i>	36<<hr>>
7.	Nilai rendemen	-	<i>Auxiliary</i>	('Rendemen awal'-'Penurunan rendemen')
8.	Rate periode giling	1/da	<i>Auxiliary</i>	IF('Periode giling'<200, 1<<1/da>>,0<<1/da>>)
8.	Rendemen awal	-	<i>Auxiliary</i>	IF('Laju penggilingan'> 0<<ton/hr>>,(-0.00001*(Periode giling'^3))+0.0018*(Periode giling'^2)-0.0637*Periode

				giling'+7,0)+('Skenario 4'* IF('Laju penggilingan'> 0<<ton/hr>>,(-0.00001*('Periode giling'^3))+0.0018*('Periode giling'^2)-0.0637*'Periode giling'+7,0))
11.	Periode giling	-	Level	1

D. Model Validasi & Simulasi Skenario

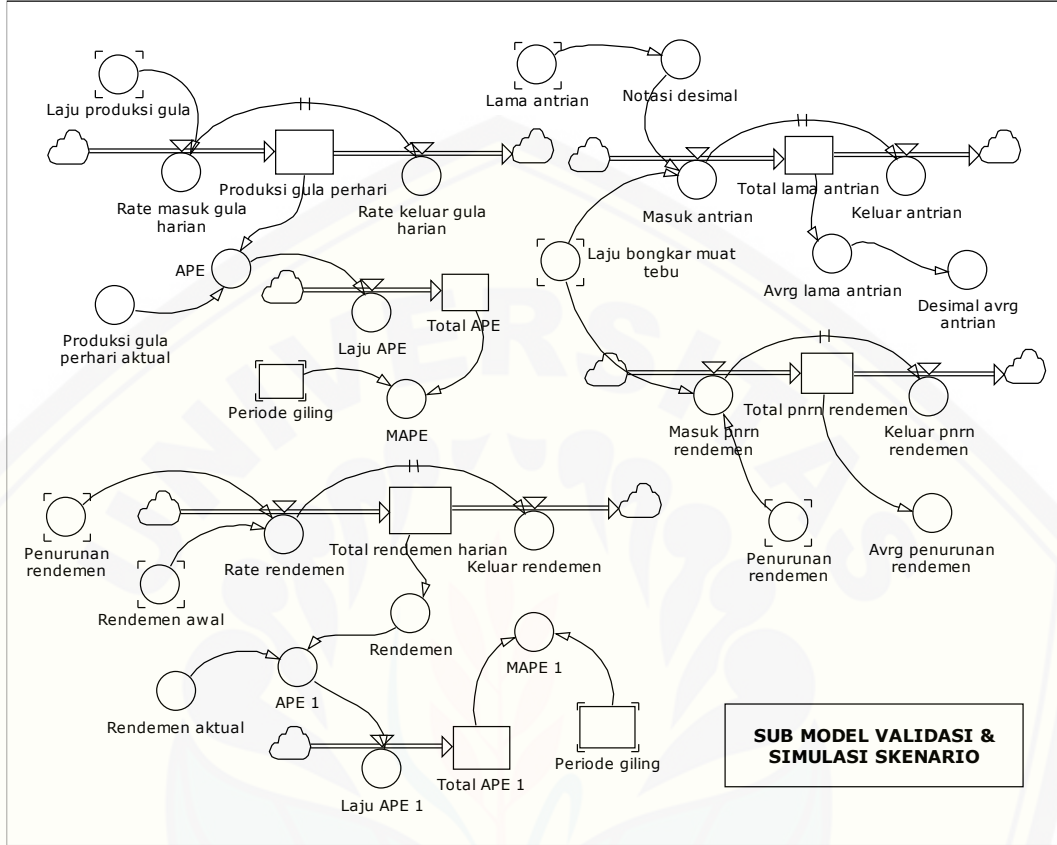
No.	Nama	Unit	Tipe	Sintaks
1.	Rate masuk gula harian	Ton/hr	Auxiliary	'Laju produksi gula'
2.	Produksi gula perhari	Ton	Level	0<<ton>>
3.	Produksi gula perhari aktual	ton	Auxiliary	GRAPH(TIME,STARTTIME,1< <da>>,{0,0,0,154.20,346.80,282. 00,378.60,342.80,324.60,408.00, 359.70,286.80,426.64,331.70,415 .70,433.50,356.30,366.00,421.60, 453.20,392.40,423.80,382.50,338 .20,414.50,375.70,446.50,472.00, 448.50,444.50,364.80,415.70,396 .87,428.50,268.50,273.50,445.00, 406.25,415.00,466.00,336.00,310 .50,409.50,283.50,440.00,409.50, 424.50,432.00,368.40,398.00,392 .00,421.70,432.50,482.00,433.00, 432.50,471.00,388.60,412.40,500 .00,492.50,496.50,427.56,461.34, 502.50,493.50,524.80,532.50,507 .80,524.20,502.99,501.30,461.70, 465.90,502.50,512.00,308.70,492 .00,489.60,478.50,422.00,196.70, 375.90,386.70,495.12,468.50,519 .00,401.69,424.50,514.00,511.00, 510.00,519.00,529.50,509.64,420 .50,408.60,382.00,286.76,255.00, 245.50,529.43,454.50,409.00,398 .00,393.50,409.60,468.78,398.60,

				392.54,366.70,384.71,344.35,367.86,287.40,247.50,278.20,225.50,192.78,259.67,243.90,216.50,214.50,174.54,178.08,228.80))*1<<ton>>
4.	Rate gula keluar	Ton/hr	<i>Auxiliary</i>	DELYMTR('Rate masuk gula harian',24<<hr>>,24,0<<ton/hr>>)
5.	APE	%	<i>Auxiliary</i>	IF('Produksi gula perhari aktual'<=0<<ton>>,0<<%>>,ABS(('Produksi gula perhari aktual'-'Produksi gula perhari')/'Produksi gula perhari aktual')*100<<%>>)
6.	Laju APE	%/da	<i>Auxiliary</i>	APE/1<<da>>
7.	Total APE	%	<i>Level</i>	0<<%>>
8.	MAPE	%	<i>Auxiliary</i>	'Total APE'/('Periode giling'-3)
9.	Rate rendemen	1/hr	<i>Auxiliary</i>	IF('Rendemen awal'<=0,0,('Rendemen awal'-'Penurunan rendemen'))/1<<hr>>
10.	Total rendemen harian	-	<i>Level</i>	0
11.	Keluar rendemen	1/hr	<i>Auxiliary</i>	DELYMTR('Rate rendemen',24<<hr>>,24,0<<1/hr>>)
12.	Rendemen	-	<i>Auxiliary</i>	'Total rendemen harian'/24
13.	Rendemen aktual	-	<i>Auxiliary</i>	GRAPH(TIME,STARTTIME,1<<da>>,{0,6.4,6.6,6.5,6.45,6.77,6.38,6.5,6.45,6.35,6.4,6.45,6.45,6.38,6.39,6.32,6.3,6.3,6.3,6.3,6.45,6.67,6.5,6.4,6.4,6.42,6.43,6.45,6.46,6.5,6.55,6.61,6.57,6.55,6.56,6.7,6.64,6.63,6.7,6.7,6.8,6.8,6.7,6.85,6.88,6.88,6.88,6.8,6.88,6.88,6.88,6.8,6.8,6.95,6.9,7,7,7.05,7.2,7.36,7.48,7.48,7.48,7.48,7.48,7.5,7.5,7.5,7.52,7.52,7.52,7.53,7.42,7.52,7.52,7.54,7.54,7.54,7.57,7.57,7.57,7.58,7.61,7.67,7.69,7.77,7.78,7.84,7.89,7.92,7.95,8.01,8.05,8.19,8.37,8.37,8.23,8.23,8.23,8.35,8.35,8.4,8.5,8.29,8.01,8.09,7.95,7.78,7.59,7.6,7.61,7.45,7.55,7.0,

				7.05,6.92,6.56,6.2,6.13,5.84,5.65, 5.96,6.02,6.5,5.14})
14.	APE 1	%	<i>Auxiliary</i>	IF('Rendemen aktual'<=0,0<<%>> >>,ABS(('Rendemen aktual'- Rendemen)/'Rendemen aktual') *100<<%>>)
15.	Laju APE 1	%/da	<i>Auxiliary</i>	IF('APE 1'<=0<<%>> ,0<<%>>,'APE 1')/1<<da>>
16.	Total APE 1	%	<i>Level</i>	0<<%>>
17.	MAPE 1	%	<i>Auxiliary</i>	'Total APE 1'/'Periode giling'-1)
18.	Notasi desimal	-	<i>Auxiliary</i>	'Lama antrian'/1<<hr>>
19.	Masuk antrian	1/hr	<i>Auxiliary</i>	IF('Laju bongkar muat tebu'<= 0<<truk/hr>>,0,'Notasi desimal')/ 1<<hr>>
20.	Total lama antrian	-	<i>Level</i>	0
21.	Keluar antrian	1/hr	<i>Auxiliary</i>	DELAYMTR('Masuk antrian' ,24<<hr>>,24,0<<1/hr>>)
22.	Avrg lama antrian	Hr	<i>Auxiliary</i>	'Total lama antrian'*1<<hr>>/24
23.	Desimal avrg antrian	-	<i>Auxiliary</i>	'Avrg lama antrian'/1<<hr>>
24.	Masuk pnrn rendemen	1/hr	<i>Auxiliary</i>	IF('Laju bongkar muat tebu'<=0<<truk/hr>>,0,'Penuruna n rendemen')/1<<hr>>
25.	Total pnrn rendemen	-	<i>Level</i>	0
26.	Keluar pnrn rendemen	1/hr	<i>Auxiliary</i>	DELAYMTR('Masuk pnrn rendemen',24<<hr>>,24,0<<1/hr >>)
27.	Avrg penurunan rendemen	-	<i>Auxiliary</i>	'Total pnrn rendemen'/24

Lampiran D. Hasil Simulasi Validasi

A. Model Validasi dan Hasil Skenario



B. Validasi Produksi Gula Harian

Time	Produksi gula perhari (ton)	Produksi gula perhari aktual (ton)	APE (%)	MAPE (%)
Jun 22	345.01	423.80	18.59	15.94
Jun 23	341.26	382.50	10.78	15.87
Jun 24	366.05	338.20	8.24	15.36
Jun 25	350.39	414.50	15.47	14.92
Jun 26	354.63	375.70	5.61	14.84
Jun 27	362.72	446.50	18.76	14.70
Jun 28	359.42	472.00	23.85	14.97
Jun 29	350.51	448.50	21.85	15.31
Jun 30	355.90	444.50	19.93	15.45
Jul 1	357.52	364.80	1.99	15.34
Jul 2	386.82	415.70	6.95	14.97
Jul 3	369.21	396.87	6.97	14.70
Jul 4	376.13	428.50	12.22	14.54
Jul 5	377.12	268.50	40.45	14.49
Jul 6	385.87	273.50	41.09	15.30
Jul 7	391.70	445.00	11.98	15.29
Jul 8	389.18	406.25	4.20	15.09
Jul 9	386.26	415.00	6.92	14.85
Jul 10	391.17	466.00	16.06	14.73
Jul 11	394.99	336.00	17.56	14.57
Jul 12	395.12	310.50	27.25	14.79

Time	Produksi gula perhari (ton)	Produksi gula perhari aktual (ton)	APE (%)	MAPE (%)
Jun 22	345.01	423.80	18.59	15.94
Jun 23	341.26	382.50	10.78	15.87
Jun 24	366.05	338.20	8.24	15.36
Jun 25	350.39	414.50	15.47	14.92
Jun 26	354.63	375.70	5.61	14.84
Jun 27	362.72	446.50	18.76	14.70
Jun 28	359.42	472.00	23.85	14.97
Jun 29	350.51	448.50	21.85	15.31
Jun 30	355.90	444.50	19.93	15.45
Jul 1	357.52	364.80	1.99	15.34
Jul 2	386.82	415.70	6.95	14.97
Jul 3	369.21	396.87	6.97	14.70
Jul 4	376.13	428.50	12.22	14.54
Jul 5	377.12	268.50	40.45	14.49
Jul 6	385.87	273.50	41.09	15.30
Jul 7	391.70	445.00	11.98	15.29
Jul 8	389.18	406.25	4.20	15.09
Jul 9	386.26	415.00	6.92	14.85
Jul 10	391.17	466.00	16.06	14.73
Jul 11	394.99	336.00	17.56	14.57
Jul 12	395.12	310.50	27.25	14.79
Jul 13	409.48	409.50	5.63e-3	14.74
Jul 14	414.10	283.50	46.07	14.87
Jul 15	407.20	440.00	7.45	14.94
Jul 16	413.65	409.50	1.01	14.68
Jul 17	419.16	424.50	1.26	14.38
Jul 18	420.69	432.00	2.62	14.09
Jul 19	423.29	368.40	14.90	13.90
Jul 20	430.97	398.00	8.28	13.87
Jul 21	429.90	392.00	9.67	13.75
Jul 22	412.61	421.70	2.15	13.55
Jul 23	423.07	432.50	2.18	13.33
Jul 24	429.11	482.00	10.97	13.19
Jul 25	437.42	433.00	1.02	13.04
Jul 26	434.99	432.50	0.58	12.80
Jul 27	434.86	471.00	7.67	12.61
Jul 28	421.81	388.60	8.55	12.47
Jul 29	458.19	412.40	11.10	12.42
Jul 30	432.10	500.00	13.58	12.32
Aug 1	461.96	492.50	6.20	12.27
Aug 2	435.33	496.50	12.32	12.22
Aug 3	452.85	427.56	5.92	12.12
Aug 4	448.86	461.34	2.71	11.97
Aug 5	453.31	502.50	9.79	11.88
Aug 6	464.25	493.50	5.93	11.82
Aug 7	446.51	524.80	14.92	11.81
Aug 8	449.72	532.50	15.55	11.85
Aug 9	459.62	507.80	9.49	11.87
Aug 10	464.89	524.20	11.32	11.83
Aug 11	461.00	502.99	8.35	11.81
Aug 12	454.77	501.30	9.28	11.77
Aug 13	461.24	461.70	0.10	11.67
Aug 14	463.74	465.90	0.46	11.51
Aug 15	476.98	502.50	5.08	11.40
Aug 16	481.03	512.00	6.05	11.31
Aug 17	486.09	308.70	57.46	11.43

Time	Produksi gula perhari (ton)	Produksi gula perhari aktual (ton)	APE (%)	MAPE (%)
Aug 17	486.09	308.70	57.46	11.43
Aug 18	479.09	492.00	2.62	11.59
Aug 19	467.61	489.60	4.49	11.48
Aug 20	459.84	478.50	3.90	11.37
Aug 21	474.05	422.00	12.33	11.29
Aug 22	475.85	196.70	141.91	11.86
Aug 23	470.59	375.90	25.19	12.62
Aug 24	467.75	386.70	20.96	12.74
Aug 25	480.34	495.12	2.99	12.70
Aug 26	466.80	468.50	0.36	12.57
Aug 27	477.65	519.00	7.97	12.46
Aug 28	474.29	401.69	18.07	12.39
Aug 29	468.08	424.50	10.27	12.44
Aug 30	456.45	514.00	11.20	12.36
Sep 1	462.31	511.00	9.53	12.34
Sep 2	456.04	510.00	10.58	12.30
Sep 3	463.84	519.00	10.63	12.30
Sep 4	433.06	529.50	18.21	12.33
Sep 5	472.74	509.64	7.24	12.31
Sep 6	458.09	420.50	8.94	12.24
Sep 7	463.91	408.60	13.54	12.25
Sep 8	443.91	382.00	16.21	12.27
Sep 9	434.01	286.76	51.35	12.47
Sep 10	436.35	255.00	71.12	12.96
Sep 11	447.23	245.50	82.17	13.60
Sep 12	416.35	529.43	21.36	13.74
Sep 13	424.67	454.50	6.56	13.76
Sep 14	427.78	409.00	4.59	13.65
Sep 15	421.54	398.00	5.91	13.57
Sep 16	411.04	393.50	4.46	13.47
Sep 17	375.12	409.60	8.42	13.38
Sep 18	412.77	468.78	11.95	13.34
Sep 19	377.46	398.60	5.30	13.31
Sep 20	356.93	392.54	9.07	13.25
Sep 21	357.33	366.70	2.55	13.19
Sep 22	345.23	384.71	10.26	13.13
Sep 23	339.32	344.35	1.46	13.05
Sep 24	322.75	367.86	12.26	13.01
Sep 25	351.27	287.40	22.22	12.97
Sep 26	320.38	247.50	29.45	13.07
Sep 27	311.25	278.20	11.88	13.13
Sep 28	301.18	225.50	33.56	13.22
Sep 29	295.91	192.78	53.50	13.45
Sep 30	297.40	259.67	14.53	13.64
Oct 1	258.55	243.90	6.01	13.60
Oct 2	284.76	216.50	31.53	13.63
Oct 3	277.14	214.50	29.20	13.79
Oct 4	266.58	174.54	52.73	14.00
Oct 5	270.72	178.08	52.02	14.30
Oct 6	225.17	228.80	1.59	14.38
Oct 7	240.24	228.80	5.00	14.29
Oct 8	233.45	228.80	2.03	14.20
Oct 9	218.59	228.80	4.46	14.11
Oct 10	224.13	228.80	2.04	14.02
Oct 11	?	228.80	?	?
Oct 12	?	228.80	?	?

C. Validasi Rendemen

Time	Rendemen	Rendemen aktual	APE 1 (%)	MAPE 1 (%)
Jun 1	0.00	0.00	0.00	?
Jun 2	1.71	6.40	73.32	92.74
Jun 3	6.81	6.60	3.11	60.47
Jun 4	6.72	6.50	3.33	41.35
Jun 5	6.72	6.45	4.11	31.95
Jun 6	6.65	6.77	1.73	25.91
Jun 7	6.58	6.38	3.12	21.79
Jun 8	6.56	6.50	0.89	18.99
Jun 9	6.50	6.45	0.71	16.71
Jun 10	6.43	6.35	1.29	14.96
Jun 11	6.41	6.40	0.23	13.54
Jun 12	6.37	6.45	1.28	12.35
Jun 13	6.34	6.45	1.67	11.45
Jun 14	6.30	6.38	1.21	10.67
Jun 15	6.29	6.39	1.61	10.01
Jun 16	6.27	6.32	0.81	9.43
Jun 17	6.25	6.30	0.79	8.89
Jun 18	6.25	6.30	0.78	8.41
Jun 19	6.24	6.30	0.89	8.00
Jun 20	6.25	6.30	0.79	7.61
Jun 21	6.22	6.45	3.58	7.34
Jun 22	6.21	6.67	6.94	7.24
Jun 23	6.23	6.50	4.21	7.17
Jun 24	6.21	6.40	2.96	7.01
Jun 25	6.25	6.40	2.32	6.83
Jun 26	6.25	6.42	2.63	6.66
Jun 27	6.25	6.43	2.78	6.50
Jun 28	6.28	6.45	2.64	6.37
Jun 29	6.28	6.46	2.71	6.23
Jun 30	6.32	6.50	2.73	6.11
Jul 1	6.35	6.55	3.10	6.00
Jul 2	6.35	6.61	3.88	5.92
Jul 3	6.38	6.57	2.94	5.85
Jul 4	6.42	6.55	1.99	5.75
Jul 5	6.43	6.56	1.93	5.63
Jul 6	6.45	6.70	3.66	5.55
Jul 7	6.46	6.64	2.64	5.49
Jul 8	6.50	6.63	2.01	5.40
Jul 9	6.52	6.70	2.64	5.32
Jul 10	6.57	6.70	1.96	5.24
Jul 11	6.58	6.80	3.28	5.18
Jul 12	6.64	6.80	2.38	5.12
Jul 13	6.68	6.70	0.28	5.03

Time	Rendemen	Rendemen aktual	APE 1 (%)	MAPE 1 (%)
Jul 14	6.70	6.85	2.15	4.94
Jul 15	6.75	6.88	1.91	4.87
Jul 16	6.78	6.88	1.43	4.80
Jul 17	6.81	6.88	1.05	4.73
Jul 18	6.87	6.80	0.99	4.64
Jul 19	6.90	6.88	0.36	4.56
Jul 20	6.94	6.88	0.86	4.48
Jul 21	6.98	6.88	1.41	4.41
Jul 22	7.03	6.80	3.39	4.37
Jul 23	7.08	6.80	4.16	4.36
Jul 24	7.10	6.80	4.47	4.36
Jul 25	7.15	6.95	2.89	4.34
Jul 26	7.17	6.90	3.87	4.33
Jul 27	7.22	7.00	3.21	4.31
Jul 28	7.25	7.00	3.63	4.30
Jul 29	7.29	7.00	4.21	4.29
Jul 30	7.34	7.05	4.11	4.29
Aug 1	7.35	7.20	2.10	4.27
Aug 2	7.41	7.36	0.74	4.22
Aug 3	7.45	7.48	0.45	4.16
Aug 4	7.49	7.48	0.19	4.10
Aug 5	7.51	7.48	0.46	4.04
Aug 6	7.55	7.48	0.97	3.99
Aug 7	7.60	7.48	1.54	3.94
Aug 8	7.65	7.50	1.99	3.91
Aug 9	7.69	7.50	2.48	3.89
Aug 10	7.72	7.50	2.94	3.87
Aug 11	7.75	7.52	3.08	3.86
Aug 12	7.79	7.52	3.62	3.85
Aug 13	7.84	7.52	4.22	3.85
Aug 14	7.89	7.53	4.77	3.86
Aug 15	7.93	7.42	6.84	3.88
Aug 16	7.97	7.52	6.02	3.92
Aug 17	8.01	7.52	6.45	3.95
Aug 18	8.04	7.54	6.61	3.98
Aug 19	8.08	7.54	7.15	4.02
Aug 20	8.11	7.54	7.51	4.06
Aug 21	8.14	7.57	7.51	4.11
Aug 22	8.16	7.57	7.75	4.15
Aug 23	8.20	7.57	8.31	4.20
Aug 24	8.23	7.58	8.54	4.25
Aug 25	8.24	7.61	8.28	4.30
Aug 26	8.24	7.67	7.47	4.34
Aug 27	8.29	7.69	7.85	4.38

Time	Rendemen	Rendemen aktual	APE 1 (%)	MAPE 1 (%)
Aug 28	8.30	7.77	6.84	4.41
Aug 29	8.33	7.78	7.08	4.44
Aug 30	8.36	7.84	6.59	4.47
Sep 1	8.35	7.89	5.88	4.49
Sep 2	8.36	7.92	5.51	4.50
Sep 3	8.40	7.95	5.66	4.51
Sep 4	8.39	8.01	4.80	4.52
Sep 5	8.41	8.05	4.53	4.52
Sep 6	8.39	8.19	2.46	4.51
Sep 7	8.39	8.37	0.21	4.48
Sep 8	8.36	8.37	0.06	4.43
Sep 9	8.38	8.23	1.81	4.40
Sep 10	8.37	8.23	1.71	4.37
Sep 11	8.34	8.23	1.33	4.34
Sep 12	8.35	8.35	0.03	4.31
Sep 13	8.32	8.35	0.34	4.27
Sep 14	8.30	8.40	1.22	4.23
Sep 15	8.28	8.50	2.56	4.21
Sep 16	8.26	8.29	0.35	4.18
Sep 17	8.25	8.01	2.99	4.16
Sep 18	8.21	8.09	1.45	4.14
Sep 19	8.18	7.95	2.86	4.12
Sep 20	8.14	7.78	4.61	4.12
Sep 21	8.12	7.59	6.95	4.13
Sep 22	8.08	7.60	6.34	4.15
Sep 23	8.06	7.61	5.85	4.17
Sep 24	8.00	7.45	7.36	4.19
Sep 25	7.96	7.55	5.38	4.21
Sep 26	7.90	7.00	12.81	4.25
Sep 27	7.83	7.05	11.04	4.32
Sep 28	7.79	6.92	12.53	4.38
Sep 29	7.71	6.56	17.52	4.47
Sep 30	7.65	6.20	23.32	4.60
Oct 1	7.61	6.13	24.09	4.76
Oct 2	7.52	5.84	28.69	4.94
Oct 3	7.43	5.65	31.59	5.15
Oct 4	7.34	5.96	23.19	5.33
Oct 5	7.24	6.02	20.25	5.46
Oct 6	7.16	6.50	10.21	5.54
Oct 7	7.10	5.14	38.15	5.67
Oct 8	7.07	5.14	37.48	5.93
Oct 9	?	5.14	?	?
Oct 10	?	5.14	?	?
Oct 11	?	5.14	?	?

Lampiran E. Hasil Uji Sensitivitas

Produksi Gula Harian			Rata-rata Lama Antrian			Rata-rata Penurunan Rendemen		
Skenario Terbaik (Ton)	Skenario Normal (Ton)	Skenario Terburuk (Ton)	Skenario Terbaik (Jam)	Skenario Normal (Jam)	Skenario Terburuk (Jam)	Skenario Terbaik (%)	Skenario Normal (%)	Skenario Terburuk (%)
-	-	-	2.46	2.94	2.34	0	0	0.01
-	-	-	10.63	13.97	16.07	0.01	0	0.1
-	-	-	12.6	13.93	17.92	0.04	0.06	0.12
343.81	270.68	186.49	13.38	11.99	18.53	0.05	0.06	0.13
445.03	369.96	301.65	13.61	13.12	18.21	0.06	0.03	0.13
441.61	361.53	287.10	13.2	13.53	18.65	0.05	0.05	0.13
446.00	354.28	267.57	12.55	14.67	19.15	0.04	0.07	0.14
437.22	351.90	292.07	13.08	15.73	21.07	0.05	0.09	0.17
450.35	369.94	284.31	14.26	17.36	21.41	0.07	0.12	0.17
429.43	361.57	272.01	16.87	16.03	12.28	0.11	0.1	0.19
420.59	361.33	287.28	15.57	16.95	22.7	0.09	0.11	0.19
432.42	356.02	272.68	18.74	16.34	22.53	0.14	0.1	0.18
412.77	339.12	263.35	17.02	16.05	22.37	0.11	0.1	0.18
411.02	351.90	268.87	17.06	18.29	23.22	0.11	0.13	0.19
420.81	362.57	281.46	15.23	18.57	22.68	0.09	0.13	0.18
419.84	362.40	283.08	14.46	20.2	21.73	0.07	0.16	0.17
423.21	343.03	255.32	14.92	19.01	21.88	0.08	0.14	0.18
430.92	343.08	285.44	14.94	20.27	22.57	0.08	0.16	0.18
434.14	345.44	282.90	15.23	19.62	23.87	0.09	0.15	0.2
404.59	337.74	280.02	15.79	18.45	25.72	0.09	0.13	0.22

427.42	331.38	263.27	14.72	17.85	23.39	0.08	0.12	0.19
434.88	359.60	268.57	14.32	20.12	22.66	0.07	0.15	0.18
432.72	361.43	283.84	13.28	18.32	22.51	0.05	0.13	0.18
454.01	364.84	291.62	12.02	18.01	22.54	0.03	0.13	0.18
435.98	367.80	284.71	11.86	17.98	23.14	0.03	0.13	0.19
432.05	379.09	293.24	12.8	20.56	20.74	0.04	0.16	0.16
461.90	365.02	311.52	13.6	20.25	19.81	0.06	0.16	0.15
460.24	382.88	285.45	12.23	20.56	20.79	0.03	0.16	0.16
448.76	376.64	296.52	12.05	20.27	21.57	0.03	0.16	0.17
439.17	377.52	298.62	11.95	19.49	21.09	0.03	0.15	0.17
463.50	372.94	293.97	13.64	19.05	19.94	0.06	0.14	0.15
484.05	392.91	312.42	13.88	20.03	21.84	0.06	0.15	0.18
462.05	381.57	317.05	13.28	18.81	21.94	0.05	0.14	0.18
465.85	384.57	305.40	14.68	19.52	21.84	0.08	0.15	0.17
473.65	404.80	305.64	15.41	16.99	20.17	0.09	0.11	0.16
480.38	401.94	316.45	14.75	17.48	19.29	0.08	0.12	0.15
501.18	404.12	327.14	15.31	18.71	20.27	0.09	0.14	0.16
492.60	394.30	313.86	15.15	18.75	19.7	0.08	0.14	0.15
488.45	390.06	325.80	14.88	17.85	19.68	0.08	0.13	0.15
473.50	411.02	320.08	14.15	17.17	18.9	0.07	0.11	0.14
515.90	416.08	328.50	14.36	19.22	18.16	0.07	0.14	0.13
499.16	418.60	350.71	13.15	19.04	19.99	0.05	0.14	0.15
522.75	404.67	333.24	12.26	20.01	18.94	0.03	0.15	0.14
517.97	421.64	331.21	12.71	19.44	17.06	0.04	0.15	0.11

525.71	423.91	327.41	12.87	19.29	17.75	0.04	0.15	0.12
521.40	432.53	332.85	11.93	18.91	16.61	0.03	0.14	0.11
518.12	452.86	346.33	11.9	17.14	18.61	0.03	0.12	0.13
516.85	442.33	352.93	10.58	16.03	16.06	0	0.1	0.1
528.19	438.06	332.93	10.07	15.13	15.64	0	0.08	0.09
525.01	449.65	342.74	10.21	14.58	16.13	0.01	0.07	0.1
541.54	416.34	356.57	9.51	15.18	16.06	0	0.08	0.1
541.84	436.84	356.17	9.1	15.71	15	0	0.09	0.08
550.04	457.18	375.50	10.58	16.19	14.19	0	0.1	0.07
528.24	433.73	366.69	10.88	16.06	15	0.01	0.1	0.08
546.02	446.70	371.42	10.82	15.04	13.52	0	0.08	0.05
555.41	467.26	350.02	10.15	15.58	13.75	0	0.09	0.06
547.70	465.72	353.70	10.58	18.17	13.98	0	0.13	0.06
553.06	461.41	367.20	10.55	17.77	13.22	0.01	0.12	0.05
567.82	480.18	368.52	11.29	18.55	12.13	0.02	0.13	0.03
569.02	470.97	371.68	10.42	19.37	13.14	0	0.15	0.05
555.59	449.87	362.49	9.31	19.35	13.36	0	0.15	0.05
566.38	461.30	384.73	9.4	20.9	13.67	0	0.17	0.06
568.41	466.62	361.98	10.34	20.77	13.64	0.01	0.16	0.06
569.75	485.18	403.42	10.37	22.06	12.89	0.01	0.18	0.04
596.67	477.77	388.38	9.62	20.29	12.74	0	0.16	0.04
577.64	486.00	392.37	10.89	19.18	12.83	0.01	0.14	0.04
585.90	456.67	374.47	10.62	20.27	11.96	0	0.16	0.03
593.85	490.33	382.72	11.03	19.38	12.45	0.02	0.15	0.04

591.02	484.00	373.70	11.6	19.4	15.05	0.02	0.15	0.08
599.37	484.56	395.68	11.7	19.8	15.48	0.02	0.15	0.09
584.94	490.54	388.09	11.47	17.68	15.98	0.02	0.12	0.1
583.62	483.97	374.78	10.8	17.27	17.24	0.01	0.12	0.12
596.78	504.05	373.45	10.48	16.65	14.5	0	0.11	0.07
582.63	482.28	379.79	11.5	17.71	14.14	0.02	0.12	0.07
595.72	510.17	385.29	12.3	17.52	13.77	0.03	0.12	0.06
594.39	477.16	392.09	13.13	18.37	17.64	0.05	0.13	0.08
582.32	473.51	378.17	11.74	17.84	20.03	0.02	0.12	0.09
606.72	486.72	374.25	11.53	17.08	18.26	0.02	0.11	0.12
588.90	473.57	383.34	12.94	17.55	19.34	0.04	0.12	0.15
593.83	481.20	384.58	13.43	17.85	19.52	0.05	0.13	0.13
597.70	470.75	414.51	13.9	18.52	18.28	0.06	0.12	0.14
611.04	495.12	362.08	13.95	17.45	19.98	0.06	0.12	0.15
587.20	490.67	402.22	15.72	17.54	21.68	0.09	0.12	0.13
586.40	482.74	402.56	16.71	17.63	23.4	0.11	0.12	0.14
576.87	472.73	376.88	17.49	19.66	25.27	0.12	0.15	0.15
598.55	464.40	398.52	19.41	17.9	21.68	0.15	0.13	0.17
580.01	459.69	379.62	19.07	18.98	23.4	0.14	0.14	0.19
580.55	465.16	357.74	17.74	16.81	25.27	0.12	0.11	0.21
575.82	497.90	386.64	17.62	17.51	27.64	0.12	0.12	0.23
586.73	496.49	348.24	17.62	17.88	27.81	0.12	0.12	0.24
600.00	476.28	360.46	16.07	18.5	27.28	0.1	0.13	0.23
570.36	474.82	354.19	17.03	18.66	28.8	0.11	0.14	0.24

570.91	486.70	362.85	18.03	19.22	33.02	0.13	0.14	0.28
573.96	453.10	345.99	18.12	19.88	32.88	0.13	0.15	0.28
546.67	447.87	367.28	17.29	21.98	30.46	0.12	0.18	0.26
553.92	439.32	350.31	18.48	23.43	35.14	0.13	0.19	0.29
535.35	416.57	352.94	15.71	21.24	32.64	0.09	0.17	0.28
516.44	436.51	364.89	16.06	22.57	34.61	0.1	0.18	0.29
556.31	436.59	321.81	16,14	22.64	32.54	0.1	0.19	0.29
547.02	410.96	342.19	15,26	23.78	32.96	0.09	0.18	0.28
546.90	408.30	315.99	14,45	23.41	39.41	0.07	0.2	0.32
554.20	419.84	317.89	12.77	23.41	38.11	0.04	0.19	0.3
532.09	397.36	307.88	12.31	25.3	36.43	0.03	0.21	0.3
500.09	413.95	317.07	13.21	23.65	40.53	0.05	0.2	0.33
522.10	416.45	311.80	14.03	26.29	40.13	0.06	0.22	0.33
527.90	408.85	311.18	17.14	25.9	45.23	0.11	0.22	0.36
484.24	397.48	292.90	10.77	26.29	49.85	0.03	0.22	0.38
494.70	368.76	288.53		28.04	45.88		0.24	0.36
469.68	379.43	299.44		25.64	44.94		0.22	0.36
473.22	364.96	288.86		27.93	46.79		0.24	0.37
256.71	385.55	282.40		28.19	52.49		0.24	0.39
	362.56	263.16		28.09	47.19		0.24	0.37
	336.07	265.28		30.5	49.98		0.26	0.38
	348.55	258.35		32.45	52.58		0.27	0.39
	362.56	244.07		31.53	50.89		0.27	0.39
	346.04	230.11		34.01	53.53		0.28	0.4

317.55	257.43	42.41	63.58	0.34	0.44
307.58	230.54	38.4	61.93	0.31	0.44
307.26	239.61	45.51	57.22	0.36	0.41
265.60	222.07	52.1	68.1	0.39	0.45
272.45	200.90	51.61	77.3	0.39	0.49
264.51	220.52	52.59	79.16	0.39	0.49
253.02	202.36	56.17	92.14	0.41	0.53
254.32	184.61	58.6	82.28	0.42	0.5
236.16	172.02	74.9	88.52	0.48	0.52
244.23	160.49	59.28	93.52	0.42	0.53
	167.84	38.74	106.4	0.32	0.56
	129.69		107.84		0.57
	144.70		120.72		0.58
	135.25		113.7		0.57
	128.97		153.83		0.64
	126.14		128.05		0.61
	112.46		145.6		0.62
	90.46		162.54		0.71
	98.32				
	93.13				
	81.94				
	69.78				
	71.45				
	62.14				

Lampiran F. Hasil Simulasi Skenario Dasar

Time	Produksi gula perhari (ton)	Rendemen	Lama antrian	Penurunan rendemen	Jumlah truk parkir (truk)
Jun 1	0.00	0.00	?:??	?	0.00
Jun 2	0.00	1.71	11:40:27	0.02	420.17
Jun 3	0.00	6.81	15:33:55	0.09	465.45
Jun 4	277.50	6.72	11:18:03	0.01	464.72
Jun 5	352.00	6.72	10:08:50	0.00	428.84
Jun 6	371.12	6.65	13:17:59	0.05	468.97
Jun 7	357.92	6.58	15:27:46	0.09	489.45
Jun 8	355.19	6.56	12:51:26	0.04	504.55
Jun 9	369.27	6.50	13:20:09	0.05	545.72
Jun 10	351.97	6.43	14:15:28	0.07	587.49
Jun 11	359.29	6.41	19:48:46	0.15	569.46
Jun 12	347.05	6.37	21:08:50	0.17	604.51
Jun 13	355.88	6.34	16:35:47	0.11	582.79
Jun 14	342.63	6.30	19:24:15	0.15	646.35
Jun 15	352.37	6.29	18:00:56	0.13	637.96
Jun 16	336.98	6.27	15:22:16	0.09	628.37
Jun 17	341.42	6.25	13:52:03	0.06	587.23
Jun 18	331.32	6.25	19:20:17	0.15	622.94
Jun 19	330.40	6.24	22:16:07	0.18	590.48
Jun 20	330.07	6.25	17:37:37	0.12	609.32
Jun 21	356.35	6.22	26:15:28	0.23	705.18
Jun 22	345.01	6.21	18:52:39	0.14	699.22
Jun 23	341.26	6.23	19:57:25	0.16	638.12
Jun 24	366.05	6.21	15:55:50	0.10	674.55
Jun 25	350.39	6.25	21:36:29	0.18	635.06
Jun 26	354.63	6.25	20:31:33	0.16	625.57
Jun 27	362.72	6.25	16:29:35	0.11	671.96
Jun 28	359.42	6.28	20:18	0.16	616.48
Jun 29	350.51	6.28	15:09:56	0.09	630.58
Jun 30	355.90	6.32	14:12:24	0.07	601.71
Jul 1	357.52	6.35	13:51:43	0.06	586.66
Jul 2	386.82	6.35	21:41:29	0.18	632.71
Jul 3	369.21	6.38	16:02:24	0.10	605.02
Jul 4	376.13	6.42	18:41:37	0.14	568.62
Jul 5	377.12	6.43	16:05:54	0.10	625.05
Jul 6	385.87	6.45	17:45:23	0.13	634.50
Jul 7	391.70	6.46	15:01	0.08	635.66
Jul 8	389.18	6.50	15:54:44	0.10	661.63
Jul 9	386.26	6.52	15:21:05	0.09	650.22
Jul 10	391.17	6.57	16:37:01	0.11	653.81
Jul 11	394.99	6.58	19:46:10	0.15	703.24
Jul 12	395.12	6.64	14:32:34	0.08	611.43
Jul 13	409.48	6.68	17:57:17	0.13	600.99
Jul 14	414.10	6.70	17:03:47	0.12	609.11
Jul 15	407.20	6.75	16:48:56	0.11	645.64
Jul 16	413.65	6.78	15:52:56	0.10	653.51
Jul 17	419.16	6.81	15:15:09	0.09	634.20
Jul 18	420.69	6.87	16:14:22	0.10	620.83
Jul 19	423.29	6.90	14:16:45	0.07	603.53
Jul 20	430.97	6.94	14:37:49	0.08	615.10
Jul 21	429.90	6.98	17:27:07	0.12	593.60
Jul 22	412.61	7.03	14:22:05	0.07	608.54
Jul 23	423.07	7.08	14:24:26	0.07	610.23
Jul 24	429.11	7.10	14:57:03	0.08	633.18
Jul 25	437.42	7.15	17:41:14	0.13	650.12
Jul 26	434.99	7.17	15:37:16	0.09	660.84
Jul 27	434.86	7.22	15:36:32	0.09	661.10
Jul 28	421.81	7.25	18:39:25	0.14	708.42
Jul 29	458.19	7.29	17:45:14	0.13	719.61
Jul 30	432.10	7.34	20:49:41	0.17	729.53
Aug 1	461.96	7.35	24:38:20	0.21	795.42
Aug 2	435.33	7.41	17:38:31	0.12	747.25
Aug 3	452.85	7.45	18:49:48	0.14	797.56
Aug 4	448.86	7.49	18:48:23	0.14	795.87
Aug 5	453.31	7.51	21:23:08	0.17	833.42
Aug 6	464.25	7.55	20:14:38	0.16	841.75
Aug 7	446.51	7.60	20:05:09	0.16	835.18

Time	Produksi gula perhari (ton)	Rendemen	Lama antrian	Penurunan rendemen	Jumlah truk parkir (truk)
Aug 8	449.72	7.65	19:21:49	0.15	819.59
Aug 9	459.62	7.69	19:15:36	0.15	815.81
Aug 10	464.89	7.72	20:43:50	0.17	878.09
Aug 11	461.00	7.75	21:20:41	0.17	897.46
Aug 12	454.77	7.79	28:31	0.25	883.78
Aug 13	461.24	7.84	21:27:47	0.17	874.46
Aug 14	463.74	7.89	22:17:51	0.18	842.94
Aug 15	476.98	7.93	20:37:51	0.16	825.30
Aug 16	481.03	7.97	19:19:28	0.15	809.54
Aug 17	486.09	8.01	20:58:07	0.17	813.44
Aug 18	479.09	8.04	18:49:48	0.14	797.19
Aug 19	467.61	8.08	20:02:11	0.16	781.32
Aug 20	459.84	8.11	21:14:04	0.17	789.91
Aug 21	474.05	8.14	18:46:05	0.14	794.87
Aug 22	475.85	8.16	24:25:55	0.21	844.54
Aug 23	470.59	8.20	21:01:28	0.17	815.59
Aug 24	467.75	8.23	22:06:55	0.18	835.73
Aug 25	480.34	8.24	20:46:56	0.17	864.14
Aug 26	466.80	8.24	21:25:41	0.17	907.64
Aug 27	477.65	8.29	23:18:14	0.19	804.72
Aug 28	474.29	8.30	29:42:16	0.26	808.68
Aug 29	468.08	8.33	21:31:43	0.17	798.19
Aug 30	456.45	8.36	21:45:08	0.18	820.71
Sep 1	462.31	8.35	19:30:14	0.15	825.42
Sep 2	456.04	8.36	21:07:52	0.17	877.92
Sep 3	463.84	8.40	24:56:08	0.21	775.66
Sep 4	433.06	8.39	21:33:13	0.18	830.95
Sep 5	472.74	8.41	20:59:26	0.17	845.80
Sep 6	458.09	8.39	26:08:37	0.22	899.87
Sep 7	463.91	8.39	39:12:22	0.33	938.86
Sep 8	443.91	8.36	43:22:15	0.35	1,001.59
Sep 9	434.01	8.38	27:53:16	0.24	955.93
Sep 10	436.35	8.37	37:07:28	0.31	987.30
Sep 11	447.23	8.34	37:48:59	0.32	1,038.38
Sep 12	416.35	8.35	40:51:04	0.34	1,046.30
Sep 13	424.67	8.32	33:15:35	0.28	1,054.76
Sep 14	427.78	8.30	30:26:22	0.26	1,095.04
Sep 15	421.54	8.28	52:21:51	0.40	1,099.90
Sep 16	411.04	8.26	25:22:42	0.22	1,073.77
Sep 17	375.12	8.25	53:59:14	0.41	1,067.15
Sep 18	412.77	8.21	46:15:09	0.37	1,041.37
Sep 19	377.46	8.18	55:09:51	0.41	1,063.53
Sep 20	356.93	8.14	34:10:53	0.29	1,074.05
Sep 21	357.33	8.12	48:29:54	0.38	1,026.80
Sep 22	345.23	8.08	34:14:13	0.29	988.38
Sep 23	339.32	8.06	34:35:04	0.29	976.06
Sep 24	322.75	8.00	32:38:20	0.28	1,018.98
Sep 25	351.27	7.96	24:24:19	0.21	1,032.56
Sep 26	320.38	7.90	35:48:22	0.30	1,051.48
Sep 27	311.25	7.83	48:51:15	0.38	1,054.29
Sep 28	301.18	7.79	41:19:19	0.34	1,034.30
Sep 29	295.91	7.71	38:37:07	0.32	1,059.56
Sep 30	297.40	7.65	35:13:39	0.30	1,049.20
Oct 1	258.55	7.61	46:12:05	0.37	1,013.99
Oct 2	284.76	7.52	71:22:26	0.48	1,031.01
Oct 3	277.14	7.43	41:10:50	0.34	1,056.58
Oct 4	266.58	7.34	98:02:14	0.56	1,089.66
Oct 5	270.72	7.24	89:06:16	0.53	1,105.96
Oct 6	225.17	7.16	88:51:17	0.53	1,117.72
Oct 7	240.24	7.10	55:01:13	0.41	958.47
Oct 8	233.45	7.07	53:11:30	0.40	622.32
Oct 9	218.59	?	?:??	?	211.84
Oct 10	224.13	?	?:??	?	1.00
Oct 11	?	?	?:??	?	0.00
Oct 12	?	?	?:??	?	0.00
Oct 13	?	?	?:??	?	0.00
Oct 14	?	?	?:??	?	0.00

Lampiran G. Hasil Simulasi Skenario RS 1

Time	Produksi gula perhari (ton)	Rendemen	Lama antrian	Penurunan rendemen	Jumlah truk parkir (truk)
Jun 1	0.00	0.00	?:??	?	0.00
Jun 2	0.00	2.53	06:40:37	0.00	284.28
Jun 3	0.00	7.54	08:49:53	0.00	356.31
Jun 4	382.05	7.48	07:50	0.00	358.77
Jun 5	451.05	7.43	07:14:04	0.00	302.68
Jun 6	454.24	7.37	10:17:01	0.00	344.74
Jun 7	457.16	7.33	10:14:43	0.00	318.30
Jun 8	443.76	7.28	11:54:55	0.03	362.32
Jun 9	455.19	7.22	13:03:44	0.05	428.30
Jun 10	431.50	7.19	09:15:31	0.00	398.80
Jun 11	424.59	7.15	09:43:17	0.00	412.90
Jun 12	437.60	7.11	09:32:28	0.00	442.44
Jun 13	427.33	7.07	10:18:12	0.00	479.96
Jun 14	424.28	7.06	11:24:20	0.01	472.02
Jun 15	438.58	7.04	10:27:46	0.00	454.28
Jun 16	441.29	7.00	18:00:16	0.13	543.34
Jun 17	447.83	6.94	13:26:58	0.06	625.60
Jun 18	411.63	6.94	15:49:54	0.10	559.34
Jun 19	413.90	6.93	18:49:51	0.14	587.07
Jun 20	443.73	6.89	13:41:34	0.06	637.94
Jun 21	403.20	6.91	20:59:59	0.17	641.43
Jun 22	436.66	6.91	13:40:02	0.06	636.71
Jun 23	440.09	6.89	16:28:44	0.11	647.88
Jun 24	444.76	6.89	14:58:23	0.08	697.36
Jun 25	451.78	6.90	17:05:02	0.12	675.47
Jun 26	426.64	6.91	16:55:53	0.11	667.62
Jun 27	427.65	6.93	19:24:59	0.15	642.42
Jun 28	449.73	6.93	17:03:52	0.12	654.39
Jun 29	442.63	6.98	15:37:44	0.09	586.13
Jun 30	450.97	7.02	13:08:31	0.05	538.62
Jul 1	468.59	7.02	15:33:33	0.09	608.61
Jul 2	460.27	7.05	16:12:35	0.10	549.67
Jul 3	470.35	7.05	19:11:54	0.15	623.05
Jul 4	472.09	7.06	14:14:01	0.07	659.01
Jul 5	457.83	7.11	13:35:30	0.06	612.70
Jul 6	464.20	7.15	13:47:18	0.06	584.87
Jul 7	474.93	7.17	14:09:54	0.07	640.58
Jul 8	480.84	7.19	14:40:52	0.08	650.19
Jul 9	475.05	7.22	16:52:02	0.11	637.15
Jul 10	492.38	7.26	14:31:29	0.08	634.75
Jul 11	479.85	7.29	13:16:52	0.05	618.28
Jul 12	483.11	7.31	17:20:43	0.12	704.88
Jul 13	486.22	7.36	14:09:45	0.07	659.82
Jul 14	492.95	7.39	17:01:58	0.12	688.14
Jul 15	498.47	7.45	15:05:38	0.09	636.80
Jul 16	508.36	7.49	17:05:31	0.12	604.60
Jul 17	504.18	7.55	13:04:02	0.05	606.22
Jul 18	514.11	7.60	12:45:59	0.04	594.29
Jul 19	528.03	7.64	13:51:56	0.06	600.10
Jul 20	522.47	7.68	12:42:03	0.04	577.56
Jul 21	509.30	7.72	13:19:02	0.05	589.78
Jul 22	523.38	7.79	12:03:25	0.03	561.74
Jul 23	527.63	7.83	16:18:25	0.10	583.11
Jul 24	533.57	7.86	14:43:06	0.08	600.45
Jul 25	534.41	7.92	14:01:24	0.07	537.87
Jul 26	526.89	7.99	11:23:10	0.01	530.37
Jul 27	540.70	8.04	12:07:43	0.03	546.47
Jul 28	543.15	8.09	11:40:28	0.02	543.67
Jul 29	544.91	8.14	11:30:58	0.02	523.68
Jul 30	548.20	8.17	13:16:28	0.05	618.48
Aug 1	561.77	8.21	12:46:43	0.04	595.18
Aug 2	551.81	8.25	12:52:55	0.04	600.00
Aug 3	568.57	8.30	14:30:32	0.08	594.97
Aug 4	546.62	8.37	13:40:19	0.06	584.98
Aug 5	576.33	8.42	11:07:30	7.89e-3	518.20
Aug 6	579.50	8.46	12:09:15	0.03	566.30
Aug 7	559.92	8.51	11:36:24	0.02	540.16

Time	Produksi gula perhari (ton)	Rendemen	Lama antrian	Penurunan rendemen	Jumlah truk parkir (truk)
Aug 8	566.96	8.58	11:00:12	0.00	491.41
Aug 9	585.70	8.64	13:39:45	0.06	511.49
Aug 10	576.30	8.66	13:01:49	0.05	501.82
Aug 11	574.01	8.73	11:30:15	0.02	485.64
Aug 12	586.47	8.77	11:08:11	8.15e-3	483.58
Aug 13	577.32	8.83	08:56:43	0.00	416.34
Aug 14	590.08	8.87	10:20:48	0.00	449.61
Aug 15	591.61	8.91	10:38:39	0.00	495.50
Aug 16	593.46	8.94	10:32:01	0.00	490.35
Aug 17	572.11	8.98	12:37:19	0.04	477.40
Aug 18	603.48	9.02	11:14:17	0.01	477.27
Aug 19	597.21	9.07	11:24:33	0.01	435.53
Aug 20	582.43	9.10	12:19:55	0.03	449.39
Aug 21	597.65	9.14	08:45:02	0.00	407.62
Aug 22	592.87	9.18	10:12:27	0.00	405.17
Aug 23	598.02	9.21	12:18:19	0.03	424.80
Aug 24	586.34	9.24	09:32:49	0.00	435.22
Aug 25	608.66	9.27	13:24:37	0.06	463.50
Aug 26	616.73	9.28	10:05:03	0.00	460.80
Aug 27	579.51	9.32	11:10:55	9.18e-3	447.87
Aug 28	598.76	9.34	14:20:16	0.07	481.72
Aug 29	611.38	9.33	12:57:54	0.05	513.75
Aug 30	580.43	9.34	11:34:36	0.02	538.02
Sep 1	565.72	9.36	13:14:16	0.05	541.76
Sep 2	567.74	9.36	15:31:37	0.09	525.25
Sep 3	573.42	9.41	13:08:57	0.05	464.93
Sep 4	570.19	9.43	09:57:46	0.00	457.48
Sep 5	574.85	9.42	13:43:06	0.06	492.50
Sep 6	562.05	9.43	11:37:27	0.02	521.20
Sep 7	572.08	9.41	19:12:56	0.15	521.06
Sep 8	566.04	9.42	10:32:02	0.00	490.75
Sep 9	541.50	9.45	13:43:54	0.06	471.72
Sep 10	582.91	9.44	14:03:49	0.07	485.84
Sep 11	550.39	9.43	13:32:47	0.06	508.81
Sep 12	533.21	9.41	12:28:10	0.04	507.28
Sep 13	561.51	9.41	18:12:17	0.13	468.28
Sep 14	530.64	9.41	16:43:44	0.11	444.39
Sep 15	520.87	9.38	12:34	0.04	472.12
Sep 16	503.78	9.35	13:25:33	0.06	434.70
Sep 17	487.34	9.36	15:16:29	0.09	429.03
Sep 18	486.36	9.35	08:36:18	0.00	333.86
Sep 19	515.99	7.02	01:20:18	0.00	4.10
Sep 20	498.65	?	?:??	?	0.00
Sep 21	168.39	?	?:??	?	1.00
Sep 22	?	?	?:??	?	0.00
Sep 23	?	?	?:??	?	0.00
Sep 24	?	?	?:??	?	1.00
Sep 25	?	?	?:??	?	0.00
Sep 26	?	?	?:??	?	0.00
Sep 27	?	?	?:??	?	0.00
Sep 28	?	?	?:??	?	0.00
Sep 29	?	?	?:??	?	0.00
Sep 30	?	?	?:??	?	0.00
Oct 1	?	?	?:??	?	0.00
Oct 2	?	?	?:??	?	0.00
Oct 3	?	?	?:??	?	0.00
Oct 4	?	?	?:??	?	0.00
Oct 5	?	?	?:??	?	0.00
Oct 6	?	?	?:??	?	0.00
Oct 7	?	?	?:??	?	0.00
Oct 8	?	?	?:??	?	0.00
Oct 9	?	?	?:??	?	0.00
Oct 10	?	?	?:??	?	0.00
Oct 11	?	?	?:??	?	0.00
Oct 12	?	?	?:??	?	0.00
Oct 13	?	?	?:??	?	0.00
Oct 14	?	?	?:??	?	0.00

Lampiran H. Hasil Simulasi Skenario RS 2

Time	Produksi gula perhari (ton)	Rendemen	Lama antrian	Penurunan rendemen	Jumlah truk parkir (truk)
Jun 1	0.00	0.00	?:??	?	0.00
Jun 2	0.00	2.41	08:46:51	0.00	329.80
Jun 3	0.00	7.20	11:09:12	8.53e-3	396.82
Jun 4	381.36	7.13	11:55:16	0.03	420.84
Jun 5	445.96	7.07	11:09:10	8.52e-3	439.88
Jun 6	443.43	7.03	09:23:10	0.00	393.01
Jun 7	445.08	6.99	08:42:18	0.00	357.30
Jun 8	441.33	6.95	08:33:59	0.00	313.42
Jun 9	443.37	6.91	07:58:46	0.00	332.40
Jun 10	436.47	6.88	07:37:01	0.00	312.18
Jun 11	429.37	6.84	09:36:57	0.00	322.76
Jun 12	430.13	6.82	09:07:13	0.00	339.86
Jun 13	417.78	6.79	08:12:48	0.00	359.32
Jun 14	432.18	6.76	12:04:17	0.03	411.16
Jun 15	424.22	6.73	11:33:34	0.02	453.85
Jun 16	432.55	6.71	10:59:15	0.00	480.62
Jun 17	427.02	6.66	12:45:23	0.04	551.71
Jun 18	414.02	6.65	13:31:06	0.06	517.37
Jun 19	413.50	6.65	13:19:18	0.05	499.65
Jun 20	412.38	6.65	12:07:27	0.03	490.80
Jun 21	419.26	6.64	14:13:26	0.07	511.69
Jun 22	419.67	6.62	14:47:10	0.08	530.00
Jun 23	411.83	6.64	11:31:06	0.02	512.19
Jun 24	418.58	6.64	13:01:28	0.05	554.08
Jun 25	428.48	6.63	14:26:56	0.07	554.98
Jun 26	426.90	6.66	13:35:32	0.06	526.73
Jun 27	428.33	6.67	11:41:42	0.02	506.51
Jun 28	430.16	6.68	12:59:24	0.05	532.68
Jun 29	434.10	6.68	14:29:42	0.07	564.29
Jun 30	436.26	6.69	16:12:24	0.10	612.64
Jul 1	439.09	6.68	14:39	0.08	624.65
Jul 2	436.90	6.70	17:41:53	0.13	601.85
Jul 3	431.91	6.73	14:28:08	0.07	613.22
Jul 4	438.61	6.76	14:31:05	0.08	622.79
Jul 5	442.00	6.77	14:57:26	0.08	664.00
Jul 6	441.13	6.80	14:58:26	0.08	593.00
Jul 7	447.10	6.84	15:37:21	0.09	605.54
Jul 8	447.76	6.86	15:31:18	0.09	638.60
Jul 9	451.05	6.88	14:57:42	0.08	656.86
Jul 10	451.50	6.91	15:14:15	0.09	666.63
Jul 11	459.98	6.96	14:03:40	0.07	625.34
Jul 12	466.19	7.01	13:19:39	0.05	592.69
Jul 13	459.68	7.04	14:23:51	0.07	625.25
Jul 14	468.09	7.06	15:51:33	0.10	663.83
Jul 15	463.96	7.10	15:14:35	0.09	629.50
Jul 16	471.31	7.14	15:33:15	0.09	649.11
Jul 17	467.99	7.18	15:31:55	0.09	641.12
Jul 18	472.73	7.23	13:46:28	0.06	579.49
Jul 19	469.82	7.29	13:43:29	0.06	556.83
Jul 20	487.27	7.33	16:45:36	0.11	611.81
Jul 21	482.31	7.35	16:42:14	0.11	637.53
Jul 22	486.45	7.40	13:31:43	0.06	601.12
Jul 23	483.65	7.46	14:37:54	0.08	627.66
Jul 24	498.23	7.48	19:20:32	0.15	679.12
Jul 25	501.20	7.51	15:28:27	0.09	676.99
Jul 26	494.43	7.55	15:41:20	0.09	697.62
Jul 27	500.47	7.61	15:23:40	0.09	684.52
Jul 28	507.99	7.65	16:12:46	0.10	721.07
Jul 29	507.43	7.68	17:04:01	0.12	729.34
Jul 30	501.09	7.72	16:55:19	0.11	752.32
Aug 1	511.10	7.76	16:56	0.11	752.82
Aug 2	513.30	7.82	16:53:33	0.11	751.20
Aug 3	515.51	7.86	18:03:03	0.13	769.47
Aug 4	525.31	7.91	16:28:28	0.11	732.71
Aug 5	522.43	7.95	18:23:26	0.14	788.17
Aug 6	533.63	7.99	17:56:09	0.13	761.16
Aug 7	526.86	8.05	17:34:36	0.12	731.31

Time	Produksi gula perhari (ton)	Rendemen	Lama antrian	Penurunan rendemen	Jumlah truk parkir (truk)
Aug 8	527.73	8.08	16:52:47	0.11	750.16
Aug 9	536.05	8.13	16:54:20	0.11	751.20
Aug 10	532.76	8.18	15:55:54	0.10	708.51
Aug 11	533.27	8.24	16:27:54	0.11	697.11
Aug 12	537.83	8.29	17:35:57	0.12	682.50
Aug 13	546.04	8.34	14:54:04	0.08	617.85
Aug 14	547.00	8.39	14:04:41	0.07	626.12
Aug 15	549.81	8.43	17:27:26	0.12	634.31
Aug 16	552.46	8.45	18:36:27	0.14	675.86
Aug 17	549.94	8.47	19:32:07	0.15	727.37
Aug 18	556.80	8.49	18:12:21	0.13	776.59
Aug 19	542.25	8.53	21:47:01	0.18	761.43
Aug 20	556.70	8.56	17:24:45	0.12	773.54
Aug 21	543.05	8.61	17:16:46	0.12	716.58
Aug 22	561.13	8.65	16:24:52	0.11	719.70
Aug 23	559.84	8.67	18:27:49	0.14	706.58
Aug 24	565.81	8.71	17:55:53	0.13	718.11
Aug 25	560.03	8.72	17:20:28	0.12	751.73
Aug 26	557.88	8.74	19:08:55	0.15	771.28
Aug 27	561.96	8.77	19:51:13	0.15	743.96
Aug 28	557.60	8.80	16:47:37	0.11	746.12
Aug 29	568.82	8.83	15:31:14	0.09	690.13
Aug 30	559.63	8.85	19:20:19	0.15	716.22
Sep 1	558.28	8.86	16:53:17	0.11	731.56
Sep 2	551.06	8.86	18:21:13	0.13	768.45
Sep 3	560.09	8.88	16:47:19	0.11	746.39
Sep 4	555.27	8.89	21:19:18	0.17	759.55
Sep 5	558.37	8.89	21:13:35	0.17	773.11
Sep 6	543.56	8.92	21:48:23	0.18	691.66
Sep 7	551.06	8.92	19:32:57	0.15	707.79
Sep 8	544.05	8.93	18:53:22	0.14	709.80
Sep 9	542.85	8.94	16:56:53	0.11	687.53
Sep 10	555.06	8.94	15:31:39	0.09	686.58
Sep 11	539.62	8.95	15:40:16	0.09	595.45
Sep 12	552.31	8.95	18:35:48	0.14	634.39
Sep 13	542.70	8.93	18:37:48	0.14	642.30
Sep 14	532.27	8.91	17:13:31	0.12	624.66
Sep 15	514.01	8.91	17:58:04	0.13	637.24
Sep 16	536.59	8.87	14:51:01	0.08	660.44
Sep 17	524.47	8.87	18:10:53	0.13	636.99
Sep 18	522.78	8.88	07:37:17	0.00	266.47
Sep 19	512.54	5.58	-?:??	0.00	-7.22
Sep 20	482.06	3.34	01:13:01	0.00	1.63
Sep 21	79.71	?	?:??	?	1.00
Sep 22	?	?	?:??	?	0.00
Sep 23	?	?	?:??	?	0.00
Sep 24	?	?	?:??	?	0.00
Sep 25	?	?	?:??	?	0.00
Sep 26	?	?	?:??	?	0.00
Sep 27	?	?	?:??	?	0.00
Sep 28	?	?	?:??	?	0.00
Sep 29	?	?	?:??	?	0.00
Sep 30	?	?	?:??	?	0.00
Oct 1	?	?	?:??	?	0.00
Oct 2	?	?	?:??	?	0.00
Oct 3	?	?	?:??	?	0.00
Oct 4	?	?	?:??	?	0.00
Oct 5	?	?	?:??	?	0.00
Oct 6	?	?	?:??	?	0.00
Oct 7	?	?	?:??	?	0.00
Oct 8	?	?	?:??	?	0.00
Oct 9	?	?	?:??	?	0.00
Oct 10	?	?	?:??	?	0.00
Oct 11	?	?	?:??	?	0.00
Oct 12	?	?	?:??	?	0.00
Oct 13	?	?	?:??	?	0.00
Oct 14	?	?	?:??	?	0.00

Lampiran I. Hasil Simulasi Skenario RS 3

Time	Produksi gula perhari (ton)	Rendemen	Lama antrian	Penurunan rendemen	Jumlah truk parkir (truk)
Jun 1	0.00	0.00	?:??	?	0.00
Jun 2	0.00	0.00	33:02:01	0.28	385.00
Jun 3	0.00	5.94	31:17:05	0.27	417.17
Jun 4	76.67	5.87	39:59:17	0.33	449.61
Jun 5	148.26	5.81	32:22:41	0.28	466.98
Jun 6	148.08	5.80	24:24:58	0.21	457.36
Jun 7	152.11	5.76	24:21:36	0.21	463.81
Jun 8	164.05	5.72	26:47:52	0.23	463.48
Jun 9	155.23	5.66	32:33:12	0.28	492.47
Jun 10	148.06	5.62	36:14:10	0.31	503.80
Jun 11	149.84	5.62	28:19:07	0.24	485.34
Jun 12	145.51	5.57	37:58:16	0.32	517.19
Jun 13	153.13	5.52	30:35:34	0.26	545.83
Jun 14	139.26	5.51	27:11:49	0.23	545.50
Jun 15	141.70	5.50	28:53:06	0.25	538.75
Jun 16	150.98	5.49	25:21:23	0.22	536.50
Jun 17	149.27	5.49	44:23	0.36	499.36
Jun 18	146.11	5.46	26:25:31	0.23	518.18
Jun 19	147.89	5.47	26:51:38	0.23	554.91
Jun 20	148.47	5.46	33:36:58	0.29	558.53
Jun 21	157.83	5.41	46:16:27	0.37	586.20
Jun 22	136.19	5.42	29:23:13	0.25	609.90
Jun 23	148.21	5.42	49:33:34	0.39	632.35
Jun 24	159.48	5.43	41:11:04	0.34	622.10
Jun 25	148.18	5.42	31:23:53	0.27	664.96
Jun 26	156.59	5.43	37:49:04	0.32	683.47
Jun 27	154.95	5.45	38:15:36	0.32	654.62
Jun 28	160.19	5.47	35:49:52	0.30	610.89
Jun 29	156.03	5.48	31:53:40	0.27	612.29
Jun 30	163.85	5.50	32:56:35	0.28	629.70
Jul 1	159.84	5.51	29:43:05	0.26	610.34
Jul 2	163.58	5.54	27:52:48	0.24	590.45
Jul 3	161.40	5.57	31:37:32	0.27	573.86
Jul 4	164.13	5.59	27:40:29	0.24	575.36
Jul 5	165.81	5.62	33:17:37	0.29	552.65
Jul 6	169.02	5.64	28:34:47	0.25	562.24
Jul 7	172.00	5.67	26:14:32	0.23	555.76
Jul 8	165.03	5.68	29:33	0.26	577.67
Jul 9	171.32	5.73	27:25:57	0.24	550.36
Jul 10	168.04	5.77	31:08:24	0.27	511.99
Jul 11	178.50	5.79	27:02:41	0.23	522.38
Jul 12	172.14	5.82	32:36:16	0.28	537.89
Jul 13	173.33	5.86	31:20:35	0.27	516.07
Jul 14	173.52	5.89	35:42:16	0.30	544.34
Jul 15	181.49	5.90	31:04:40	0.27	562.95
Jul 16	176.84	5.94	26:00:55	0.22	530.54
Jul 17	178.53	6.01	24:13:08	0.20	512.74
Jul 18	183.31	6.04	24:35:24	0.21	491.82
Jul 19	185.15	6.08	24:17:20	0.21	504.96
Jul 20	184.51	6.11	27:29:42	0.24	481.38
Jul 21	182.85	6.16	25:41:07	0.22	497.74
Jul 22	191.20	6.19	25:57:46	0.22	519.13
Jul 23	190.00	6.22	29:11:36	0.25	527.34
Jul 24	190.95	6.25	26:24:44	0.23	538.30
Jul 25	192.47	6.28	25:17:04	0.22	535.15
Jul 26	185.66	6.31	34:04:43	0.29	581.47
Jul 27	191.75	6.34	28:16:08	0.24	598.68
Jul 28	188.48	6.36	30:10:26	0.26	614.95
Jul 29	192.76	6.39	30:24:40	0.26	643.34
Jul 30	190.27	6.43	39:49:49	0.33	681.85
Aug 1	194.18	6.47	35:23:37	0.30	676.55
Aug 2	195.62	6.51	40:03:03	0.33	683.88
Aug 3	201.65	6.54	31:51:45	0.27	674.29
Aug 4	196.04	6.57	33:29:34	0.29	709.25
Aug 5	195.79	6.60	48:31:19	0.38	708.40
Aug 6	197.38	6.64	35:51:59	0.30	759.61
Aug 7	196.42	6.67	44:36:22	0.36	733.17

Time	Produksi gula perhari (ton)	Rendemen	Lama antrian	Penurunan rendemen	Jumlah truk parkir (truk)
Aug 8	199.42	6.73	35:55:20	0.30	706.70
Aug 9	206.52	6.77	42:26:30	0.35	680.03
Aug 10	203.51	6.81	34:01:42	0.29	707.45
Aug 11	207.07	6.84	36:24:41	0.31	717.16
Aug 12	207.58	6.86	34:25:43	0.29	728.97
Aug 13	204.12	6.91	43:49:55	0.35	710.49
Aug 14	205.40	6.93	38:37:29	0.32	734.00
Aug 15	203.28	6.96	34:00:49	0.29	719.41
Aug 16	200.84	7.02	38:54:32	0.32	685.89
Aug 17	203.92	7.03	34:55:01	0.30	723.05
Aug 18	208.37	7.06	45:08:31	0.36	738.45
Aug 19	205.41	7.08	43:24:30	0.35	756.80
Aug 20	201.88	7.10	36:01:23	0.31	762.40
Aug 21	202.62	7.14	42:29:08	0.35	749.38
Aug 22	205.12	7.18	33:30:07	0.29	709.45
Aug 23	204.62	7.22	33:07:12	0.28	701.25
Aug 24	217.49	7.23	39:08:25	0.33	683.91
Aug 25	199.08	7.25	34:58:45	0.30	729.20
Aug 26	209.63	7.28	39:44:24	0.33	717.11
Aug 27	196.36	7.28	41:45:42	0.34	751.11
Aug 28	210.83	7.30	46:15:02	0.37	737.31
Aug 29	197.57	7.32	35:22:36	0.30	736.13
Aug 30	197.34	7.35	37:10:15	0.31	724.27
Sep 1	203.89	7.34	36:04:05	0.31	761.08
Sep 2	196.45	7.38	50:26:09	0.39	721.16
Sep 3	198.78	7.37	37:29:36	0.32	726.98
Sep 4	202.62	7.38	46:09:56	0.37	741.62
Sep 5	191.25	7.40	40:55:30	0.34	751.24
Sep 6	199.59	7.38	68:16:04	0.47	757.88
Sep 7	192.42	7.38	49:31:13	0.39	763.44
Sep 8	188.62	7.40	57:15:58	0.42	750.58
Sep 9	191.91	7.39	40:05:39	0.33	726.22
Sep 10	190.97	7.38	41:58:36	0.34	752.82
Sep 11	180.36	7.36	67:38:46	0.46	761.92
Sep 12	174.70	7.35	51:22:38	0.40	770.14
Sep 13	173.34	7.37	60:50:47	0.44	743.68
Sep 14	180.71	7.33	62:47:36	0.45	766.29
Sep 15	174.04	7.32	45:53:27	0.37	758.50
Sep 16	174.53	7.31	42:23:14	0.35	738.50
Sep 17	160.57	7.30	54:48:53	0.41	728.63
Sep 18	167.35	7.26	60:59:54	0.44	747.28
Sep 19	159.58	7.24	47:35:49	0.38	771.17
Sep 20	156.08	7.22	73:10:50	0.48	764.66
Sep 21	167.95	7.16	74:38:05	0.49	730.39
Sep 22	143.03	7.15	50:54:25	0.39	739.13
Sep 23	140.39	7.10	57:08:13	0.42	759.99
Sep 24	157.43	7.03	54:03:26	0.41	779.24
Sep 25	131.80	7.01	106:23:29	0.58	781.02
Sep 26	132.82	6.94	100:37:24	0.57	824.51
Sep 27	132.93	6.87	66:22:54	0.46	820.05
Sep 28	128.41	6.82	61:18:21	0.44	805.97
Sep 29	119.37	6.77	99:13:30	0.56	802.93
Sep 30	108.90	6.72	67:20:01	0.46	799.09
Oct 1	118.18	6.65	130:38:05	0.63	800.98
Oct 2	112.50	6.59	65:33:49	0.46	787.52
Oct 3	109.77	6.55	36:21:27	0.31	769.06
Oct 4	103.86	6.47	60:09:40	0.43	767.58
Oct 5	109.39	6.39	145:30:17	0.66	759.39
Oct 6	96.29	6.24	38:03:08	0.32	804.11
Oct 7	94.96	6.21	154:45:55	0.67	802.98
Oct 8	85.95	6.08	128:52:33	0.63	845.19
Oct 9	90.37	5.96	103:46:01	0.57	856.46
Oct 10	74.10	5.87	87:36:15	0.53	878.65
Oct 11	79.83	5.75	300:53:58	0.84	889.65
Oct 12	69.56	5.61	214:53:09	0.76	920.01
Oct 13	59.13	5.48	235:39:26	0.78	944.30
Oct 14	51.33	5.39	95:48:24	0.55	932.13

Lampiran I. Menjalankan Aplikasi SugarCaneDS v1.0

1. Buka file aplikasi model SugarCaneDS v1.0 melalui yang tersimpan di C:\Users\Much. Afandi Muslim\Desktop\Model + Interface + Exp. Excel dengan nama file Model SD PG Semboro.sip
2. Tekan F5 untuk mengubah menjadi mode presentasi, sehingga terlihat tampilan awal SugarCaneDS v1.0 seperti pada Gambar berikut



Tampilan layar awal aplikasi SugarCaneDS v1.0

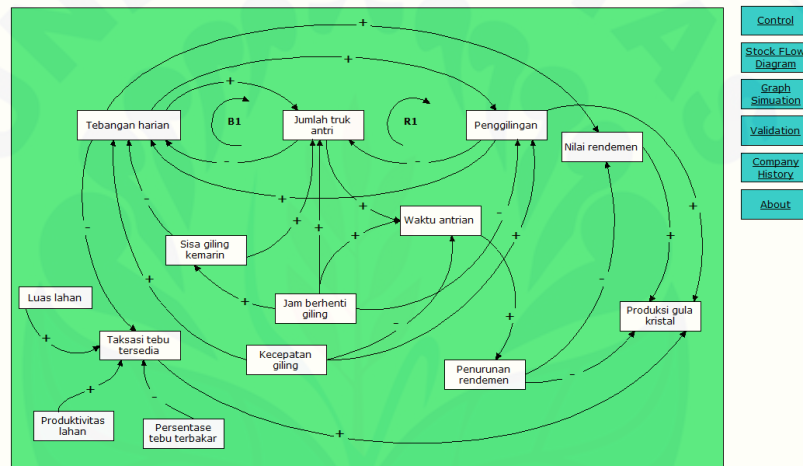
3. Klik link yang bertuliskan >>Sugeng Rawuh pada ampilan layar awal, maka akan terlihat tampilan layar control aplikasi model SugarCaneDS v1.0 terdiri dari beberapa tampilan yang dapat dipilih seperti gambar berikut :



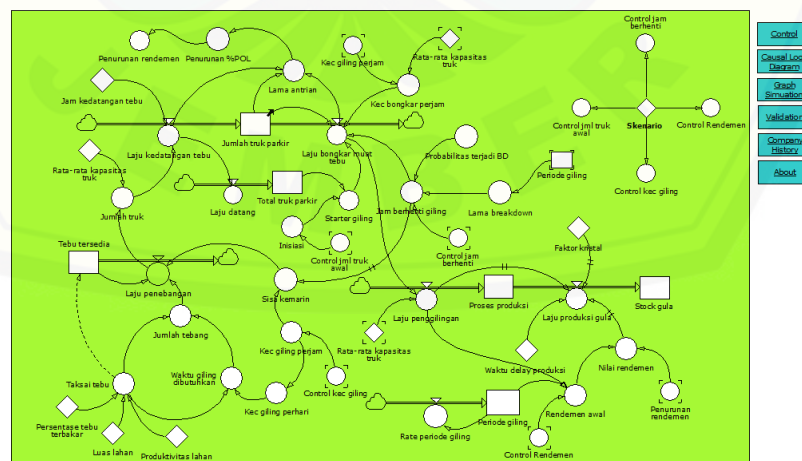
Tampilan layar control aplikasi SugarCaneDS v1.0

- Home untuk kembali ke layar utama aplikasi model SugarCaneDS v1.0.
- Control, merupakan tombol untuk menampilkan layar control dimana terdapat tombol untuk mengubah skenario simulasi dari skenario dasar, optimis, moderat, dan pesimis.
- Causal Loop Diagram, merupakan tombol untuk menampilkan struktur Causal Loop Diagram model sistem dinamis pengendalian risiko produksi gula di PG Semboro.

- Stock Flow Diagram, merupakan tombol untuk menampilkan struktur Stock Flow Diagram model sistem dinamis pengendalian risiko produksi gula di PG Semboro.
- Graph Simulation, merupakan tombol untuk menampilkan grafik hasil simulasi dari model sistem dinamis pengendalian risiko produksi gula di PG Semboro.
- Validation, merupakan tombol untuk menampilkan tabel dan grafik hasil validasi simulasi dari model sistem dinamis pengendalian risiko produksi gula di PG Semboro.
- Company History, merupakan tombol untuk menampilkan sejarah dan profil dari PG Semboro.
- About, tombol yang menyajikan uraian singkat program dan pengembangnya kepada pengguna.



Tampilan *causal loop diagram* aplikasi SugarCaneDS v1.0



Tampilan *stock flow diagram* pada aplikasi SugarCaneDS v1.0

SugarCaneDS v1.0 (Dynamic System Model of Sugar Production Risk Control in Semboro Sugar Factory)

Home Control Causal Loop Diagram Stock Flow Diagram Graph Simulation Validation Company History

>>ABOUT

SugarCaneDS is a simulation model that represents the structure of the system and the risk of decreasing the yield of sugarcane in Semboro Sugar Factory (PTPN XI) based on dynamics system

>>AUTHORS

Muhammad Afandi Muslim
Bachelor of Agroindustrial Technology,
Faculty of Agricultural Technology,
University of Jember 2018

email: afandi.muslim22@gmail.com
IG: @afid_muslim22
Hp: 085258859843

Tampilan *about* pada aplikasi SugarCaneDS v1.0