



**MODEL SISTEM DINAMIS PERENCANAAN BAHAN BAKU
PADA PRODUK VENEER DI PT. XYZ**

SKRIPSI

Oleh

**Aqidatul Izza
NIM 141710301002**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**MODEL SISTEM DINAMIS PERENCANAAN BAHAN BAKU
PADA PRODUK VENEER DI PT. XYZ**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S1) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Aqidatul Izza
NIM 141710301002

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Puji syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan Rahmat serta Hidayah-Nya. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, kupersembahkan skripsi saya ini sebagai wujud cinta kasih saya kepada :

1. Orang tua saya, Ibu tercinta Rokhmah dan Bapak Djoko Mulyono, Kakak saya Rachmawan dan Ella, M. Zain dan Ariani Riska, serta Adik saya Devi Rachmayanti, M. Asyhad, Diah Hana Arifina dan seluruh keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, bimbingan, motivasi, dukungan dan yang telah mencurahkan segala perhatiannya selama ini;
2. Guru-guru saya sejak Taman Kanak-Kanak Muslimat NU 2 Gresik, Taman Kanak-Kanak Dharma Wanita Kemloko, SD Negeri 2 Jotangan, SMP Negeri 2 Mojosari, SMA Negeri 1 Puri Mojokerto, dan seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya;
3. Saudara- saudara seperjuangan Program Studi Teknologi Industri Pertanian 2014 yang selalu memberikan doa, dukungan, membantu selama perkuliahan dan membantu dalam tugas akhir sehingga dapat terselesaikan dengan baik;
4. Almamater tercinta Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

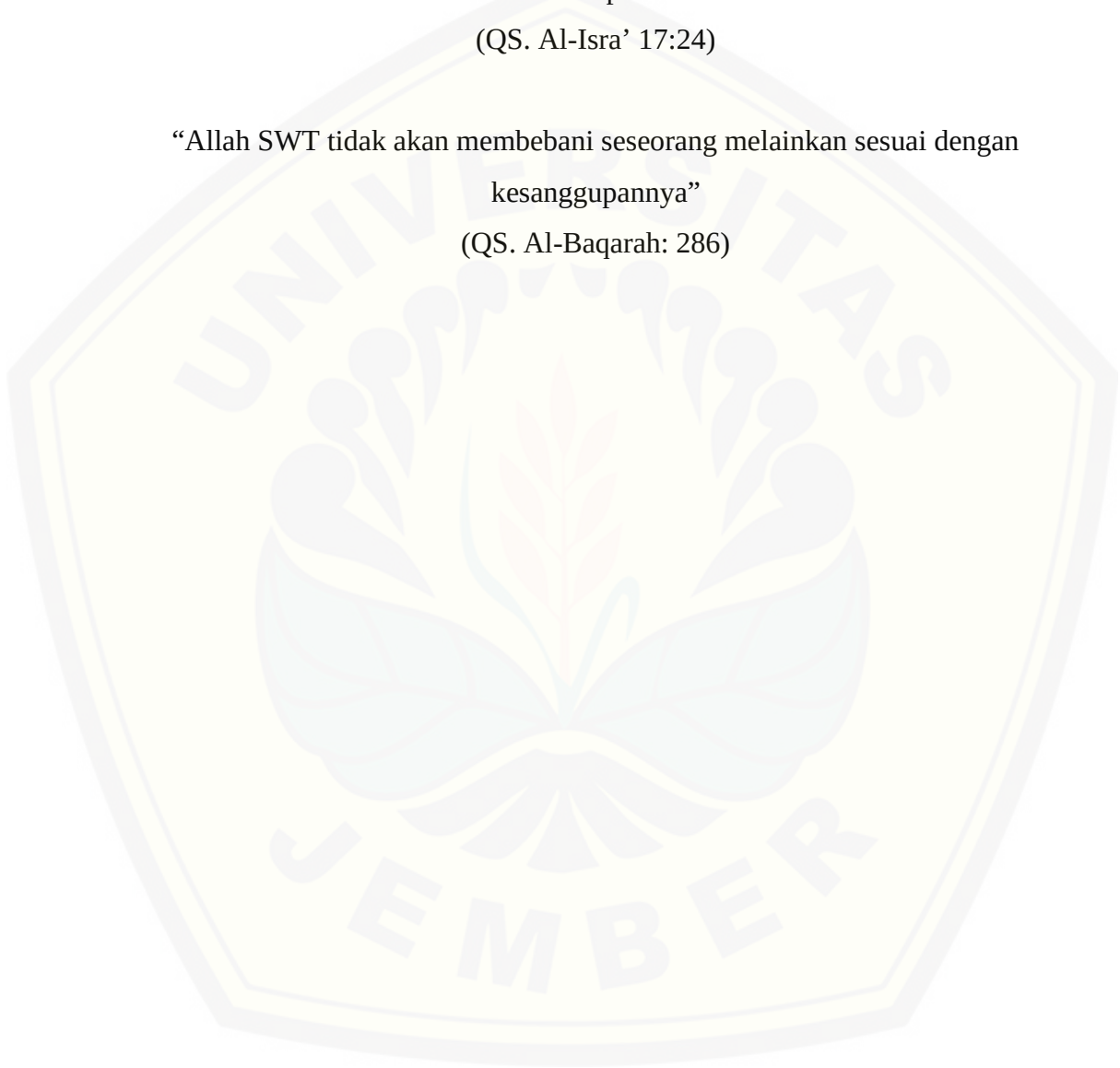
MOTTO

“Dan rendahkanlah dirimu terhadap keduanya dengan penuh kasih sayang dan ucapkanlah, Wahai Tuhanku sayangilah keduanya sebagaimana mereka berdua telah mendidik aku pada waktu kecil”

(QS. Al-Isra’ 17:24)

“Allah SWT tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aqidatul Izza

Nim : 141710301002

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Model Sistem Dinamis Perencanaan Bahan Baku Pada Produk *Veneer* Di PT. XYZ” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawa atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 05 April 2019

Yang menyatakan

Aqidatul Izza

NIM 141710301002

SKRIPSI

**MODEL SISTEM DINAMIS PERENCANAAN BAHAN BAKU PADA
PRODUK VENEER DI PT. XYZ**

Oleh

Aqidatul Izza
NIM 141710301002

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Herry P, S. TP., M. Si
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Noer Novijanto, Mapp. Sc

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Model Sistem Dinamis Perencanaan Bahan Baku Pada Produk Veneer Di PT. XYZ” karya Aqidatul Izza yang telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

hari, tanggal : Jum’at, 05 April 2019

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Bambang Herry P, S. TP., M. Si
NIP. 197505301999031002

Ir. Noer Novijanto, Mapp. Sc
NIP. 195911301985031004

Tim Penguji

Penguji Utama

Penguji Anggota

Dr. Nita Kuswardhani, S. TP., M. Eng
NIP. 197107311997022001

Dr. Dedy Wirawan Soediby, S. TP., M. Si
NIP. 197407071999031001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S. TP., M. Eng
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

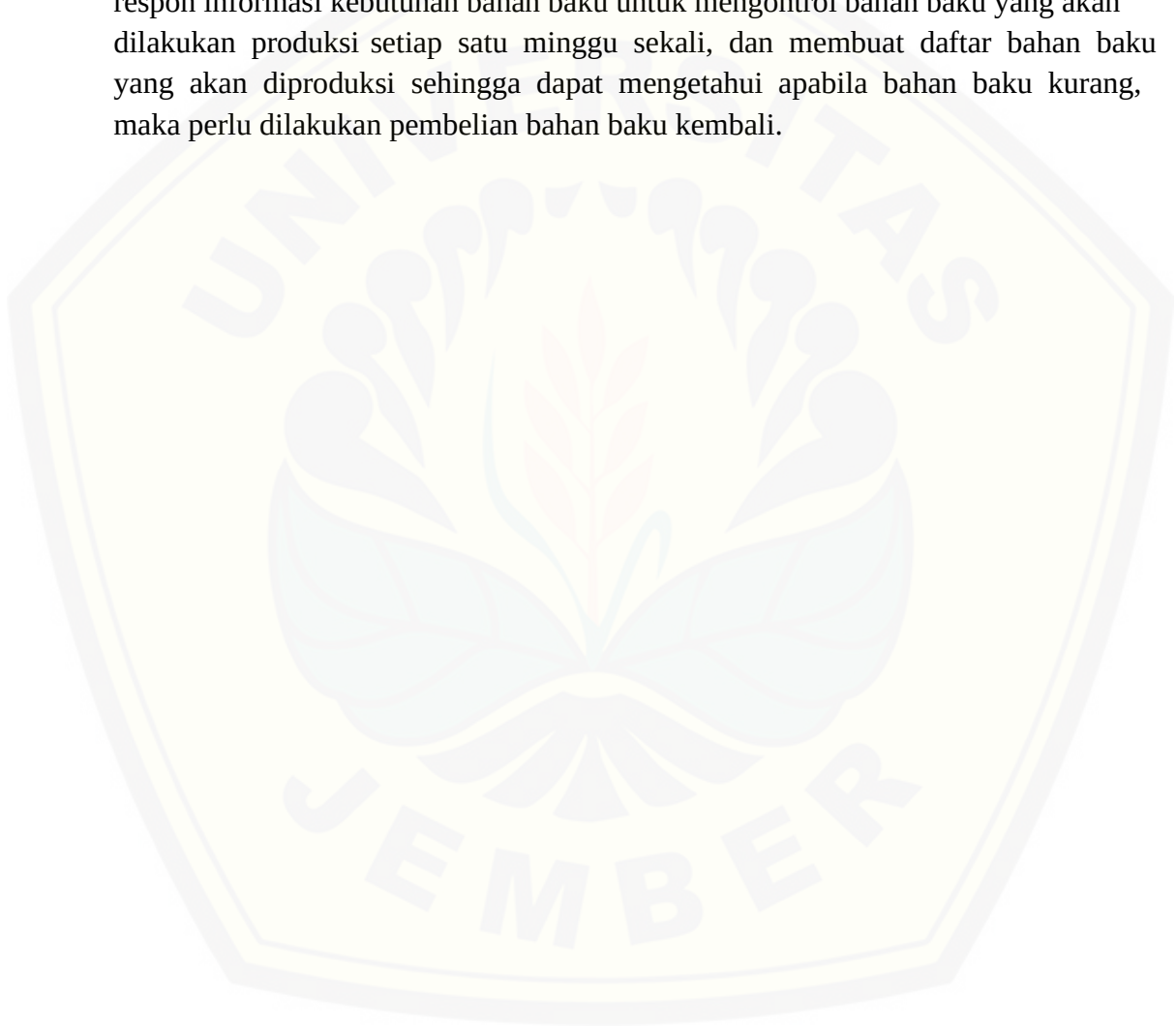
Model Sistem Dinamis Perencanaan Bahan Baku Pada Produk Veneer Di PT. XYZ; Aqidatul Izza, 141710301002; 2019: 63 halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang mengolah bahan baku berupa kayu menjadi *veneer* (lembaran kayu tipis) yaitu produk setengah jadi dari kayu lapis (*plywood*). Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi *veneer* yaitu jenis kayu keruing yang diperoleh dari Pulau Kalimantan, dengan waktu pemesanan bahan baku selama 7 hari hingga sampai di perusahaan. Proses produksi *veneer* di PT. XYZ untuk saat ini sering mengalami *stockout* bahan baku, sehingga perusahaan belum dapat memenuhi jumlah permintaan konsumen. Perusahaan juga pernah mengalami peningkatan *inventory* bahan baku, hal ini disebabkan terjadi karena respon bahan baku yang akan diproduksi mengalami keterlambatan. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan perencanaan bahan baku untuk meminimalisir terjadinya *stockout* dan peningkatan *inventory*, sehingga jika ditinjau dari *quantity*, *quality* dan *timing* menjadi lebih optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang model sistem dinamis perencanaan bahan baku di PT. XYZ sehingga dapat menetapkan kebijakan rencana agregat kebutuhan bahan baku untuk menurunkan terjadinya *stockout* dan meminimumkan jumlah *inventory*.

Model sistem dinamis perencanaan bahan baku dibuat berdasarkan kondisi aktual yang ada di PT. XYZ. Data yang dibutuhkan adalah data permintaan masa lalu, persediaan bahan baku, kapasitas produksi, dan kapasitas gudang produksi. Setelah didapatkan kebutuhan data, kemudian dilakukan perancangan model sistem dinamis yang dirancang menggunakan *software powersim studio 2005*. Model yang dibuat memiliki beberapa variabel dari setiap sub model yang dijabarkan dalam persamaan matematik dalam fungsi persamaan sistem dinamis. Model perencanaan bahan baku apabila sesuai dengan sistem aktual yang ada di perusahaan maka akan menunjukkan pola perilaku yang menekan pemeriksaan kebenaran yang sesuai pada data empiris, sehingga model dapat dikatakan logis dan empiris. Rata-rata nilai MAPE (*mean average percentage error*) yang dihasilkan dari jenis log face sebesar 9% dan log core sebesar 9%, hasil ini menunjukkan bahwa presentase selisih data aktual dan simulasi masih dalam kisaran nilai yang diperkenankan dibawah 10%, sehingga dapat dikatakan model tersebut tervalidasi dengan benar. Berdasarkan skenario kebijakan perencanaan bahan baku yaitu skenario optimis sebagai skenario terbaik yang dapat meminimumkan *inventory* sebesar 643,092 m³/bulan dari total *log face* dan *log*

core, dan juga dapat mengurangi rata-rata *stockout* dari total *log face* dan *log core* sebesar 887,561 m³/bulan. Parameter yang dilakukan perubahan yaitu dengan meningkatkan *safety stock* sebesar 10%, serta mempercepat respon informasi dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku dari 30 hari menjadi 7 hari.

Tindakan yang dilakukan untuk menerapkan skenario optimis yaitu dengan meningkatkan volume *safety stock* dalam melakukan pembelian bahan baku dan perlu dilakukan penambahan kapasitas gudang penyimpanan agar tidak menimbulkan biaya penyimpanan yang meningkat, sedangkan mempercepat respon informasi kebutuhan bahan baku untuk mengontrol bahan baku yang akan dilakukan produksi setiap satu minggu sekali, dan membuat daftar bahan baku yang akan diproduksi sehingga dapat mengetahui apabila bahan baku kurang, maka perlu dilakukan pembelian bahan baku kembali.



SUMMARY

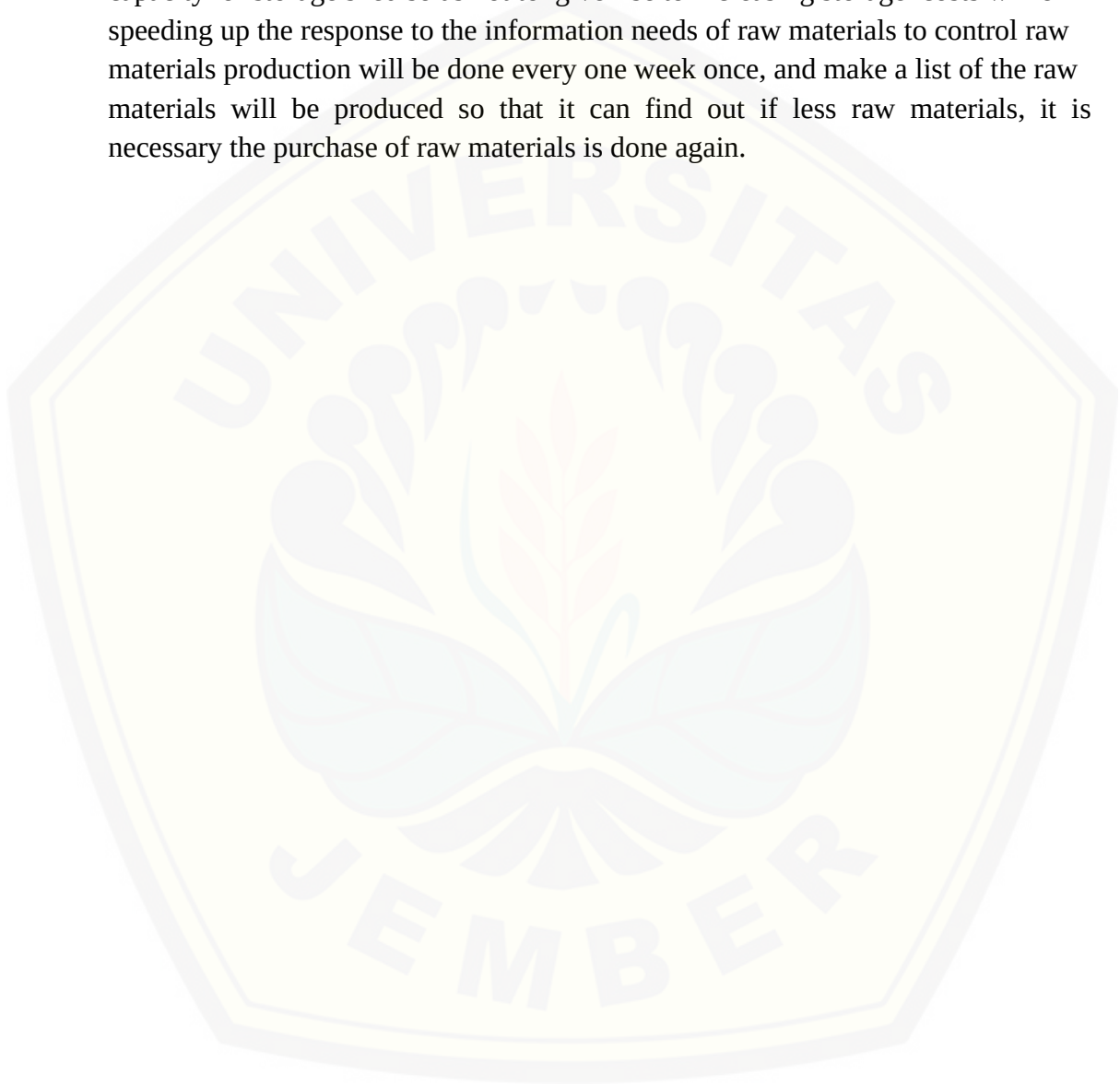
“Dynamic System Model of Raw Materials Planning On The Veneer In PT. XYZ”; Aqidatul Izza, 141710301002; 2019: 63 pages; Study Program of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture Technology, Jember University.

PT. XYZ is a company that is processing the raw materials in the form of wood veneer (thin wooden sheets), namely semi-finished products of plywood (plywood). Raw materials used in the process of production of veneer wood types i.e. keruing obtained from the island of Borneo, with the time of the booking of the raw materials for 7 days until the company. The process of production of veneer in PT. XYZ for now often have stockout raw material, so that the company can not meet the number of consumer demand. The company also experienced an increase in inventory of raw materials, this is due to happen because the response of materials to be produced are experiencing delays. These things need to be done on the basis of planning of raw materials to minimise the occurrence of stockout and increased inventory, so that if in terms of quantity, quality and timing be more optimal. The purpose of this study was to design a dynamic planning system model of raw materials in PT. XYZ so assign the aggregate plan policy needs raw materials to lower the occurrence of stockout and minimising the amount of inventory.

Dynamic planning system model of raw materials based on the actual conditions that exist in PT. XYZ. The required data is the data of past requests, inventories of raw materials, production capacity, and the capacity of the warehouse production. After having obtained the data needs, then redesign the model dynamic systems are designed using studio 2005 powersim software. Models created have some variables from each sub models elaborated in the mathematical equation in dynamic system equation function. Planning model of raw materials in accordance with the actual systems that exist in the company then will show a pattern of behavior that is pressing the corresponding truth examination on empirical data, so that the model can be said to be logical and empirical. The average value of the MAPE (mean average percentage error) generated from the log type face 9% and core logs of 9%, these results show that the percentage of the difference between the actual data and simulation still in the range of allowed values below 10%, so It can be said that model is validated correctly. Based on scenario planning policy of raw materials namely scenario optimistic scenario as the best that can be minimised inventory of 643.092 m³/month out of a total log of face and core logs, and can also reduce average stockout of the total log face log and core of 887.561 m³/month. Parameters do

change that is by improving safety stock of 10%, as well as accelerate the response information in the fulfillment of the needs of raw materials from 30 days to 7 days.

Actions taken to implement an optimistic scenario that is by increasing the volume of safety stock in the purchase of raw materials and necessary addition of capacity of storage shed so as not to give rise to increasing storage costs while speeding up the response to the information needs of raw materials to control raw materials production will be done every one week once, and make a list of the raw materials will be produced so that it can find out if less raw materials, it is necessary the purchase of raw materials is done again.



PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dan memberikan banyak kesempatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Sistem Dinamis Perencanaan Bahan Baku Pada Produk *Veneer* Di PT. XYZ” dengan baik. Skripsi ini disusun guna melengkapi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya skripsi tidak terlepas dari dukungan, semangat, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik bersifat moril maupun materiil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih antara lain kepada :

1. Orang tua, Ibu tercinta Rokhmah dan Bapak Djoko Mulyono, Kakak saya Rachmawan dan Ella, M. Zain dan Ariani Riska, serta Adik saya Devi Rachmayanti, M. Asyhad, Diah Hana Arifina dan seluruh keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, bimbingan, motivasi, dukungan dan yang telah mencurahkan segala perhatiannya selama ini;
2. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Dr. Bambang Herry P, S. TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi;
5. Ir. Noer Novijanto, Mapp. Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, semangat, pengarahan dan motivasi dalam penyusunan skripsi;
6. Dr. Nita Kuswardhani, S.TP., M.Eng selaku Penguji Utama dan Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si selaku Penguji Anggota yang telah

meluangkan waktu dan pikiran serta memberikan bimbingan dalam tahap akhir penyelesaian skripsi;

7. Bapak Sumantoro, Ibu Syamsiati dan Ibu Dani dari PT. XYZ, Mojokerto Jawa Timur yang memberikan kemudahan dalam pengambilan data yang diperlukan dalam kegiatan penelitian;
8. *Partner* yang mendampingi dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir yaitu Viko Nurluthiyadi, M. Affandi Muslim, Galih Rizky P;
9. Vernozy Surya Adiputra, terimakasih atas dukungan, perhatian serta doa yang telah diberikan.
10. *Partner* yang memberikan dukungan, dan semangat yaitu Fresty Nurmalia Sari, Ain Rahmania dan Liya Sanjaya. Semoga sukses, kita semua dilancarkan dan diberi kemudahan untuk menggapai asa;
11. *Partner* yang selalu memberikan motivasi dan dukungan yaitu Wiwik, Andri, Dyah, April, Novilya, Mimi, Nindy, Nadia, Ulfa, Erin, Novita, Aisyah, Gita, Ratna.
12. SATGAST TIP 2014 yang selalu memberikan pengalaman yang berkesan selama di Jember yaitu Rifki, Tyo, Misbah, Akib, Muhaimin, Ryan, Firqin, Doni, Dana, Hakim.
13. Teman-teman, sahabat dan keluarga seperjuangan di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang selalu mendampingi, melengkapi dan menjadi motivator terbaik. TIP, Jaya Berprestasi;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusunan skripsi dilakukan dengan sebaik-baiknya, namun apabila masih terdapat kekurangan dalam penyusunan, penulis menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak. Tidak lupa harapan penulis, semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat menambah ilmu pengetahuan.

Jember, 05 April 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bahan Baku Produk Veneer	4
2.2 Produk Veneer	4
2.3 Perencanaan	6
2.3.1 Perencanaan <i>agregat</i>	6
2.3.2 Perencanaan penjadwalan.....	8
2.4 Sistem Dinamis	9
2.4.1 Sistem dan Berpikir Sistem	10
2.4.2 Struktur dan Perilaku Sistem	12
2.4.3 Simulasi Model.....	13
2.5 Penelitian Terdahulu	14
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Kerangka Pemikiran	16
3.3 Tahapan Penelitian	17
3.3.1 Survey dan wawancara	17
3.3.2 Identifikasi permasalahan	18
3.3.3 Studi pustaka dan literatur	18

3.3.4	Identifikasi variabel sistem.....	18
3.3.5	Konseptualisasi model.....	18
3.3.6	Formulasi model.....	19
3.3.7	Verifikasi dan validasi model.....	19
3.3.8	Analisa kebijakan	19
3.4	Metode Pengumpulan Data	20
3.5	Metode Analisis Data	20
3.5.1	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	21
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1	Identifikasi Sistem	22
4.1.1	Kegiatan Pembelian Bahan Baku	22
4.1.2	Kegiatan Proses Produksi Veneer.....	23
4.2	Konseptualisasi Model	26
4.2.1	Asumsi model.....	26
4.2.2	Diagram kausal model perencanaan bahan baku.....	26
4.2.3	Model sistem dinamis perencanaan bahan baku.....	28
4.2.3.1	Sub model produksi	30
4.2.3.2	Sub model bahan baku	32
4.3	Verifikasi dan Validasi.....	35
4.3.1	Verifikasi	35
4.3.2	Validasi.....	35
4.4	Uji Sensitivitas	37
4.5	Skenario	39
4.6	Keterbatasa Model	45
4.7	Rekomendasi Kebijakan	46
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....		50
LAMPIRAN		52

DAFTAR TABEL

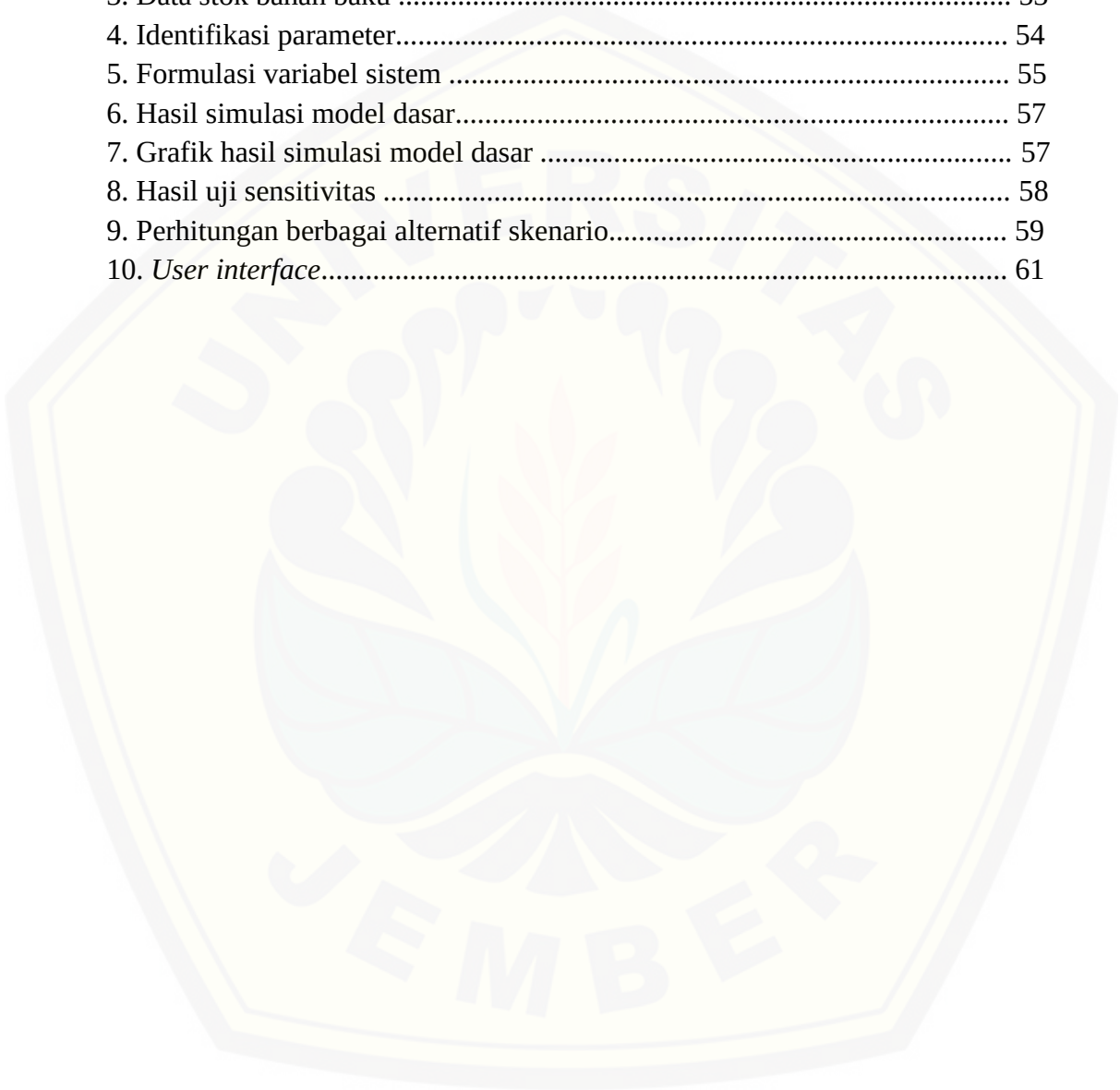
	Halaman
2.1 Jenis variabel.....	9
3.1 Jenis dan cara pengumpulan data.....	20
4.1 Identifikasi stock model dinamis perencanaan bahan baku	28
4.2 Hasil validasi jumlah bahan baku bulanan jenis <i>log face</i> dan <i>log core</i>	34
4.3 Alternatif skenario perencanaan bahan baku	39
4.4 Total rerata <i>inventory log face</i> dan <i>log core</i>	40
4.5 Total rerata <i>stockout log face</i> dan <i>log core</i>	42
4.6 Rekapitulasi nilai berbagai alternatif skenario di PT. XYZ.....	44
4.7 Perencanaan bahan baku berdasarkan skenario optimis dipilih.....	45
4.8 Rekomendasi kebijakan skenario optimis di PT. XYZ.....	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Lapisan <i>veneer</i> untuk <i>plywood</i>	5
2.2 <i>Feedback negatif</i> dan <i>feedback positif</i>	12
3.1 Kerangka pemikiran penelitian di PT. XYZ	16
3.2 Tahapan penelitian	17
4.1 Ilustrasi proses <i>rotary</i> kayu bundar (<i>log</i>) menjadi <i>veneer</i>	24
4.2 Diagram sebab akibat (<i>Causal Loop Diagram</i>)	27
4.3 Model sistem dinamis perencanaan bahan baku di PT. XYZ	29
4.4 Sub model produksi	31
4.5 Sub model bahan baku	33
4.6 Grafik validasi jumlah bahan baku jenis <i>log face</i> dan <i>log core</i>	36
4.7 Pola perilaku jumlah stok <i>log face</i> dan <i>log core</i>	38
4.8 Grafik skenario rerata <i>inventory log face</i> dan <i>log core</i>	40
4.9 Grafik skenario rerata <i>stockout log face</i> dan <i>log core</i>	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Data penjualan tahun 2016-2017	52
2. Uji distribusi.....	52
3. Data stok bahan baku	53
4. Identifikasi parameter.....	54
5. Formulasi variabel sistem	55
6. Hasil simulasi model dasar.....	57
7. Grafik hasil simulasi model dasar	57
8. Hasil uji sensitivitas	58
9. Perhitungan berbagai alternatif skenario.....	59
10. <i>User interface</i>	61



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri tidak terlepas dari dukungan sumber daya alam, seperti kebutuhan bahan baku berupa kayu. Kebutuhan kayu kini semakin meningkat dengan adanya permintaan dari industri yang mengolah kayu menjadi suatu produk yang bernilai jual tinggi sehingga produksi kayu menjadi prioritas utama yang didapatkan dari tanaman hasil hutan.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang mengolah bahan baku berupa kayu menjadi *veneer* (lembaran kayu tipis) yaitu produk setengah jadi dari kayu lapis (*plywood*). Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *veneer* yaitu jenis kayu keruing. Kayu keruing merupakan hasil tanaman kayu terbesar di Indonesia yang mencapai 0,33 juta m³ atau 0,75% dan terletak di Pulau Kalimantan. Kayu keruing yang digunakan dalam produksi *veneer* sebesar 318584,05 m³ (BPS Statistik Indonesia, 2015).

Bahan baku atau kayu keruing yang dibutuhkan dalam produksi *veneer* didapatkan dari tim *trimming* atau karyawan yang mencari bahan baku diluar perusahaan. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa pimpinan di PT. XYZ diketahui bahwa bahan baku yang didapatkan masih belum dapat memenuhi jumlah permintaan sehingga menyebabkan terjadinya stock out serta beberapa kali terjadi peningkatan inventory bahan baku di gudang penyimpanan yang melebihi jumlah yang diperkenankan di perusahaan. Permintaan terhadap produk *veneer* pada tahun 2017 sebesar 230.000 pcs, namun kebutuhan bahan baku sebesar $\pm 300 \text{ m}^3$. Selain itu, jumlah stock digudang yang diperkenankan oleh perusahaan sebesar 2000 m³/bulan, namun beberapa kali melebihi jumlah tersebut. Hal tersebut terjadi karena respon kebutuhan bahan baku yang akan diproduksi mengalami keterlambatan yaitu selama 30 hari. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan perencanaan bahan baku untuk meminimalisir terjadinya *stockout* dan peningkatan *inventory*, sehingga jika ditinjau dari *quantity*, *quality* dan *timing* menjadi lebih optimal.

Perencanaan bahan baku merupakan konsep dalam manajemen produksi mengenai cara yang tepat dalam melakukan perencanaan kebutuhan untuk proses produksi, sehingga dalam melakukan perencanaan bahan baku, industri memilih menggunakan bahan baku dengan kualitas yang baik, ukuran yang sesuai dengan standart, dan volume yang sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan (Nurhasanah *et al.*, 2014). Penentuan perencanaan bahan baku yang optimal merupakan suatu kegiatan penting untuk proses produksi, hal ini perlu dilakukan untuk mengkoordinasikan kegiatan dari berbagai fungsi dalam suatu industri, seperti perencanaan bahan baku dalam proses produksi (Wahyuni, dan Achmad. 2015).

Perencanaan bahan baku dilakukan untuk mengoptimalkan kebutuhan bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi *veneer*, agar tidak terjadi *stockout* dan dapat meminimumkan *inventory*. Salah satu cara yang dapat digunakan yaitu dengan pendekatan sistem dinamis untuk menentukan kebijakan yang terdapat dalam perencanaan bahan baku seperti kebutuhan bahan baku untuk produksi. Menurut Dewi *et al.*, (2015), sistem dinamis merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui elemen yang terkait dan terorganisasi untuk mencapai suatu tujuan. Penggunaan sistem dinamis digunakan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dengan menggambarkan hubungan sebab-akibat. Selain itu dilakukan pembuatan model untuk mengetahui pola perilaku dari sistem tersebut untuk memperoleh kebijakan yang diinginkan, sehingga perencanaan bahan baku yang optimal untuk proses produksi *veneer* dapat sesuai dengan target permintaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang terjadi di PT. XYZ adalah perusahaan mengalami *stock out* bahan baku dan peningkatan *inventory* bahan baku, sehingga diperlukan adanya perencanaan bahan baku untuk mencegah terjadinya kekurangan bahan baku yang dibutuhkan untuk proses produksi dan mengurangi *delay time* untuk meminimumkan *inventory*.

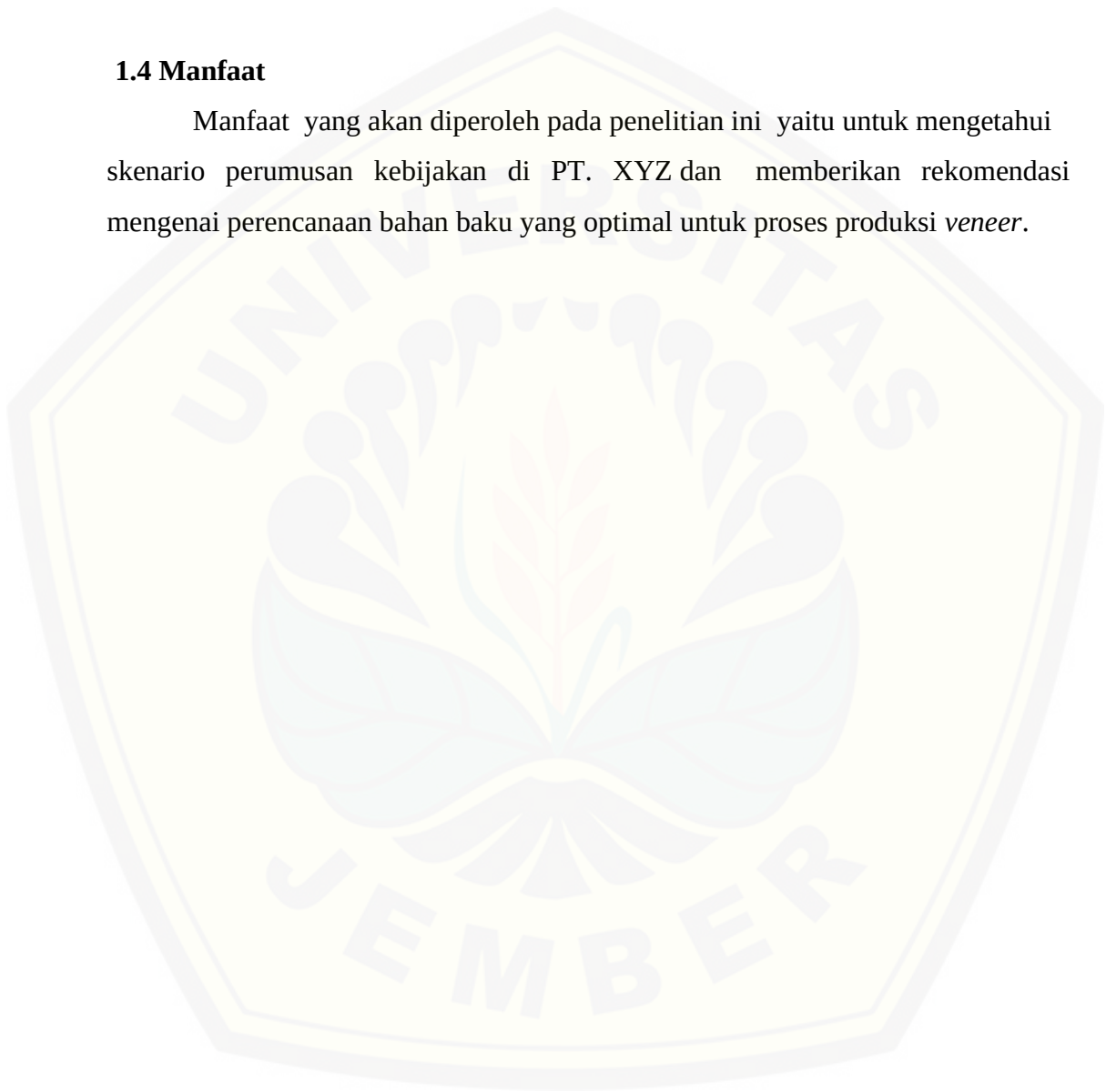
1.3 Tujuan

Tujuan dilakukan penelitian ini, yaitu :

1. Merancang model sistem dinamis perencanaan bahan baku di PT. XYZ.
2. Menetapkan kebijakan rencana agregat kebutuhan bahan baku.

1.4 Manfaat

Manfaat yang akan diperoleh pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui skenario perumusan kebijakan di PT. XYZ dan memberikan rekomendasi mengenai perencanaan bahan baku yang optimal untuk proses produksi *veneer*.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Baku Produk *Veneer*

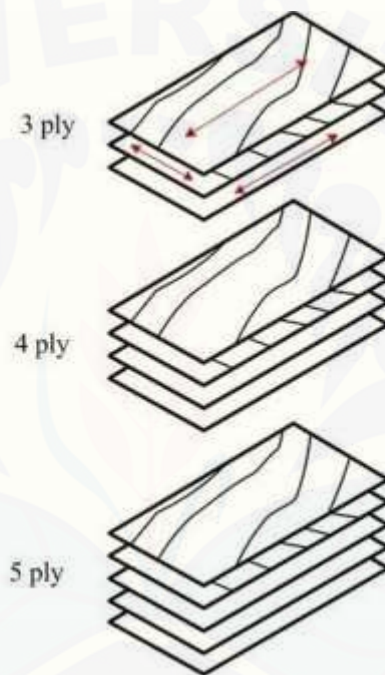
Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *veneer* atau kayu lapis (*plywood*) merupakan kayu olahan dalam bentuk kayu bulat yang berasal dari pohon yang tumbuh dikawasan hutan. Jumlah produksi kayu bulat di Indonesia sebesar 43,87 juta m³. Menurut jenis kayu bulat dengan produksi terbesar adalah kayu akasia sebesar 22,91 juta m³ atau 52,22%, kayu meranti sebesar 4,47 juta m³ atau 10,19%, kayu rimba campuran sebesar 2,62 juta m³ atau 5,97%, kayu sengon/albazia sebesar 2,58 juta m³ atau 5,89%, kayu ekaliptus sebesar 2,11 juta m³ atau 4,81%, kayu jati sebesar 0,51 juta m³ atau 1,17%, kayu karet/havea sebesar 0,50 juta m³ atau 1,14%, kayu keruing sebesar 0,33 juta m³ atau 0,75%, kayu mahoni sebesar 0,30 juta m³ atau 0,67%, kayu merbau sebesar 0,27 juta m³ atau 0,61%, sedangkan sisanya kayu lainnya sebesar 7,27 juta m³ atau 16,57% (BPS Statistik Indonesia, 2015).

Jenis kayu yang digunakan untuk pembuatan produk *veneer* pada perusahaan PT. XYZ yaitu menggunakan kayu atau log jenis keruing (*Dipterocarpus*), karena memiliki sifat kayu yang agak keras, kuat dan cukup awet sehingga seringkali kayu keruing digunakan untuk keperluan interior seperti kusen pintu, jendela, *veneer*, *plywood* dan panel kayu lainnya. Kayu keruing dalam kegunaan untuk pembuatan *veneer* dikatakan terbesar di Indonesia khususnya di Kalimantan sebesar 0,32 juta m³ atau 44,03% dibandingkan Jawa sebesar 0,24 juta m³ atau 33,37%. Penghasil kayu keruing atau kayu bulat sebesar 0,33 juta m³ atau 0,75% (BPS Statistik Indonesia, 2015). Kayu keruing memiliki panjang 1,22 m dengan diameter sebesar 45,50 cm (Heriyanto, 2014).

2.2 Produk *Veneer*

Kayu lapis (*plywood*) merupakan produk yang terbuat dari lembaran kayu tipis yang disebut *veneer* dengan cara menyusun bersilang tegak lurus dengan menggunakan perekat minimal 3 lapis. Pembuatan *plywood* dilakukan dengan

sejumlah lembaran *veneer* atau merekatkan lembaran *veneer* pada kayu gergajian, dimana kayu gergajian sebagai bagian intinya disebut *core*. Arah serat pada lembaran *veneer* untuk *face* dan *core* adalah saling tegak lurus, sedangkan antar lembaran *veneer* untuk *face* saling sejajar. *Plywood* dengan 3 lapisan *veneer* disebut tripleks atau *three ply*, lapis 5 (*5 ply*), lapis 7 (*7 ply*), lapis 9 (*9 ply*). Lapis 5 dan selebihnya disebut dengan multipleks atau *multiply*. Berbagai lapisan *veneer* untuk *plywood* yang dipasang secara bersilang saling tegak lurus diilustrasikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Lapisan *veneer* untuk *plywood*

Veneer merupakan lembaran tipis dari hasil kayu gergajian, kayu persegi dan kayu berbentuk bundar. Pada proses pembuatan *veneer* atau lembaran kayu tipis yang diperoleh dari pemotongan yang dilakukan dengan cara mengupas atau sayat dengan ketebalan tertentu. Adapun ketentuan dalam melakukan produksi *veneer* dari jenis *face* dan *core* (Iswanto, 2008), sebagai berikut :

1. *Face veneer*
 - a. Diameter minimal 45 cm
 - b. Log harus lurus, bulat dan silindris
 - c. Kayu harus segar

- d. Tidak terdapat cacat kayu
 - e. Tidak terdapat mata kayu tidak sehat
2. *Core veneer*
- a. Diameter minimal 45 cm
 - b. Log minimal 85% silindris
 - c. Diperbolehkan adanya bagian yang bengkok asal tidak parabola
 - d. Kayu harus segar
 - e. Boleh ada cacat kayu berupa mata kayu sehat, lapuk hati (diameternya kurang dari $\frac{1}{3}$ diameter bulat kayu)

2.3 Perencanaan

Perencanaan merupakan proses dalam menentukan tujuan yang ingin dicapai dan strategi yang akan digunakan untuk usaha pencapaiannya. Fungsi manajemen yang dilakukan perusahaan adalah perencanaan yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan perusahaan pada periode yang akan datang. Perencanaan yang dilakukan oleh perusahaan bertujuan agar dapat mengoptimalkan suatu kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan, sehingga kemampuan yang dimiliki perusahaan dapat dikerahkan secara terkoordinasi dan terkendali. Dalam suatu organisasi, perencanaan merupakan salah satu fungsi pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian sebenarnya hanya melaksanakan apa yang telah dibuat dalam perencanaan, sehingga perencanaan dapat dimaksudkan sebagai tolak ukur bagi manajemen atas kelancaran dan keberhasilan perusahaan dalam rangka mencapai tujuan.

2.3.1 Perencanaan *Agregat*

Perencanaan *agregat* merupakan salah satu metode yang tepat untuk mengetahui dalam perencanaan bahan baku untuk produksi. Apabila kapasitas produksi tetap berdasarkan perencanaan pada jangka panjang yang telah ditetapkan sesuai dengan permintaan, maka menjadi kewajiban perencanaan bahan baku *agregat* untuk menentukan kebijakan yang dapat digunakan untuk mengantisipasi adanya fluktuasi permintaan produk dengan biaya yang minimum dapat dioptimalkan. Perencanaan bahan baku *agregat* tersebut dapat dibuat untuk

menyesuaikan kemampuan produksi pada perusahaan dalam menghadapi permintaan pasar yang tidak menentu dengan mengoptimalkan jumlah produksi yang sesuai dengan permintaan dan kapasitas, sehingga dalam melakukan perencanaan bahan baku dapat ditekan seminimum mungkin untuk terjadinya kekurangan bahan baku dan peningkatan stock bahan baku. Jika pesanan produk yang diterima itu bersifat tetap dalam jangka waktu yang panjang, maka perencanaan bahan baku tersebut tidak akan mengalami kesulitan dalam menetapkan rencana produksi bulanan. Akan tetapi pada kenyataan yang ada dilapangan kerja, pola permintaan produk seringkali menunjukkan pola dinamis daripada pola statis, sehingga dapat menyebabkan kesulitan dalam menetapkan perencanaan bahan baku yang akan digunakan produksi dalam kurun waktu bulanan. Disinilah peranan metode perencanaan *agregat* tersebut dalam mengatasi permasalahan (Kurniasari, 2018).

Arti luas definisi perencanaan *agregat* memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut (Kurniasari, 2018):

1. Horison waktu sekitar 12 bulan, dengan memperbarui rencana secara berkala (mungkin bulanan).
2. Tingkat agregat permintaan produk terdiri dari satu atau beberapa kategori produk. Permintaan diasumsikan berfluktuasi, tidak pasti, dan musiman.
3. Kemungkinan berubahnya variabel pasokan (*supply*) dan permintaan produk.
4. Keanekaan sasaran manajemen yang mungkin mencakup persediaan yang rendah, hubungan pekerja yang baik, biaya yang rendah, keluwesan untuk meningkatkan tingkat keluaran mendatang, dan layanan yang baik kepada pelanggan.
5. Fasilitas dianggap tetap dan tidak dapat diperluas

Komponen perencanaan agregat ada faktor *random* (acak) yang bisa dianggap *noise* dari pola permintaan produk. Penyesuaian dari kapasitas produksi untuk mengantisipasi komponen kecenderungan adalah tanggung jawab dari perencanaan bahan baku untuk produksi strategis, sedangkan untuk komponen

acak itu sendiri dapat diantisipasi pada perencanaan bahan baku untuk produksi harian (penjadwalan). Karena komponen musiman dan siklus bisnis merupakan perhatian utama dari perencanaan *agregat* (Kurniasari, 2018).

2.3.2 Perencanaan Penjadwalan

Penjadwalan merupakan kegiatan untuk mengalokasikan sejumlah sumber daya yang tersedia. Kegiatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa perencanaan dapat berjalan baik dengan waktu dan tenaga yang digunakan secara efisien untuk dapat memenuhi kondisi-kondisi tertentu. Penjadwalan bertujuan untuk memaksimalkan suatu proses dengan tetap menjaga agar tidak melanggar *constraint* yang berlaku pada proses yang bersangkutan. Pengertian penjadwalan secara umum dapat diartikan seperti : “*scheduling is the allocation of resources overtime to perform collection of risk*” artinya penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan. Permasalahan muncul apabila pada tahapan operasi tertentu beberapa atau seluruh pekerjaan itu membutuhkan stasiun kerja yang sama. Dilakukannya pengurutan pekerjaan ini unit-unit produksi (*resource*) dapat dimanfaatkan secara optimum. Pemanfaatan ini dilakukan dengan jalan meningkatkan utilitas unit-unit produksi melalui usaha-usaha mereduksi waktu menganggur (*idle time*) dari unit-unit yang bersangkutan. Pemanfaatan lainnya dapat juga dilakukan dengan cara meminimumkan *in-process inventory* melalui reduksi terhadap waktu rata-rata pekerjaan yang menunggu (antri) dalam baris antrian pada unit-unit produksi. Menurut Conway, penjadwalan (*scheduling*) adalah pengurutan produk secara menyeluruh yang dikerjakan oleh beberapa buah mesin. Model penjadwalan dapat dibedakan menjadi empat jenis keadaan, sebagai berikut (Oktaviyani, 2017):

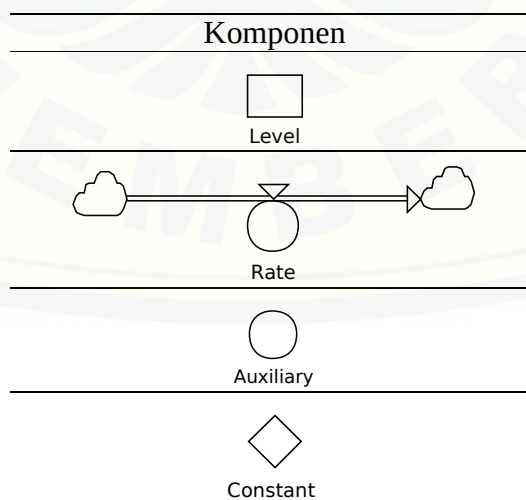
1. Mesin yang digunakan,
2. Pola aliran proses,
3. Kedatangan pekerjaan,
4. Sifat informasi yang diterima.

2.4 Sistem Dinamis

Sistem merupakan suatu gugus atau kumpulan dari elemen atau komponen yang saling terkait dan terorganisasi untuk mencapai suatu tujuan. Dinamika tersebut merupakan suatu aliran informasi tentang keputusan yang telah bekerja dalam sistem. Sistem dinamik adalah struktur fenomena dalam suatu proses pembuatan keputusan yang mencakup kumpulan dan struktur kausal yang melingkar dan tertutup yang saling terkait antar komponen yang terjadi. Keberadaan struktur tersebut sebagai tujuan pertama adanya suatu kendala dalam menyelesaikan komponen yang terjadi. Oleh karena itu model-model sistem dinamik diklasifikasikan ke dalam model matematik kausal. Penggunaan hubungan kausal model dinamik dalam matematik didasari oleh hubungan kausal yang terdapat dalam fenomena yang dikaji (Dewi *et al.*, 2015).

Pembuatan model sistem dinamis umumnya dilakukan dengan menggunakan software yang dirancang khusus, seperti powersim, vensim, stella dan dynamo. Software tersebut digunakan untuk membuat model secara grafis dengan simbol-simbol atas variabel dan hubungannya, yaitu struktur dan perilaku. Struktur merupakan suatu unsur pembentuk fenomena (Axella dan Suryani, 2012). Pola yang mempengaruhi keterkaitan antar unsur tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis variabel



Stock (level) dan *flow (rate)* dalam mempresentasikan aktivitas dalam suatu lingkaran umpan-balik. *Level* menyatakan kondisi sistem pada setiap saat dan

akumulasi didalam sistem, persamaan suatu variabel *rate* merupakan suatu struktur kebijaksanaan yang menjelaskan mengapa dan bagaimana suatu keputusan dibuat berdasarkan kepada informasi yang tersedia didalam sistem. Variabel *rate* merupakan variabel yang mempengaruhi *level*. *Auxiliary* merupakan variabel pelengkap yang saling berhubungan dengan *stock* dan *rate*, sedangkan *constant* merupakan komponen atau nilai diluar batasan model yang dirancang (Axella dan Suryani, 2012).

2.4.1 Sistem dan Berpikir Sistem

Sistem adalah keseluruhan inter-aksi unsur dari sebuah obyek dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja mencapai tujuan. Sehingga dapat diartikan bahwa keseluruhan merupakan suatu penjumlahan yang melebihi dari sekedar penjumlahan atau memiliki susunan (*aggregate*), yaitu terletak pada kekuatan (*power*) yang dapat dihasilkan dari keseluruhan dalam penjumlahan atau susunan yang lebih besar. Sedangkan pengertian inter-aksi merupakan pengikat atau penghubung antar unsur, yang memberi bentuk/struktur kepada obyek yang membedakan dengan obyek lain, dan mempengaruhi perilaku dari obyek lain. Pengertian unsur merupakan suatu benda, baik konkrit atau abstrak, yang dapat menyusun suatu obyek sistem. Unjuk kerja dari sistem ditentukan oleh fungsi unsur. Gangguan salah satu fungsi unsur mempengaruhi unsur lain sehingga mempengaruhi unjuk kerja sistem sebagai keseluruhan. Unsur yang menyusun sistem disebut sebagai bagian sistem atau sub-sistem. Pengertian obyek merupakan sistem yang menjadi perhatian dalam suatu batas tertentu sehingga dapat dibedakan antara sistem dengan lingkungan sistem. Pengertian tujuan merupakan unjuk kerja suatu sistem yang diinginkan, dan unjuk kerja yang dihasilkan dapat mencapai kerja dari sistem, yaitu keseluruhan interaksi antar unsur dalam batas lingkungan tertentu. Sehingga secara visual, sistem sebagai keseluruhan interaksi antar unsur dari sebuah obyek dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja mencapai tujuan (Muhammadi *et al.*, 2001).

Berpikir sistemik merupakan suatu kesadaran untuk mengapresiasi dan memikirkan suatu kejadian sebagai sebuah sistem (*systemic approach*). Kejadian apapun baik fisik maupun non-fisik, dipikirkan sebagai unjuk kerja atau dapat

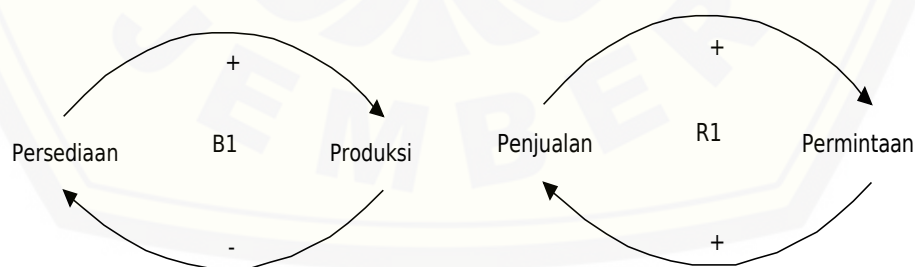
berkaitan dengan unjuk kerja dari keseluruhan interaksi antar unsur sistem dalam batas lingkungan tertentu. Dalam suatu pemahaman tentang sistemik, terdapat lima langkah yang digunakan dalam menghasilkan bangunan pemikiran (model) yang dapat bersifat sistemik, yaitu (Muhammadi *et al.*, 2001):

- a. Identifikasi proses menghasilkan kejadian nyata
Identifikasi proses merupakan ungkapan suatu pemikiran tentang proses nyata (*actual transformation*) yang menimbulkan kejadian nyata (*actual state*). Proses nyata itu merujuk kepada objektivitas dan bukan proses yang dirasakan atau subyektivitas.
- b. Identifikasi kejadian yang diinginkan
Identifikasi kejadian merupakan suatu pemikiran kejadian yang seharusnya diinginkan, dituju, dan ditargetkan ataupun yang direncanakan (*desired state*). Dalam mendapatkan kejadian yang diinginkan harus memiliki visi, dan misi yang baik dirumuskan dengan kriteria layak (*feasible*) yang dapat diterima. Sehingga dalam melakukan unjuk kerja sistem yang akan direncanakan akan bersifat *stable* dalam perubahan *dynamic* masa lampau dan mendatang.
- c. Identifikasi kesenjangan antara kenyataan dengan keinginan
Identifikasi kesenjangan merupakan pemikiran antara kejadian actual dan seharusnya. Sehingga dalam masalah kesenjangan dapat dipecahkan atau dalam bahasa manajemen merupakan tugas (misi) yang harus diselesaikan. Perumusan masalah ini secara konkrit, artinya bias dinyatakan dalam ukuran kuantitatif dan kualitatif.
- d. Identifikasi dinamika menutup kesenjangan
Identifikasi dinamika merupakan variable yang digunakan untuk mengisi kesenjangan antara kejadian nyata dengan kejadian yang diinginkan dinamika tersebut adalah aliran informasi tentang keputusan-keputusan yang telah bekerja dalam sistem. Keputusan-keputusan tersebut pada dasarnya adalah pemikiran yang dihasilkan melalui proses pembelajaran, yang dapat bersifat reaktif ataupun kreatif.
- e. Analisis kebijakan

Analisis kebijakan merupakan suatu kegiatan penyusunan alternatif tindakan atau keputusan yang akan diambil untuk mempengaruhi proses nyata sebuah sistem dalam menciptakan kejadian nyata. Keputusan tersebut dimaksudkan untuk mencapai kejadian yang diinginkan. Alternatif tersebut dapat satu atau kombinasi bentuk-bentuk intervensi, baik yang bersifat structural atau fungsional.

2.4.2 Struktur dan Perilaku Sistem

Struktur merupakan suatu petunjuk yang digunakan untuk memberi bentuk kepada sistem, sekaligus memberikan ciri yang mempengaruhi perilaku sistem. Perilaku sistem yang dibentuk oleh kombinasi dari perilaku simpal umpan balik (*feedback loops*) yang menyusun struktur. Menentukan struktur sistem dan simpal umpan balik sangat berhubungan dengan struktur sistem dinamis. Karena dalam menentukan struktur sistem dapat diartikan sebagai interaksi atau mekanisme, yang merupakan suatu unjuk kerja dari sistem yang memiliki kerumitan dalam sistem, sehingga dapat disederhanakan menjadi struktur dasar yaitu mekanisme dan masukan, proses, keluaran, dan umpan balik. Mekanisme kerja berkelanjutan yang menunjukkan adanya perubahan menurut waktu atau bersifat dinamis. Perubahan tersebut menghasilkan unjuk kerja sistem yang dapat diamati perilakunya (Muhammadi *et al.*, 2001). Pada Gambar 2.2 adalah *feedback negatif* dan *feedback positif*.



Gambar 2.2 *Feedback negatif* dan *feedback positif*

Simpal keseimbangan (B1) bersifat negatif yang menjelaskan bahwa semakin meningkat jumlah produksi maka persediaan bahan baku akan semakin berkurang, namun jika produksi mengalami penurunan akan menyebabkan

persediaan bahan baku semakin meningkat dan mengakibatkan penumpukan untuk produksi. Sedangkan pada simpal penguatan (R1) bersifat positif yang menjelaskan bahwa semakin meningkatnya jumlah permintaan maka akan meningkatkan penjualan dari perusahaan, sebaliknya jika penjualan semakin meningkat maka permintaan yang diinginkan harus ditingkatkan (Muhammadi *et al.*, 2001).

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 yang membatasi tersebut dapat bersumber dari dalam ataupun dari luar sistem. Kendali dari dalam sistem menyangkut umur atau kerusakan sistem, sedangkan kendali dari luar sistem menyangkut intervensi dan hambatan lingkungan. Dalam penyederhanaan mekanisme sistem, dengan adanya kerumitan interaksi sistem nyata ke dalam dunia model, sehingga dalam struktur dasar sistem dinamis dapat dihubungkan dengan berpikir sistemik dalam sistem dinamis yang penting adalah menemukan mekanisme pemecahan persoalan, agar sistem tetap berfungsi sesuai dengan keinginan dan tujuan (Muhammadi *et al.*, 2001).

Penyederhanaan mekanisme sistem dapat digunakan dengan cara memudahkan pekerjaan berpikir sistemik, sehingga struktur sistem dinamis disederhanakan kedalam diagram simpal kausal. Diagram simpal kausal adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab akibat (causal relationship) kedalam bahasa gambar tertentu. Dalam menggambarkan simpal kausal terdapat panah yang saling mengait, sehingga membentuk diagram simpal (causal loop), dimana hulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat (Muhammadi *et al.*, 2001).

2.4.3 Simulasi Model

Simulasi merupakan peniruan perilaku suatu gejala atau proses, yang bertujuan untuk memahami gejala atau proses tersebut, sehingga dalam melakukan analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut dapat dilakukan dimasa depan. Simulasi model terdapat tahapan yang perlu diperhatikan, yaitu : penyusunan konsep, pembuatan model, simulasi, validasi dan

simulasi. Simulasi terlebih dahulu dilakukan penyusunan konsep, yang menggabungkan antara unsur-unsur saling berinteraksi, dan saling ketergantungan. Selanjutnya dirumuskan sebagai model yang berbentuk uraian, gambar atau rumus, sehingga dalam pola perilaku model dapat menirukan suatu gejala atau proses. Kemudian dilakukan simulasi, yang bertujuan untuk mengetahui pola perilaku yang dihasilkan dari pembuatan model. Setelah itu dilakukan validasi untuk mengetahui hasil dari simulasi dengan gejala atau proses yang ditirukan, dan model yang dapat dikatakan baik apabila kesalahan atau simpangan hasil simulasi terhadap gejala atau proses yang ditirukan kecil (Muhammadi *et al.*, 2001).

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang perencanaan bahan baku dengan menggunakan model sistem dinamis telah dilakukan oleh peneliti lain dimana penelitian tersebut dijadikan acuan peneliti dalam melakukan kegiatan penelitian tentang perencanaan bahan baku.

Penelitian yang pernah dilakukan mengenai perencanaan persediaan dan pemesanan bahan baku oleh Japar *et al.*, (2013) karena dalam perusahaan melakukan produksi secara berkelanjutan untuk memenuhi permintaan yang bersifat fluktuatif sehingga mengakibatkan perusahaan beberapa kali mengalami kekurangan *stock*. Penelitian dilakukan di PT. XYZ dengan tujuan merencanakan pemesanan bahan baku dan membandingkan hasilnya dengan metode pemesanan yang diterapkan perusahaan agar diperoleh rencana pemesanan terbaik, sehingga metode yang digunakan yaitu dengan teknik simulasi dinamis agar didapatkan alternatif pemesanan bahan baku yang terbaik. Hasil simulasi dinamis jumlah pemesanan biji plastik terdiri dari 5 rencana. Dari kelima rencana tersebut, diperoleh dengan rencana terbaik adalah rencana ke-3, dimana jumlah pemesanan bahan baku adalah 3 kali rata-rata penggunaan biji plastik ditambah safety stock dengan biaya persediaan sebesar Rp 5.441.300/bulan. Perlakuan pada langkah eksperimen yang menggunakan pembelian dengan periode tetap mampu memberikan solusi yang dapat mengurangi frekuensi pemesanan sehingga mampu

mengurangi biaya yang ditimbulkan. Untuk langkah eksperimen dengan pembelian periode tetap (Sistem Q) terdiri dari 5 rencana pemesanan. Dari kelima rencana tersebut, diperoleh rencana terbaik untuk perusahaan adalah rencana ke-2 dimana pembelian bahan baku dengan periode tetap 5 hari dengan biaya persediaan sebesar Rp 5.160.985,00/bulan.



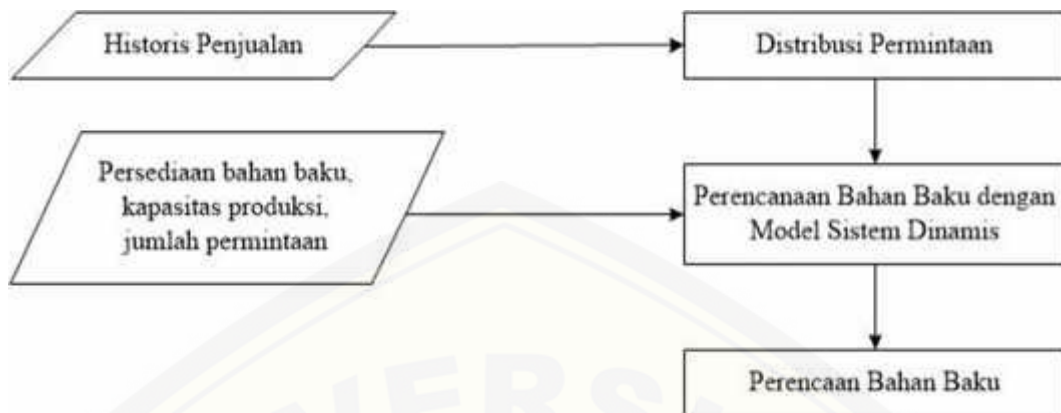
BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada industri *vener* di PT. XYZ di Desa Menduro MG, Ngoro, Kabupaten Mojokerto. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Manajemen Industri Pertanian, Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2018 sampai September 2018.

3.2 Kerangka Pemikiran

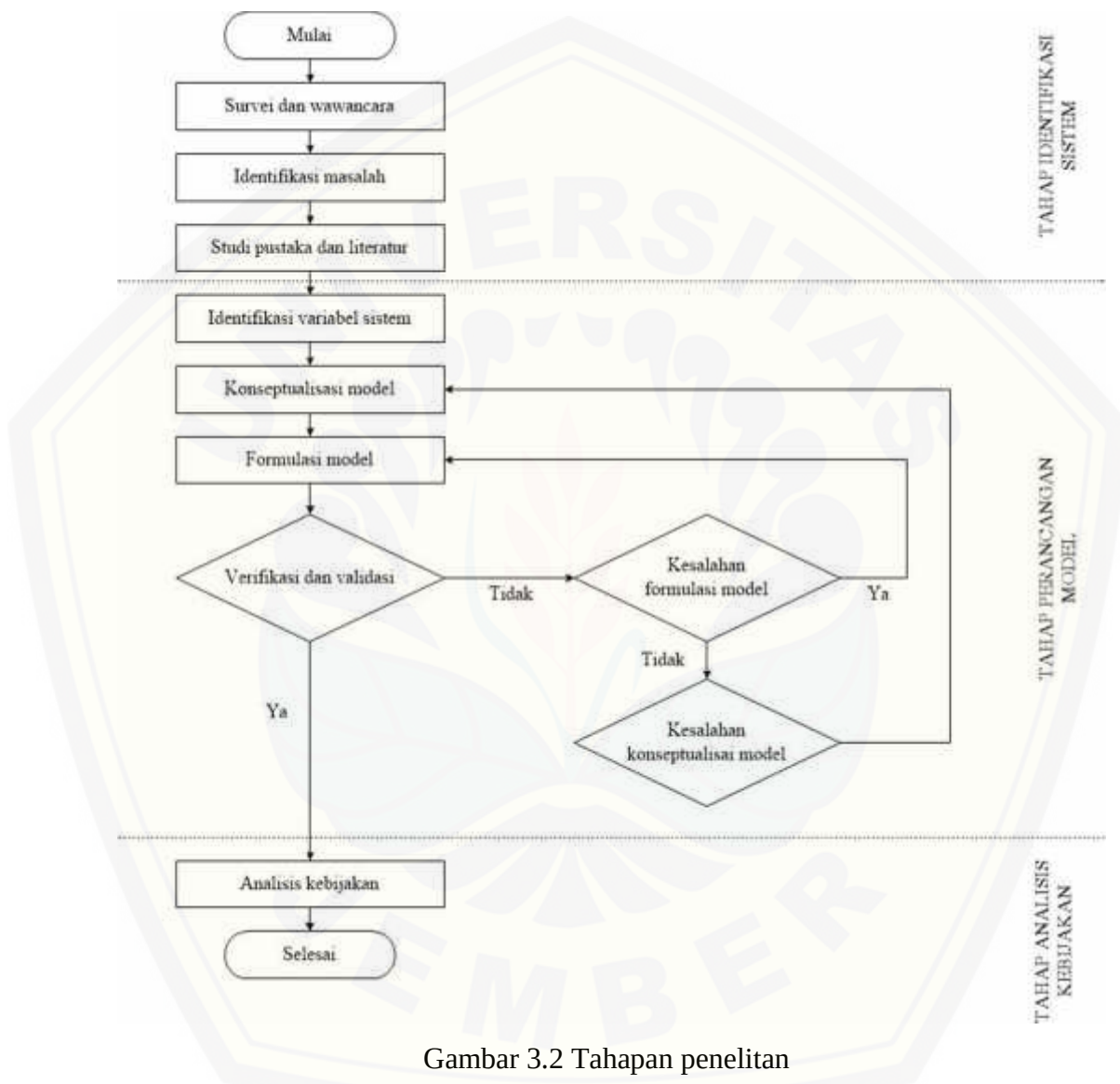
Perencanaan bahan baku bertujuan mengurangi stock out, meminimumkan inventory dan jumlah bahan baku yang tertahan dalam pusat kerja. Agar maksud dan tujuan tersebut dapat tercapai, maka perlu adanya perencanaan bahan baku yang agregat. Penelitian ini, yang dilakukan pertama kali yaitu melakukan uji distribusi data penjualan dan identifikasi parameter atau variabel yang berpengaruh. Selanjutnya, semua parameter yang teridentifikasi dan variabel disusun secara sistemis. Perencanaan bahan baku dapat dihasilkan dengan membuat model simulasi menggunakan metode dinamis. Simulasi dirancang dalam beberapa skenario, dimana nantinya dipilih skenario terbaik yang mampu mengoptimalkan perencanaan bahan baku di PT. XYZ. Kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka pemikiran penelitian di PT. XYZ

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu tahap identifikasi sistem, tahap perancangan model, dan tahap analisis kebijakan. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tahapan penelitian

Adapun penjelasan dari setiap tahapan penelitian, sebagai berikut :

3.3.1 Survey dan Wawancara

Tahapan awal penelitian yang dilakukan yaitu survey dan wawancara di PT. XYZ. Survey dilakukan secara langsung mengunjungi perusahaan ke bagian *Human Resources Departement* (HRD). Kemudian melakukan wawancara

kepada Departemen Log Yard seperti kepala divisi logistik, kepala bagian log yard, kepala seksi log yard, admin log yard, admin lapangan log yard.

3.3.2 Identifikasi Permasalahan

Identifikasi permasalahan merupakan peran penting dalam penelitian, dengan mengetahui permasalahan yang terjadi pada industri tersebut maka peneliti dapat melakukan identifikasi permasalahan yang terjadi dengan melakukan suatu penanganan untuk meminimalisir masalah yang terjadi pada industri.

3.3.3 Studi Pustaka dan Literatur

Studi pustaka dan literatur digunakan untuk perbandingan dari hasil wawancara dan survey yang bertujuan untuk mengestimasi nilai parameter yang diperoleh dari laporan industri dalam periode waktu tertentu untuk menggambarkan pola perilaku variable yang diamati pada industri *vener*.

3.3.4 Identifikasi Variabel Sistem

Identifikasi variabel sistem merupakan tahapan penting, dengan mengetahui permasalahan yang terjadi pada industri, maka dalam menentukan batasan sistem yang digunakan akan jelas. Karena dengan mengetahui variabel sistem yang digunakan dalam penggunaan model akan mempermudah dalam mengidentifikasi permasalahan. Selanjutnya menentukan variabel kunci sebagai parameter utama dalam perencanaan bahan baku yang dapat mempengaruhi kapasitas produksi.

3.3.5 Konseptualisasi Model

Konseptualisasi model digunakan untuk mengawali dalam pembuatan diagram sistem perencanaan bahan baku sebagai dasar untuk mengelompokkan permasalahan yang terjadi pada industri dengan pola perilaku suatu kumpulan variable-variable yang mencakup beberapa aspek yang berhubungan dengan perilaku persoalan. Pola perilaku dapat memperkuat hipotesis dinamis berdasarkan pengamatan dunia nyata, penelitian terdahulu, dan data yang terkait. Membangun struktur model dilakukan untuk mempermudah memahami dan menangkap hipotesis dinamis dengan menggunakan *Causal Loop Diagram* (CLD), dengan mengetahui pola perilaku dapat memperkuat dan memahami

dalam pembuatan diagram sistem. Pembuatan diagram sistem diilustrasikan dengan menggunakan *Stock Flow Diagram* (SFD). Penentuan variabel atau parameter yang dijadikan *stock* (akumulasi) dan *flow* (aliran yang dapat mengubah nilai *stock*) merupakan cakupan suatu informasi dan umpan balik sistem dengan menggunakan simbol-simbol dalam sistem dinamis.

3.3.6 Formulasi Model

Formulasi model merupakan tahap dalam pembuatan simulasi model yang dilakukan dengan bantuan alat powersim, dengan menjalankan model simulasi harus melengkapi persamaan matematis yang benar, parameter dan penentuan kondisi nilai awal. Pada bantuan *software* powersim yang dilakukan pertama kali yaitu 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.

3.3.7 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi model pembuktian bahwa model komputer yang telah disusun pada tahap sebelumnya mampu melakukan simulasi dan model abstrak yang dikaji. Pada proses verifikasi dapat meyakinkan bahwa dalam penggunaan powersim yang dibuat beserta penerapannya benar. Maka cara yang digunakan yaitu untuk menguji sejauh mana penggunaan powersim yang telah dibuat menunjukkan perilaku dan respon yang sesuai dari tujuan model (Rahadiansyah, 2011).

Validasi digunakan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan suatu model yang dibangun, untuk menghasilkan kesimpulan yang meyakinkan sesuai dengan yang diharapkan. 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 presentase kesalahan absolut (*mean*

absolute percentage error) adalah salah satu ukuran relatif yang menyangkut kesalahan presentase (Aminudin *et al.*, 2014).

3.3.8 Analisa Kebijakan

Analisa kebijakan dilakukan untuk mengetahui aturan umum tentang keputusan yang dibuat berdasarkan pada informasi yang tersedia. Setiap kebijakan memiliki empat komponen yaitu kondisi saat ini (aktual) dan yang diinginkan, kecepatan tanggapan dan tindakan perbaikan. Kecepatan tanggapan dalam studi ini menggunakan matrik yang terdiri dari tiga pilihan pengaturan parameter atau analisis sensitivitas, yaitu optimis, moderat dan pesimis.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui survey, wawancara, dan observasi yang dilakukan di PT. XYZ untuk mengetahui permasalahan yang terjadi diperusahaan. Data sekunder diperoleh dari data penjualan di PT. XYZ pada tahun 2016 dan 2017, dan data konversi jumlah stock bahan baku. Jenis data dan cara pengumpulan data dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jenis dan cara pengumpulan data

No	Variabel Penelitian	Responden/Pakar	Jenis data	Metode
1	Data penjualan dan data konversi jumlah stock bahan baku	Divisi produksi	Sekunder	Wawancara
2	Waktu tunggu pemesanan	Divisi log yard	Primer	Wawancara
3	Safety stock dalam pemesanan bahan baku	Divisi log yard	Primer	Wawancara
4	Respon waktu dalam pemenuhan bahan baku untuk produksi	Divisi log yard	Primer	Wawancara
5	Kapasitas gudang produksi	Divisi produksi	Primer	Observasi
6	Kapasitas produksi	Divisi produksi	Primer	Observasi

3.5 Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam melakukan pemodelan sistem dinamis sebagai alat bantu untuk memecahkan masalah dalam pengambilan kebijakan. Dalam merancang model sistem dinamis terdapat metode analisis yang digunakan untuk perencanaan bahan baku yaitu *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

3.5.1 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Persentase kesalahan absolute rata-rata atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan perhitungan yang digunakan untuk menemukan kesalahan absolute setiap periode, dengan melakukan pembagian dari nilai observasi pada periode tersebut, sehingga untuk mengetahui nilai absolute yang dihasilkan dilakukan rata-rata. Uji ini dapat digunakan untuk mengetahui kesesuaian data hasil prakiraan dengan data aktual. Persamaan perhitungan *Mean Absolute Percentage Error*, sebagai berikut (Jana, 2015):

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

Dimana :

n = Periode/banyaknya data

X_m = Data hasil simulasi

X_d = Data aktual

Kriteria ketepatan model dengan uji MAPE :

MAPE < 5% : Sangat tepat

5% < MAPE < 10% : Tepat

MAPE > 10% : Tidak tepat

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dari penelitian yang dilakukan, disimpulkan sebagai berikut :

1. Perancangan model sistem dinamis perencanaan bahan baku diperoleh dua sub model yaitu sub model produksi dan sub model bahan baku. Sub model produksi menjelaskan berapa banyak jumlah produksi *veneer* yang dihasilkan berdasarkan jumlah permintaan. Sub model bahan baku menjelaskan tentang berapa banyak bahan baku atau *log* yang dibutuhkan untuk memenuhi produksi *veneer*. Hasil simulasi model perencanaan bahan baku menunjukkan bahwa pola perilaku yang dihasilkan sudah sesuai dengan sistem aktual dan nilai MAPE yang didapatkan sebesar 9% *log face* dan 9% *log core*, yang menunjukkan bahwa presentase selisih data aktual dan simulasi lebih menekan pemeriksaan kebenaran yang sesuai pada data empiris, sehingga model tersebut telah menggambarkan pola perilaku dinamis perencanaan bahan baku di PT. XYZ.
2. Kebijakan perencanaan bahan baku di PT. XYZ dengan simulasi sistem dinamis berbagai skenario diperoleh skenario optimis (SR1) sebagai skenario terbaik dengan meningkatkan jumlah *safety stock* sebesar 440 m³ *log face* dan 1600 m³ *log core* dari nilai awal, serta mempercepat respon informasi hingga 7 hari. Rekomendasi yang telah dilakukan, diharapkan dapat meminimalisir terjadinya *stockout* dan meminimumkan *inventory*.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian terdapat saran yang dapat dilakukan lebih lanjut, yaitu :

1. Menentukan jadwal pembelian bahan baku yang optimal.
2. Perlu dibangun model untuk menetapkan pembelian bahan baku untuk memenuhi setiap bulan.

3. Mengembangkan model optimasi rencana produksi, sehingga hasilnya lebih baik untuk perencanaan bahan baku.



DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin, M. 2014. Simulasi Model Sistem Dinamis Rantai Pasok Kentang dalam Upaya Ketahanan Pangan Nasional. *Skripsi*. Jakarta: Program Studi Agribisnis Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negerisyarif Hidayatullah Jakarta.
- Astutik, W. D. 2015. Kendali Mutu pada Proses Produksi Veneer Kering Di PT. Kayu Lapis Indonesia Menggunakan Diagram Kontrol Proporsi (P). *Skripsi*. Semarang : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Axella, O., dan E. Suryani. 2012. Aplikasi model sistem dinamik untuk menganalisis permintaan dan ketersediaan listrik sector industri. *Jurnal Teknik ITS*. 1. ISSN: 2301-9271.
- Aziz, A. 2015. Karakteristik populasi dan potensi bioprospeksi keruing gunung (*Dipterocarpus retusus* BI) di taman nasional gunung rinjani, Provinsi NTB. *Skripsi*. Bogor : Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- BPS Statistik Indonesia. 2015. *Statistik Produksi Kehutanan 2015*. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- Dewi, N. K., M. Miharji., dan G. Yudoko. 2015. Analisis kebijakan distribusi bahan baku rotan dengan pendekatan dinamik sistem studi kasus rotan Indonesia. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 26(3): 180-182.
- Heriyanto, N. M., dan M. Bismark. 2014. Sebaran dan potensi keruing (*Dipterocarpus* spp.) di Pulau Siberut, Sumatera Barat. *Buletin Plasma Nutfah*. 20 (2).
- Iswanto, A. H. 2008. Kayu lapis (*plywood*). *Karya tulis*. Sumatera :Fakultas Pertanian Departemen Kehutanan Universitas Sumatera Utara.
- Jana, P., Rokhim., dan I, R., Prihatiningsih. 2016. Peramalan Kurs IDR Terhadap USD Menggunakan Double Moving Averages dan Double Exponential Smoothing. *Jurnal Derivat*. 2(2) ISSN 2407-3792.
- Japar, F., L. H. Napitupulu., Dea., I. Siregar. 2013. Aplikasi teknik simulasi untuk perencanaan persediaan dan pemesanan bahan baku di PT. XYZ. *E-Jurnal Teknik Industri FT USU*. 3(4): 18-22.

- Kurniasari, E. W. 2018. Analisis perencanaan agregat dengan menggunakan metode transportasi (studi kasus cv. Dwi jaya abadi) *Skripsi*. Sidoarjo : Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Muhammadi., E. Aminullah., dan B. Soesilo. 2001. *Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. Edisi Pertama. Jakarta : UMJ Press.
- Nurhasanah, N., H. Syarif., P. L. Ajeng., U. A. Devi., Z. H. Faikar., dan Nida'ul Hasanati. 2014. Perencanaan Sistem Persediaan Bahan Baku Industri Garmen di PT. DM. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. Teknik Industri 13(2) ISSN 2088-4842.
- Oktaviyani. 2017. Optimasi penjadwalan produksi dan perencanaan persediaan bahan baku menggunakan rantai markov (studi kasus kinken cake & bakery kutoarjo). *Skripsi*. Semarang : Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Rahadiansyah, M. N. 2011. Rancang Bangun Penilaian Resiko Mutu dalam Rantai Pasokan Minyak Sawit Kasar dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Skripsi*. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Wahyuni, A., dan S. Achmad. 2015. Perencanaan Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Metode Material Requirement Planning (MRP) Produk Kacang Shanghai pada Perusahaan Gangsar Ngunut-Tulungagung. *Jurnal Spektrum Industri*. 13(2) : 115-228. ISSN : 1963-6590.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data penjualan tahun 2016-2017

1.1 Data penjualan jenis *veneer face* dan *veneer core*

No.	Periode	Veneer Face (pcs)	Veneer Core (pcs)
1	Aug-16	176190	107680
2	Sep-16	259820	110560
3	Oct-16	179390	117250
4	Nov-16	227880	117880
5	Dec-16	264870	124870
6	Jan-17	450880	417180
7	Feb-17	759809	724980
8	Mar-17	101220	72820
9	Apr-17	525139	524130
10	May-17	447960	477960
11	Jun-17	98660	70960
12	Jul-17	551400	518470
13	Aug-17	261870	251870
14	Sep-17	162080	98390
15	Oct-17	454930	381930
16	Nov-17	235460	182460
17	Dec-17	257180	161580

Lampiran 2. Uji distribusi

2.1 Uji distribusi normal jumlah permintaan *veneer face*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00001
N		17
Normal Parameters ^a	Mean	3.1851E5
	Std. Deviation	1.82448E5
Most Extreme Differences	Absolute	.263
	Positive	.263
	Negative	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		1.083
Asymp. Sig. (2-tailed)		.191

a. Test distribution is Normal.

2.2 Uji distribusi normal jumlah permintaan *veneer core*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test


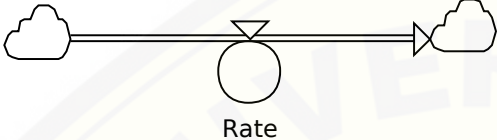


		VAR00002
N		17
Normal Parameters ^a	Mean	2.6241E5
	Std. Deviation	2.02605E5
Most Extreme Differences	Absolute	.242
	Positive	.242
	Negative	-.172
Kolmogorov-Smirnov Z		.996
Asymp. Sig. (2-tailed)		.274

a. Test distribution is Normal.

Lampiran 3. Data stok bahan baku

Periode	Log Face (m3)	Log Core (m3)
Aug-16	284,177	868,385
Sep-16	419,064	891,611
Oct-16	289,338	945,563
Nov-16	367,548	950,643
Dec-16	427,209	1007,014
Jan-17	727,224	3364,348
Feb-17	1225,496	5846,601
Mar-17	163,258	587,257
Apr-17	846,997	4226,846
May-17	722,515	3854,508
Jun-17	159,129	572,257
Jul-17	889,353	4181,201
Aug-17	422,370	2031,206
Sep-17	261,419	793,466
Oct-17	733,757	3080,074
Nov-17	379,773	1471,449
Dec-17	414,806	1303,062

Lampiran 4. Identifikasi parameter

Komponen	Variabel atau Parameter
 Level	1. Jumlah stock bb bulanan 2. Stock bahan baku 3. Inventory 4. Stockout 5. Periode waktu 6. Stock produk 7. Permintaan diharapkan
 Rate	1. Pembelian bahan baku 2. Kebutuhan bahan baku 3. Produksi 4. Produk keluar 5. Perubahan permintaan 6. Rate keluar perubahan permintaan 7. Laju inventory 8. Laju stockout
 Auxiliary	1. Standar deviasi permintaan 2. Rata-rata permintaan 3. Permintaan 4. Jumlah pembelian 5. Rerata inventory 6. Rerata stockout
 Constant	1. Safety stock 2. Respon informasi 3. Kapasitas produksi 4. Kapasitas gudang produk

Lampiran 5. Formulasi variabel sistem

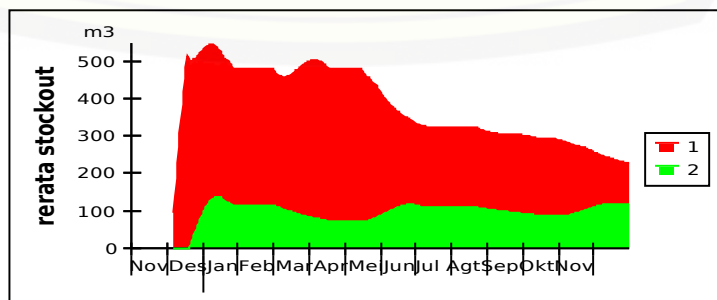
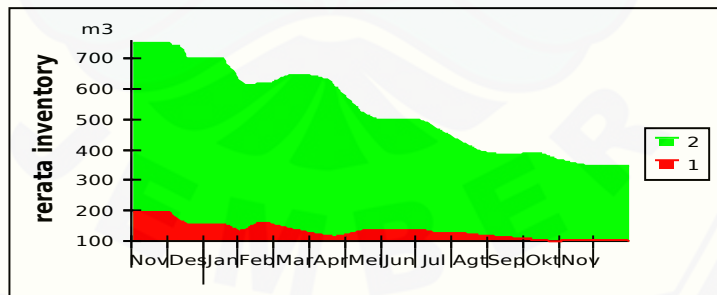
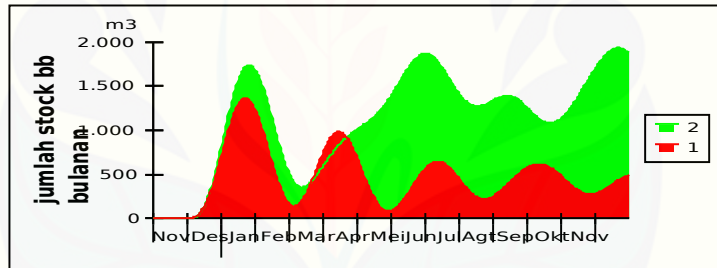
No	Variabel	Type	Unit	Persamaan
1	Standar deviasi permintaan	Auxiliary	Pcs	{182448;202605}<<pcs>>
2	Rata-rata permintaan	Auxiliary	Pcs	{318515;262415}<<pcs>>
3	Permintaan	Auxiliary	Pcs/mo	INTEGER(NORMAL('rata-rata permintaan';standar deviasi permintaan'))/1<<mo>>
4	Produk keluar	Auxiliary	Pcs/mo	permintaan
5	Stock produk	Level	pcs	'produk keluar'*1<<mo>>
6	Kapasitas gudang produk	Constant	pcs	2000000<<pcs>>
7	Kapasitas produksi	Constant	pcs	1680000<<pcs/mo>>
8	Produksi	Auxiliary	Pcs/mo	((IF('rate keluar perubahan permintaan'*1<<mo>>>='stock bahan baku'/konversi;'stock bahan baku'/konversi;'rate keluar perubahan permintaan'*1<<mo>>)+IF('stock bahan baku'/konversi>'kapasitas produksi';'kapasitas produksi';'stock bahan baku'/konversi))+IF('stock produk'<='kapasitas gudang produk';'kapasitas gudang produk'-'stock produk';0<<pcs>>))/1<<mo>>
9	Perubahan permintaan	Auxiliary	Pcs/mo	produksi-permintaan
10	Permintaan diharapkan	Level	Pcs	{0;0}<<pcs>>
11	Rate keluar perubahan permintaan	Auxiliary	Pcs/mo	'permintaan diharapkan'/1<<mo>>
12	Respon informasi	Constant	Da	30<<da>>
13	Konversi	Constant	M3/pcs	{0,001613;0,008065}<<m3/pcs>>
14	Kebutuhan bahan baku	Auxiliary	M3/mo	{DELAYPPL (produksi [INDEX(1)] * konversi [INDEX(1)] ; 'respon informasi' ; 0 <<m3/mo>>) ; DELAYPPL (produksi [INDEX(2)] *

				konversi [INDEX(2)] ; 'respon informasi' ; 0<<m3/mo>>)} {391,831;1501,761109}<<m3>>
15	Stock bahan baku	Level	M3	
16	Safety stock	Constant	M3	{400;1500}<<m3>>
17	Jumlah pembelian	Auxiliary	M3	MAX(0<<m3>>;'Safety stock'-'stock bahan baku')/TIMESTEP
18	Lead time	Constant	Da	7<<da>>
19	Pembelian bahan baku	Auxiliary	M3/mo	{DELAYMTR('jumlah pembelian'[INDEX(1)];'lead time');DELAYMTR('jumlah pembelian'[INDEX(2)];'lead time')}*1<<da>>/1<<mo>>
20	Rate masuk	Auxiliary	M3/mo	'pembelian bahan baku'
21	Jumlah stock bb bulanan	Level	M3	{0;0}<<m3>>
22	Rate keluar	Auxiliary	M3/mo	Rate masuk
23	Laju inventory	Auxiliary	M3/mo	IF('stock bahan baku'>0<<m3>>;'stock bahan baku';0<<m3>>)*1<<1/mo>>
24	Inventory	Level	M3	{0;0}<<m3>>
25	Laju stockout	Auxiliary	M3/mo	IF('stock bahan baku'<0<<m3>>;'stock bahan baku';0<<m3>>)*1<<1/mo>>
26	Stockout	Level	M3	{0;0}<<m3>>
27	Laju waktu	Auxiliary	Per mo	{IF ('stock bahan baku'<0<<m3>>; 1<<1/mo>>; 0<<1/mo>>); IF('stock bahan baku'>0<<m3>>; 1<<1/mo>>; 0<<1/mo>>)}<<1/mo>>}
28	Periode waktu	Level	-	{0;0}
29	Rerata inventory	Auxiliary	M3	inventory/'periode waktu'[INDEX(2)]
30	Rerata stockout	Auxiliary	M3	(stockout/'periode waktu'[INDEX(1)])*-1

Lampiran 6. Hasil simulasi model dasar

(m3)						
Time	jumlah stock bb bulanan[1]	jumlah stock bb bulanan[2]	rerata inventory[1]	rerata inventory[2]	rerata stockout[1]	rerata stockout[2]
01 Jan 2017	395,38	848,76	162,06	674,57	206,13	137,44
01 Feb 2017	768,68	1.792,98	141,07	605,99	204,44	167,92
01 Mar 2017	182,24	420,21	136,50	617,77	204,44	167,92
01 Apr 2017	515,58	881,49	120,18	604,26	195,96	128,02
01 Mei 2017	536,05	2.025,36	120,91	561,32	157,72	215,46
01 Jun 2017	190,50	1.889,43	131,36	487,14	133,20	218,57
01 Jul 2017	430,50	1.762,41	130,81	485,00	110,54	215,93
01 Agt 2017	333,57	2.263,51	134,71	437,08	97,52	263,54
01 Sep 2017	154,70	1.421,33	133,30	385,10	96,51	261,54
01 Okt 2017	208,32	1.426,80	133,87	347,75	90,57	267,91
01 Nov 2017	224,46	2.090,57	135,38	319,53	82,80	292,79
01 Des 2017	332,86	1.234,83	120,02	307,89	82,80	292,79

Lampiran 7. Grafik hasil simulasi model dasar



Lampiran 8. Hasil uji sensitivitas8.1 Jumlah stok bahan baku bulanan *log face*

<i>Log face (m3)</i>		
Skenario normal	Skenario terburuk	Skenario terbaik
348,963	60,838	366,955
693,720	601,130	718,394
239,041	593,147	244,816
480,812	154,542	466,090
517,953	272,903	532,356
279,639	632,617	297,164
470,614	453,095	450,189
430,286	175,489	460,601
332,088	375,788	347,517
451,090	563,084	423,792
382,358	371,794	420,319
364,631	253,986	360,964

8.2 Jumlah stok bahan baku bulanan *log core*

<i>Log core (m3)</i>		
Skenario normal	Skenario terburuk	Skenario terbaik
1714,739	396,830	1726,036
3142,557	3464,077	3284,486
739,155	2935,343	912,524
2092,506	340,326	2178,088
2236,505	848,123	2367,740
948,672	2942,227	1072,925
2044,425	1923,710	2058,109
1801,151	454,613	1671,901
1127,322	1297,603	1226,703
1784,339	2412,507	1835,381
1475,276	1447,358	1441,869
1219,773	740,980	1353,948

Lampiran 9. Perhitungan berbagai alternatif skenario9.1 Skenario rerata *inventory* jenis *log face*

Rerata <i>inventory log face</i> (m ³)				
Skenario Dasar (SR0)	Skenario Pesimis (SR3)	Skenario Moderat (SR2)	Skenario Optimis (SR1)	
192,503	184,572	182,887	181,477	
176,309	184,465	166,244	166,905	
159,607	170,692	156,194	154,347	
152,357	170,756	148,417	145,029	
143,756	158,010	137,056	135,096	
131,922	155,191	126,654	124,207	
129,300	146,498	121,181	118,425	
122,408	142,830	114,714	109,214	
114,730	136,346	106,097	102,874	
112,256	134,390	101,868	99,929	
107,813	128,259	95,879	93,700	
102,740	122,310	91,020	90,003	
Total	137,14	152,86	129,02	126,77

9.2 Skenario rerata *inventory* jenis *log core*

Rerata <i>inventory log core</i> (m ³)				
Skenario Dasar (SR0)	Skenario Pesimis (SR3)	Skenario Moderat (SR2)	Skenario Optimis (SR1)	
721,943	676,321	690,139	687,943	
690,851	669,437	653,262	644,368	
683,261	655,525	693,111	616,603	
667,624	801,245	665,575	577,106	
650,366	780,345	631,028	541,422	
619,663	768,175	595,952	501,320	
600,453	736,677	577,436	482,179	
575,236	759,999	546,490	465,294	
549,248	739,223	515,657	439,018	
535,597	727,788	500,776	426,394	
512,828	707,119	471,541	415,213	
495,101	697,499	446,881	399,037	
Total	608,51	726,61	582,32	516,32

9.3 Skenario rerata *stockout* jenis *log face*

Rerata <i>stockout log face</i> (m ³)				
Skenario Dasar (SR0)	Skenario Pesimis (SR3)	Skenario Moderat (SR2)	Skenario Optimis (SR1)	
191,241	103,656	178,012	171,158	
190,575	195,790	182,049	167,187	
181,204	176,874	172,980	161,720	
158,471	178,843	151,964	137,999	
142,310	160,650	136,516	123,684	
134,017	163,385	127,710	118,760	
121,334	151,812	119,459	104,963	
111,974	149,406	111,052	97,240	
107,055	142,465	104,059	92,228	
99,856	138,384	94,896	84,454	
95,880	132,034	90,729	80,827	
92,121	128,963	85,710	77,830	
Total	135,50	151,86	129,59	118,17

9.4 Skenario rerata *stockout* jenis *log core*

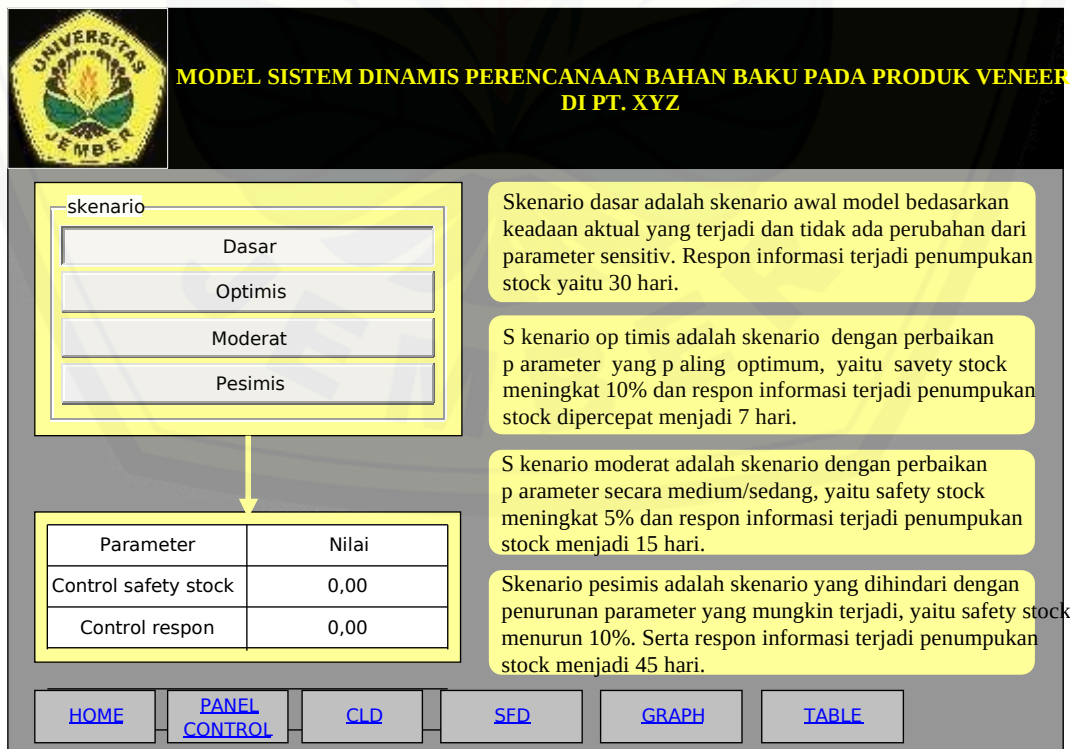
Rerata <i>stockout log face</i> (m ³)				
Skenario Dasar (SR0)	Skenario Pesimis (SR3)	Skenario Moderat (SR2)	Skenario Optimis (SR1)	
1123,004	722,956	1169,855	1044,534	
1059,094	1482,485	1090,528	992,473	
1019,395	1274,368	1073,593	943,883	
903,753	1223,775	943,964	868,396	
829,187	1049,168	823,131	786,214	
793,338	1030,788	785,749	766,130	
732,172	948,263	696,755	716,440	
697,041	935,039	637,462	674,500	
668,125	861,031	601,024	654,427	
621,770	816,065	544,784	613,777	
604,538	783,629	528,232	594,077	
574,105	766,771	508,725	577,833	
Total	802,13	991,19	783,65	769,39

Lampiran 10. User interface

10.1 Tampilan home



10.2 Tampilan panel control



10.5 Tampilan grafik

