



**PENJADWALAN PRODUKSI VENEER DI PT. XYZ DENGAN  
PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

**SKRIPSI**

Oleh

**Viko Nurluthfiyadi Ni'maturrakmat  
NIM 141710301008**

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



**PENJADWALAN PRODUKSI VENEER DI PT. XYZ DENGAN  
PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh  
**Viko Nurluthfiyadi Ni'maturrakhmat**  
**NIM 141710301008**

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

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, dengan penuh rasa syukur saya ucapkan pada Allah SWT pencipta dan penguasa jagad raya. Tanpa kehendak dan petunjukNya tidak mungkin penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

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

1. kedua orang tua saya, Ibu Mustika dan Bapak Akhmad Mistar untuk segala doa, motivasi dan dukungan dalam menyambut hari depan yang lebih baik;
2. Hj. Umi Satokah dan alm. Umi Asriyah (Mbah Timan) untuk nasehat, nilai-nilai agama serta pelajaran hidup;
3. adik Vika Nurluthfiyani Ni'maturrakmat dan Fiqhi Amrillah Mukhtar, serta saudara-saudara yang tidak dapat disebutkan satu per-satu;
4. guru-guruku sejak TK hingga Perguruan Tinggi;
5. sahabat-sahabat seperjuangan TIP 2014 tercinta untuk setiap tawa, kesedihan, semangat, kebersamaan, dan harapan yang pernah tercipta.

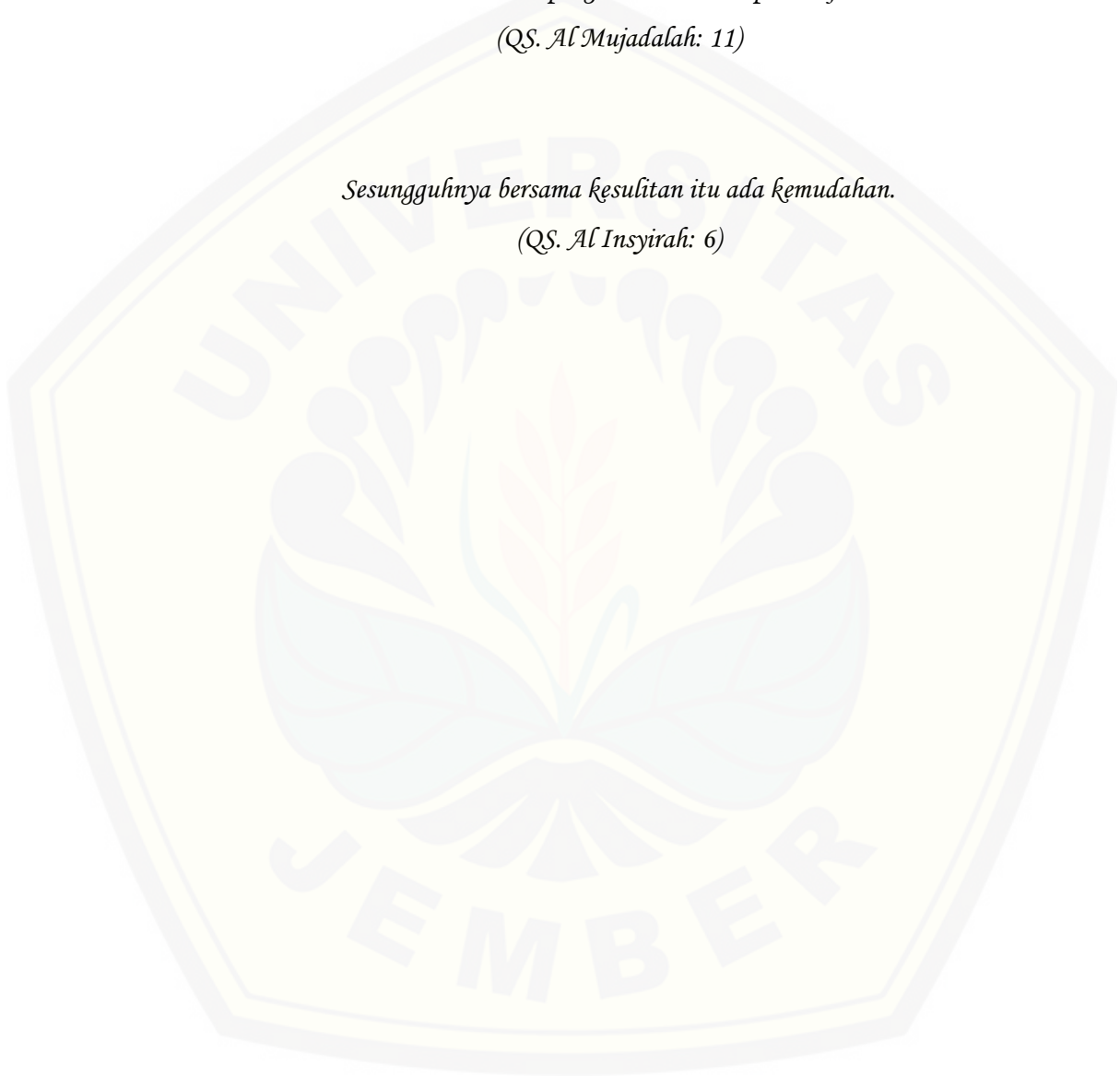
**MOTTO**

*Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang telah diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.*

*(QS. Al Mujadalah: 11)*

*Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.*

*(QS. Al Insyirah: 6)*



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Viko Nurluthfiyadi Ni'maturrakhmat

NIM : 141710301008

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah tertulis yang berjudul "Penjadwalan Produksi Veneer di PT. XYZ dengan Pendekatan Sistem Dinamis" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 28 November 2018

Yang menyatakan,

Viko Nurluthfiyadi Ni'maturrakhmat

NIM 141710301008

**SKRIPSI**

**PENJADWALAN PRODUKSI VENEER DI PT. XYZ DENGAN  
PENDEKATAN SISTEM DINAMIS**

**Oleh**

**Viko Nurluthfiyadi Ni'maturrakhmat  
NIM 141710301008**

**Pembimbing**

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul "Penjadwalan Produksi Veneer di PT. XYZ dengan Pendekatan Sistem Dinamis" karya Viko Nurluthfiyadi Ni'maturrakhmat NIM 141710301008 telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

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, M.App.Sc  
NIP 195911301985031004

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Dr. Ida Bagus Suryaningrat, S.TP., M.M  
NIP 197008031994031004

Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si  
NIP 197207301999031001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

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

## RINGKASAN

**”Penjadwalan Produksi Veneer di PT. XYZ dengan Pendekatan Sistem Dinamis”**, Viko Nurluthfiyadi Ni’maturrakhmat, 141710301008; 2014; 78 halaman; Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi veneer yang merupakan produk setengah jadi dari kayu lapis (*plywood*). PT. XYZ dituntut untuk selalu meningkatkan produktivitas dalam menghadapi persaingan dengan perusahaan global yang bergerak di bidang yang sama. Untuk mencapai proses produksi yang efektif dan efisien maka proses produksi di PT. XYZ harus direncanakan dengan baik. Salah satu bentuk perencanaan setiap aktivitas produksi yaitu dengan melakukan penjadwalan produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang model penjadwalan produksi veneer di PT. XYZ sehingga mendapatkan kebijakan untuk menurunkan terjadinya *stockout* dan jumlah *stock* produk. Data yang dibutuhkan adalah data produksi masa lalu, tahapan produksi veneer, kapasitas, dan waktu yang dibutuhkan pada setiap proses produksi. Setelah didapatkan kebutuhan data, kemudian dianalisa menggunakan simulasi pemodelan sistem dinamis yang dirancang menggunakan *software powersim studio 2005*.

Model dibuat berdasarkan pola aliran proses produksi veneer di PT. XYZ. Setiap variabel dari setiap sub model telah dijabarkan dalam persamaan matematik dalam fungsi persamaan sistem dinamis. Karena terdapat dua jenis produk veneer (*face* dan *core*), diperlukan adanya pengurutan produk secara acak mana yang akan diproduksi terlebih dahulu. Produk yang tidak selesai pada hari sekarang akan diproduksi pada hari berikutnya yang harus dijadwalkan. Berdasarkan hasil simulasi dapat diketahui bahwa skenario kebijakan yang menjadi rekomendasi adalah skenario optimis dengan urutan produk yang di produksi terlebih dahulu jenis *core* kemudian *face* (*core-face*). Alternatif ini mampu dalam mengurangi rata-rata *stockout* menjadi 10583 pcs/bulan dan



mengurangi jumlah *stock* produk menjadi 625563 pcs. Parameter yang diubah yakni produk *coverage* meningkat sebesar 10% serta peningkatan kecepatan respon informasi jumlah *stock* dari 30 hari menjadi 7 hari.

Langkah untuk menerapkan skenario optimis yaitu dengan mengatur urutan produk dan produk *coverage* serta mempercepat respon informasi jumlah *stock*. Mengatur urutan produk dengan cara persiapan pada mesin rotary untuk jenis *core* lebih dulu. Sedangkan mempercepat respon informasi jumlah *stock* melalui cara kontrol *stock* secara rutin dan disiplin minimal satu minggu sekali, membuat daftar informasi *stock* setiap jenis produk, dan membuat proyeksi persediaan agar *stock* tidak habis atau berlebih.

Kata kunci: Veneer, penjadwalan produksi, skenario kebijakan

## SUMMARY

**”Veneer Production Scheduling at PT. XYZ Using Dynamic System Approach”**, Viko Nurluthfiyadi Ni’maturrakhmat, 141710301008; 2014; 78 pages; Agricultural Industrial Technology Study Program Faculty of Agricultural Technology University of Jember.

PT. XYZ is one of the companies that produce semi-finished products veneers from plywood. PT. XYZ is required to always increase productivity in facing the global companies competition engaged in the same field. To achieve an effective and efficient production process, the production process at PT. XYZ, it must be well planned. One of planning form for each production activity is by scheduling production. The purpose of this study was to design the model of a veneer production scheduling at PT. XYZ so it would get a policy to reduce the occurrence of stockouts and the number of product stocks. The data required were the past production data, veneer production stages, capacity, and time needed for each production process. After obtaining the data requirements, it was analyzed using dynamic system modeling simulations which designed by using powersim studio 2005 software.

The model designed was based on the flow pattern of the veneer production process at PT. XYZ. Each variable of each sub model had been described in mathematical equations in the function of dynamic system equations. Because there were two types of veneer products (face and core), it was needed to random product order to be produced first. Products which were not finished on the day would be produced in the next day and it should be scheduled. Based on the simulation results, it could be seen that the policy scenario which became a recommendation was an optimistic scenario with a sequence of products produced in the core and face (core-face) type. This alternative was able to reduce the average of the stockout to 10583 pcs/month and reduce the number of product stock to 625563 pcs. The parameters changed were the product coverage

increased by 10% and the increasing of information response speed for the number of stocks were from 30 days to 7 days.

The steps to implement an optimistic scenario were by regulating the order of products, product coverage and accelerating the response of information on stock quantities. The next was arranging the order of products by preparing for rotary machines for core types first. While accelerating the response of information on the number of stocks through regular stock control and discipline was done at least once a week, making a list of stock information for each type of product, and making inventory projections so that the stock was not depleted or excessive.

Keywords: Veneer, production scheduling, policy scenario

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penjadwalan Produksi Veneer di PT. XYZ dengan Pendekatan Sistem Dinamis”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulis menyadari sepenuhnya, skripsi ini tidak akan sempurna tanpa bantuan, motivasi, bimbingan maupun masukan dari berbagai pihak sejak awal hingga selesai. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya, terutama kepada pihak-pihak sebagai berikut.

1. Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota atas saran-saran dan bimbingan dalam penulisan skripsi sehingga skripsi ini menjadi lebih rasional.
3. Dr. I.B. Suryaningrat, S.TP., M.M selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan arahan dan bantuan demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan semangat dan motivasi selama penulisan skripsi ini.
5. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian.
6. Bapak Soemantoro, Ibu Syamsiati dan Ibu Dani dari PT. XYZ, Mojokerto Jawa Timur yang telah membantu memberikan kemudahan dalam pengambilan data yang diperlukan dalam kegiatan penelitian.
7. Kedua orang tua yang telah banyak memberikan banyak bantuan finansial, kasih sayang, perhatian, motivasi dan dukungan moral spiritualnya.

8. Putri Meilani, terima kasih atas dukungan, perhatian serta doa-doa yang terucap.
9. Para sahabat dan teman seperjuanganku: Akhib, Rifki, Galih, Misbah, Muhaimin, Muslim, Ozy, Tyo, Firqin, Yan, Fresty, Kiki.
10. Teman-teman Fakultas Teknologi Pertanian angkatan 2014 khususnya program studi Teknologi Industri Pertanian angkatan 2014 yang telah memberikan motivasi dan inspirasi selama penulisan skripsi.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu, baik tenaga maupun pikiran dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa tidak ada gading yang tak retak begitu juga dengan penulisan skripsi ini yang masih ada kekurangan dalam penulisan dan penyusunan. Maka dari itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun guna penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Jember, November 2018

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Veneer</b> .....	4
<b>2.2 Manajemen Produksi</b> .....	7
<b>2.3 Penjadwalan Produksi</b> .....	9
2.3.1 Definisi penjadwalan.....	9
2.3.2 Klasifikasi penjadwalan .....	10
2.3.3 Teknik pengurutan ( <i>sequencing</i> ).....	12
<b>2.4 Sistem Dinamis</b> .....	13
2.4.1 Analisis sistem umpan balik ( <i>feedback system</i> ).....	15
2.4.2 Simulasi.....	17

<b>2.5 Penelitian Terdahulu</b> .....	18
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	19
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	19
<b>3.2 Kerangka Penelitian</b> .....	19
<b>3.3 Tahapan Penelitian</b> .....	20
<b>3.4 Metode Analisa Data</b> .....	23
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	24
<b>4.1 Proses Produksi</b> .....	24
4.1.1 Proses rotary .....	24
4.1.2 Proses clipper .....	25
4.1.3 Proses pengeringan.....	25
4.1.4 Proses repair .....	26
<b>4.2 Konseptualisasi Model</b> .....	28
4.2.1 Mode referensi.....	28
4.2.2 Asumsi model.....	28
4.2.3 Diagram kausal model penjadwalan produksi veneer di PT.XYZ .....	29
4.2.4 Pemodelan sistem dinamis penjadwalan produksi veneer di PT. XYZ .....	30
<b>4.3 Verifikasi dan Validasi</b> .....	43
4.3.1 Verifikasi.....	43
4.3.2 Validasi.....	44
<b>4.4 Hasil Simulasi dan Skenario Penjadwalan</b> .....	45
4.4.1 Hasil simulasi .....	45
4.4.2 Skenario penjadwalan .....	48
<b>4.5 Rekomendasi Kebijakan</b> .....	56
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	58
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	58
<b>5.2 Saran</b> .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	59
<b>LAMPIRAN</b> .....	61

**DAFTAR TABEL**

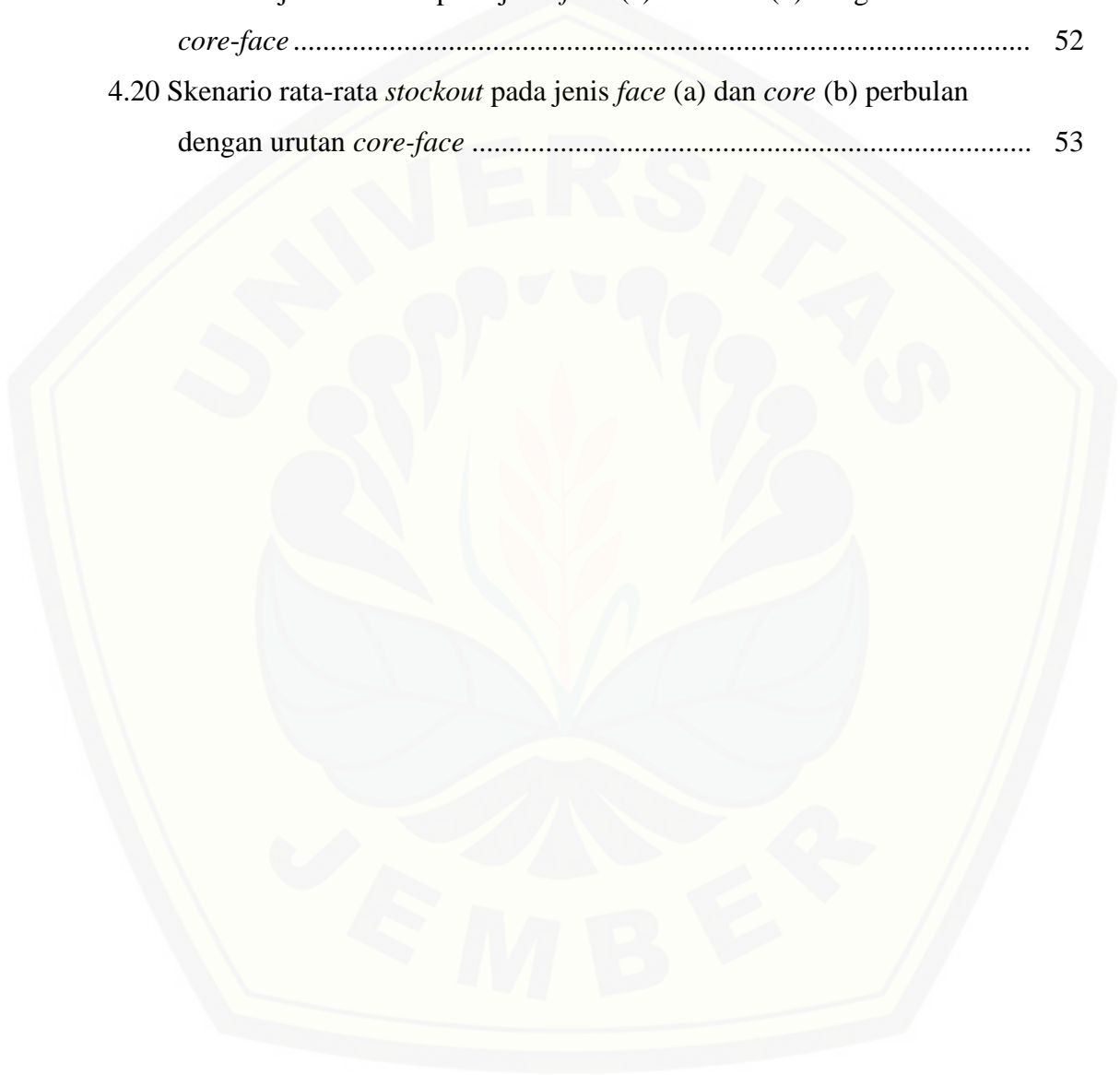
	Halaman
1.1 Perkembangan jumlah produksi veneer dan kayu lapis ( <i>plywood</i> )	
Indonesia tahun 2013-2016.....	1
2.1 Perbedaan barang dan jasa .....	7
4.1 Hasil validasi jumlah produk veneer bulanan jenis <i>face</i> dan <i>core</i> .....	45
4.2 Kombinasi berbagai alternatif skenario .....	49
4.3 Total jumlah <i>stock</i> pada jenis <i>face</i> dan <i>core</i> dengan urutan <i>face-core</i> .....	49
4.4 Total <i>stockout</i> pada jenis <i>face</i> dan <i>core</i> dengan urutan <i>face-core</i> .....	50
4.5 Total jumlah <i>stock</i> pada jenis <i>face</i> dan <i>core</i> dengan urutan <i>core-face</i> .....	51
4.6 Total <i>stockout</i> pada jenis <i>face</i> dan <i>core</i> dengan urutan <i>core-face</i> .....	53
4.7 Rekapitulasi nilai berbagai alternatif skenario di PT. XYZ.....	54
4.8 Rencana penjadwalan produksi veneer berdasarkan skenario	
optimis dipilih .....	55
4.9 Rekomendasi kebijakan skenario optimis penjadwalan produksi	
veneer di PT. XYZ.....	56



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Berbagai lapisan veneer untuk <i>plywood</i> .....	5
2.2 Produksi sebagai proses transformasi .....	8
2.3 Proses <i>job shop</i> .....	11
2.4 Proses <i>flow shop</i> .....	11
2.5 <i>Feedback positif</i> .....	16
2.6 <i>Feedback negatif</i> .....	17
3.1 Kerangka pemikiran penelitian .....	19
3.2 Tahapan penelitian .....	20
4.1 Ilustrasi proses pengupasan log kayu menjadi veneer .....	24
4.2 Diagram alir proses produksi veneer di PT. XYZ.....	27
4.3 BOT produksi veneer di PT.XYZ .....	28
4.4 Diagram kausal model penjadwalan produksi di PT. XYZ .....	30
4.5 Model sistem dinamis penjadwalan produksi veneer di PT. XYZ.....	31
4.6 Sub model pengupasan ( <i>rotary</i> ) .....	33
4.7 Sub model pemotongan ( <i>clipper</i> ).....	35
4.8 Sub model pengeringan ( <i>continuous drying</i> ) .....	36
4.9 Sub model perbaikan ( <i>repair</i> ) .....	38
4.10 Sub model jumlah produk veneer .....	39
4.11 Sub model jumlah produk veneer bulanan.....	40
4.12 Sub model rerata <i>stockout</i> .....	41
4.13 Sub model jumlah <i>stock</i> .....	43
4.14 Grafik validasi produk veneer jenis <i>face</i> (a) dan <i>core</i> (b).....	44
4.15 Dinamika jumlah produk veneer bulanan akibat perubahan parameter sensitif pada produk veneer <i>core</i> (a) dan <i>face</i> (b).....	47
4.16 Dinamika jumlah <i>stock</i> akibat perubahan parameter sensitif pada produk veneer <i>face</i> (a) dan <i>core</i> (b).....	48

4.17 Skenario jumlah <i>stock</i> pada jenis <i>face</i> (a) dan <i>core</i> (b) dengan urutan <i>face-core</i> .....	49
4.18 Skenario rata-rata <i>stockout</i> pada jenis <i>face</i> (a) dan <i>core</i> (b) perbulan dengan urutan <i>face-core</i> .....	51
4.19 Skenario jumlah <i>stock</i> pada jenis <i>face</i> (a) dan <i>core</i> (b) dengan urutan <i>core-face</i> .....	52
4.20 Skenario rata-rata <i>stockout</i> pada jenis <i>face</i> (a) dan <i>core</i> (b) perbulan dengan urutan <i>core-face</i> .....	53



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
1. Data penjualan.....	61
2. Uji distribusi.....	62
3. Identifikasi parameter.....	63
4. Formulasi variabel sistem .....	64
5. Hasil uji sensitivitas .....	65
6. Hasil simulasi .....	68
7. Grafik hasil simulasi .....	72
8. Perhitungan berbagai alternatif skenario.....	73
9. User interface .....	75

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini pertumbuhan industri semakin pesat sehingga menyebabkan persaingan industri semakin ketat. Hal ini mempengaruhi setiap perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dalam setiap kegiatan produksinya, dimana pada umumnya tujuan akhir perusahaan yaitu mencapai keuntungan yang maksimum. Efektivitas dan efisiensi proses produksi merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi dalam perolehan keuntungan.

Industri kayu lapis (*plywood*) memberikan peranan yang besar terhadap konsumsi kayu khususnya jenis kayu sengon dan jabon, selain itu industri kayu lapis juga merupakan salah satu agroindustri yang berorientasi ekspor dimana memberikan kontribusi yang cukup berarti terhadap devisa negara. Keberadaan industri kayu lapis (*plywood*) nasional juga sangat mendukung industri veneer yang merupakan produk setengah jadi dari kayu lapis itu sendiri.

Dalam setiap organisasi industri, produksi merupakan fungsi pokok dimana mencakup aktivitas-aktivitas yang berguna dalam menciptakan nilai tambah produk yang dihasilkan. Dalam proses produksi, terdapat suatu sistem yang terbentuk dari kesatuan elemen-elemen yang saling berinteraksi, dan disebut sistem produksi. Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang memiliki peran penting dalam menunjang kontinuitas operasional sistem (Fortunella *et al.*, 2015).

Setiap aktivitas produksi dituntut untuk bekerja dengan efektif dan efisien agar tidak terjadi penumpukan *job* sehingga dapat mengurangi *idle time* (menganggur) atau *delay time* (menunggu) untuk proses pengerjaan selanjutnya, sehingga mendapatkan hasil yang optimum dalam suatu kegiatan produksi (Masruroh, 2008). Menurut Purnomo *et al.* (2015) untuk mencapai proses produksi yang efektif dan efisien maka proses produksi harus direncanakan dengan baik.

Salah satu bentuk perencanaan setiap aktivitas produksi yaitu dengan melakukan penjadwalan produksi. Sistem penjadwalan yang baik dapat memberikan kemudahan dan hasil yang maksimal pada sebuah proses produksi (Manuaba, 2013). Dalam menentukan penjadwalan hal yang perlu diperhatikan adalah waktu proses produksi, kapasitas peralatan dan mesin, jumlah tenaga kerja, serta jumlah inventori produk. Penyusunan penjadwalan produksi adalah suatu usaha yang dapat mengurangi keterlambatan produksi, *idle time*, memaksimalkan kerja alat maupun tenaga kerja sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi veneer yang merupakan produk setengah jadi dari kayu lapis (*plywood*). Oleh karena itu, PT. XYZ dituntut untuk selalu meningkatkan produktivitas dalam menghadapi persaingan dengan perusahaan global yang bergerak di bidang yang sama. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa manajer di PT. XYZ diketahui bahwa hasil produksi masih belum dapat memenuhi jumlah permintaan sehingga menyebabkan terjadinya *stock out* serta beberapa kali terjadi peningkatan *inventory* produk di *warehouse* yang melebihi jumlah yang diperkenankan pabrik. Pada tahun 2017, jumlah total permintaan terhadap produk veneer sebesar 20.000 m<sup>3</sup> namun hasil produksi hanya sebesar ±18.000 m<sup>3</sup>. Selain itu, jumlah *stock* di *warehouse* yang diperkenankan oleh pabrik sebesar 1500 m<sup>3</sup>/bulan, namun beberapa kali melebihi jumlah tersebut. Kondisi tersebut memerlukan adanya pendekatan evaluasi penjadwalan produksi dari waktu ke waktu yang mampu meningkatkan produktivitas perusahaan.

Di dalam sistem penjadwalan produksi, terdapat keterkaitan antar variabel didalamnya dari periode satu ke periode berikutnya. Interaksi tersebut memberikan umpan balik dan pengaruh dari nilai antar variabel yang tiap periodenya mengalami perubahan atau tidak bersifat statis. Salah satu cara yang dapat digunakan yaitu dengan pendekatan sistem dinamis. Sistem dinamis merupakan sebuah metodologi dan teknik pemodelan yang digunakan untuk menggambarkan dan memahami masalah yang kompleks. Pada dasarnya metodologi sistem dinamis menggunakan hubungan-hubungan sebab akibat

(*causal*) dalam menyusun model suatu sistem yang kompleks, sebagai dasar untuk mengenali dan memahami tingkah laku dinamis sistem. Dengan simulasi sistem dinamis, dapat diketahui perilaku sistem dan perubahan nilai dari variabel sistem yang kemudian dapat dijadikan pendukung keputusan dalam merancang skenario perbaikan sistem yang paling optimal.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dirumuskan adalah diperlukan adanya pendekatan sistemik yang mampu untuk mengurangi terjadinya *stockout* dan meminimumkan *inventory* veneer di PT. XYZ.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang model penjadwalan produksi veneer di PT. XYZ.
2. Menyusun usulan skenario kebijakan terbaik untuk menurunkan terjadinya *stockout* dan meminimumkan *inventory*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perusahaan sebagai salah satu alternatif kebijakan dalam menentukan jadwal produksi optimal di PT. XYZ.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Veneer

Kayu lapis (*plywood*) adalah papan buatan yang terbuat dari beberapa lapisan veneer dengan ukuran tertentu. Lapisan veneer yang digunakan untuk kayu lapis biasanya berjumlah ganjil serta dipasang dengan arah serat bersilangan saling tegak lurus. Selanjutnya direkat menjadi satu pada tekanan tinggi dengan perekat khusus sesuai tujuan penggunaan kayu lapis (Dumanauw, 2001).

Menurut Dumanauw (2001), veneer adalah lembaran kayu tipis yang memiliki ukuran 0,24 mm sampai 6,00 mm dimana diperoleh dari proses pengupasan log kayu jenis tertentu. Adapun tujuan pembuatan veneer dan kayu lapis adalah untuk mendapatkan papan yang berukuran lebar. Selain itu untuk menghemat penggunaan kayu, memanfaatkan jenis-jenis kayu bernilai rendah, menambah kekuatan serta meningkatkan mutu kayu dengan memperindah segi dekoratif kayu. Sedangkan menurut Nur (2016), dalam bidang pengolahan kayu, veneer merupakan potongan kayu tipis dimana memiliki ketebalan sekitar 3 mm yang nantinya akan direkatkan menjadi *plywood*. Tujuan dari pembuatan veneer dan kayu lapis adalah untuk menciptakan permukaan yang rata sehingga dapat dibuat berbagai macam *furniture*. Dibandingkan dengan penggunaan kayu alami secara langsung, salah satu keuntungan utama penggunaan veneer untuk *plywood* adalah sifatnya yang stabil, yang artinya tidak rentan mengalami pelengkungan dan keretakan. Keunggulan lainnya yaitu dapat bertahan pada kondisi lembab dan suhu berfluktuasi serta harga produk yang jauh lebih murah.

Menurut Mulyana dan Asmarahman (2012), veneer memiliki berbagai macam jenis, namun yang umum digunakan dalam pembuatan *plywood* adalah veneer jenis *face* (lapisan atas atau lapisan permukaan) dan veneer jenis *core* (lapisan dalam). Adapun perbedaan penggunaan bahan baku kayu pada *face* veneer dan *core* veneer adalah sebagai berikut.

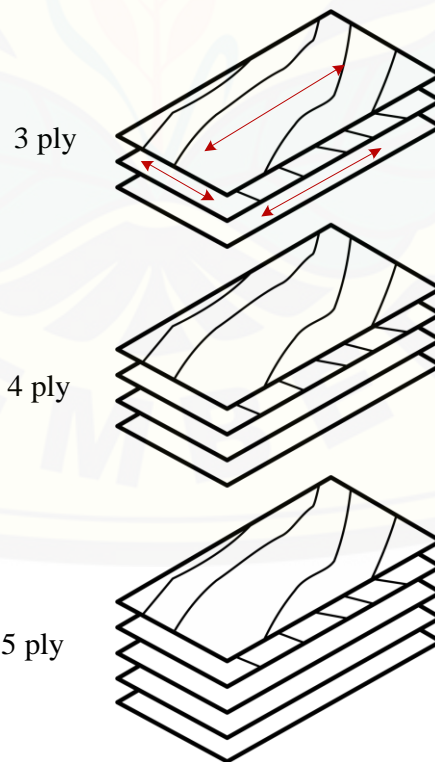
- a. *Face* veneer (lapisan atas atau lapisan permukaan)
  - diameter kayu minimum 45 cm.

- log harus lurus, bulat, dan silindris.
- kayu harus segar.
- tidak terdapat cacat.
- tidak terdapat mata kayu yang tidak sehat.

b. *Core veneer* (lapisan dalam)

- diameter kayu minimum 45 cm.
- log minimum 85% silindris.
- kayu harus segar.
- boleh ada bagian yang bengkok, tetapi tidak berbentuk parabola.
- boleh ada cacat kayu berupa mata kayu dan lapuk, asalkan diameternya kurang dari sepertiga diameter keseluruhan.

*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 bersilangan saling tegak lurus diilustrasikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Berbagai lapisan veneer untuk *plywood*



Menurut Dumanauw (2001), dengan semakin pesatnya perkembangan industri kayu lapis, maka setiap produsen kayu lapis dituntut untuk dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Salah satu cara untuk dapat memperbaiki kualitas kayu lapis adalah dengan meningkatkan kualitas veneer yang dihasilkan. Mesin rotary adalah mesin yang digunakan untuk mengupas kayu bundar (log) menjadi lembaran-lembaran tipis dimana hasil dari kupasan inilah yang disebut dengan veneer. Rotary yang menghasilkan veneer, diibaratkan sebagai jantung proses produksi, karena pada bagian ini menjadi penentu bagus tidaknya veneer yang berpengaruh pada kualitas *plywood*. Dalam proses pengupasan ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk mendapatkan veneer berkualitas, antara lain:

- a. memilih mata pisau *rotary (rotary knife)* yang tepat dan dalam kondisi siap pakai.
- b. menjalankan proses pengasahan mata pisau yang tepat dan benar.
- c. melakukan setting mata pisau dan persiapan mesin *rotary* yang benar.
- d. melakukan seleksi jenis kayu (log) yang akan diproses pada mesin *rotary*.
- e. memastikan kompetensi dari operator.
- f. melakukan pengawasan terhadap hasil kupasan (*quality control*).

Setelah memastikan hal-hal tersebut, diharapkan mesin bisa menghasilkan *output rotary* yang sesuai standar. Adapun kategori *output veneer* yang sesuai standar adalah sebagai berikut.

- a. veneer tidak boleh tebal tipis, ketebalan harus sama rata.
- b. veneer tidak boleh gelombang, permukaan harus rata/flat.
- c. veneer harus halus, tidak boleh kasar dan berserabut/berbulu.
- d. veneer harus diagonal, dimensi veneer tidak boleh serong.

Veneer memiliki peranan yang sangat besar dalam penentuan bagus tidaknya kualitas *plywood*. Dimana kualitas menentukan nilai jual *plywood* dipasaran. Veneer yang bagus hanya bisa dihasilkan melalui proses pembuatan yang dilakukan secara baik dan benar sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

## 2.2 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan kegiatan guna mengatur dan mengkoordinasikan penggunaan berbagai sumber daya seperti sumber daya manusia, sumber daya alat, sumber daya dana serta bahan secara efektif dan efisien, untuk menciptakan dan menambah kegunaan (*utility*) suatu barang atau jasa (Fuad *et al*, 2006). Bagi suatu perusahaan manufaktur, kegiatan operasi yang menghasilkan produk dapat jelas terlihat. Produk yang dibuat merupakan barang yang berwujud seperti kendaraan bermotor, atau pakaian. Sedangkan pada perusahaan jasa, fungsi produksi memang tidak terasa nyata, misalnya dalam kegiatan bank, perusahaan penerbangan, atau lembaga pendidikan. Produk yang dihasilkan tidak dalam bentuk yang bisa dilihat, melainkan dalam bentuk kredit yang di proses, pengangkutan manusia/barang ke suatu tempat, atau ilmu pengetahuan yang diajarkan (Herjanto, Eddy, 2007).

Tabel 2.1 Perbedaan barang dan jasa

No.	Barang	Jasa
1	Berwujud	Tidak berwujud
2	Dapat disimpan	Tidak dapat disimpan
3	Banyak menggunakan proses mesin	Banyak menggunakan proses manusia
4	Diproduksi dulu baru dikonsumsi	Diproduksi bersamaan dengan konsumsi
5	Kontak dengan konsumen rendah	Kontak dengan konsumen tinggi
6	Kualitas bersifat obyektif	Kualitas bersifat subyektif

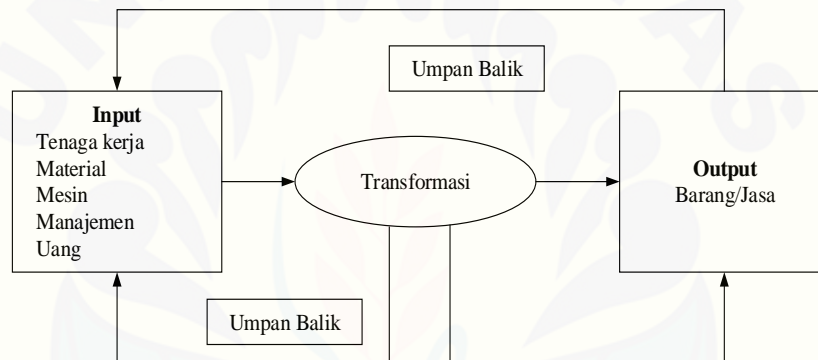
Sumber: Herjanto, Eddy (2007)

Istilah produksi digunakan dalam organisasi yang menghasilkan keluaran atau *output* berupa barang maupun jasa. Secara umum, produksi diartikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang mentransformasikan masukan (*input*) menjadi hasil keluaran (*output*) baik barang atau jasa (Assauri, Sofjan, 1998). Kegiatan produksi memiliki fungsi utama sebagai berikut.

1. Proses produksi, yaitu dalam mengolah bahan baku menjadi produk perlu metode dan teknik yang digunakan.
2. Perencanaan produksi, yaitu tindakan antisipatif di masa mendatang sesuai dengan waktu atau periode yang telah diperkirakan.

3. Pengendalian produksi, merupakan tindakan yang menjamin bahwa semua kegiatan yang dilaksanakan dalam perencanaan sudah sesuai dengan target yang telah ditetapkan (Nadia *et al.*, 2010).

Dalam manajemen produksi dan operasi, proses transformasi dilakukan secara efisien, sehingga *output* yang diperoleh memiliki nilai yang lebih tinggi dari input. Umpan balik dari *output* merupakan faktor penyesuaian *input* (Russel dan Taylor dalam Nuroniah, 2003). Sedangkan menurut Fuad *et al* (2006), sistem produksi dan operasi adalah suatu keterkaitan unsur-unsur yang berbeda secara terpadu, menyatu, dan menyeluruh dalam pentransformasian masukan menjadi keluaran.



Gambar 2.2 Produksi sebagai proses transformasi (Fuad *et al*, 2006).

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa masukan dikonversi menjadi keluaran berupa barang dan/atau jasa dengan menggunakan teknologi pengolahan tertentu. Informasi umpan balik digunakan guna mengendalikan teknologi proses atau masukan. Kegiatan tersebut merupakan tanggung jawab manajer produksi dan operasi, untuk menggunakan informasi umpan balik secara kontinyu dengan menyesuaikan bauran dan teknologi yang dibutuhkan untuk memperoleh keluaran yang diinginkan (Fuad *et al*, 2006).

Menurut Russel dan Taylor dalam Nuroniah (2003) manajemen produksi mencakup aktivitas jenis barang yang akan dibuat, cara pembuatannya, jumlah produk yang akan dibuat, dan waktu pembuatan produk. Ruang lingkup manajemen produksi terdiri dari kegiatan-kegiatan yang merupakan seleksi peralatan dan proses, rancangan produksi barang yang akan diproses, rancangan

sistem operasi, seleksi dan perancangan hasil produksi, lokasi pasar dan penyusunan fasilitas. Perencanaan dan penjadwalan merupakan bagian dari manajemen produksi yang termasuk di dalam sistem operasi.

## 2.3 Penjadwalan Produksi

### 2.3.1 Definisi penjadwalan

Penjadwalan (*scheduling*) adalah salah satu kegiatan penting dalam perusahaan. Penjadwalan adalah pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi, dimana mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan maupun tenaga kerja, dan menentukan urutan pelaksanaan bagi suatu kegiatan operasi. Tujuan penjadwalan yaitu untuk meminimalkan waktu proses, waktu tunggu, dan tingkat persediaan, serta penggunaan yang efisien dari fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan (Herjanto, Eddy, 2007). Penjadwalan merupakan tahap terakhir dari perencanaan sebelum dilaksanakan proses produksi. Salah satu bentuk pengaturan waktu pada sebuah proses produksi yaitu dengan melakukan penjadwalan produksi. Proses penjadwalan produksi tidak hanya mengatur waktu dari proses produksi, namun pengaturan terhadap fasilitas-fasilitas pada sebuah proses produksi. Sistem penjadwalan yang baik dapat memberikan kemudahan dan hasil yang maksimal pada sebuah proses produksi (Manuaba, 2013).

Salah satu fungsi dari pengawasan produksi yaitu penjadwalan produksi, dimana memiliki peranan yang cukup penting karena dapat mempengaruhi keberhasilan pengawasan produksi itu sendiri. Pada beberapa perusahaan, kegagalan atau kesalahan dalam menyusun penjadwalan produksi tidak hanya dapat mengacaukan usaha pengawasan produksinya, tetapi juga dapat mempengaruhi hal-hal lain seperti jumlah produk yang dihasilkan.

Penjadwalan memiliki unsur-unsur vital yaitu sumber-sumber (*resources*) yang dikenal dengan daya mesin, tugas-tugas (*tasks*) yang dikenal dengan pekerjaan (*jobs*). Oleh sebab itu, untuk dapat melakukan penjadwalan dengan baik maka waktu proses kerja setiap mesin serta jenis pekerjaan (*jobs*) yang akan dijadwalkan perlu diketahui (Masruroh, 2015). Sedangkan menurut Nadia *et al.* (2010) penjadwalan produksi merupakan aktivitas yang sangat penting dalam

melakukan serangkaian kegiatan produksi untuk mengambil keputusan dengan adanya keterbatasan sumber daya. Penjadwalan dikatakan baik apabila dapat memanfaatkan sumber daya yang ada dengan sebaik-sebaiknya.

Menurut Masruroh (2015) penjadwalan produksi berfungsi agar arus produksi dapat berjalan lancar sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Dengan kata lain, penjadwalan produksi dilakukan agar mesin-mesin dapat bekerja sesuai dengan kapasitasnya dengan biaya seminimal mungkin serta kuantitas produk yang diinginkan sesuai waktu yang telah ditentukan. Penyusunan penjadwalan produksi adalah suatu usaha yang dapat mengurangi keterlambatan produksi, *idle time*, memaksimalkan kerja alat maupun tenaga kerja sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Adapun tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut.

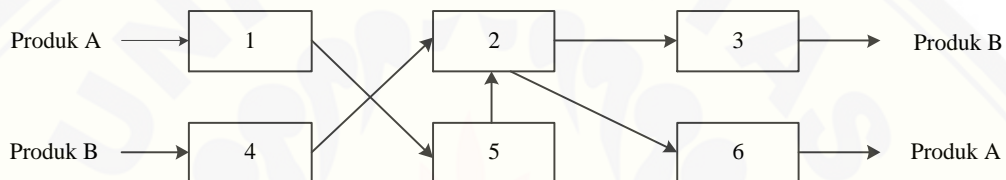
1. Meningkatkan penggunaan sumber daya, atau mengurangi waktu tunggu (*delay*) sehingga dapat mengurangi total waktu proses, dan dapat meningkatkan produktivitas.
2. Persediaan barang setengah jadi dapat dikurangi, atau pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika *job* yang lain masih dikerjakan.
3. Mengurangi keterlambatan pada *job* yang mempunyai batas waktu penyelesaian, sehingga biaya keterlambatan dapat diminimasi.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas produksi, dan jenis kapasitas yang dibutuhkan.

Nadia *et al.* (2010) menambahkan bahwa jumlah *job* yang dijadwalkan, jumlah mesin yang dapat digunakan, ukuran dari keberhasilan pelaksanaan penjadwalan, cara *job* datang, dan jenis aliran proses produksi merupakan faktor faktor yang mempengaruhi penjadwalan produksi.

### 2.3.2 Klasifikasi penjadwalan

Penjadwalan produksi dibagi menjadi dua jenis, yaitu penjadwalan produksi tipe *job shop* dan penjadwalan produksi tipe *flow shop*. Penjadwalan produksi *job shop* adalah penjadwalan sebuah produk dimana setiap produksinya melalui mesin produksi yang sama tetapi setiap produk tidak harus menggunakan

alur produksi yang sama. Sedangkan penjadwalan produksi tipe *flow shop* adalah sebuah penjadwalan sebuah produk dimana setiap produk diproduksi melalui mesin yang sama dengan alur produksi yang sama. Masruroh (2015) menambahkan bahwa penjadwalan *flow shop* adalah pola alir dari sebuah jenis pekerjaan (*n job*) yang melalui proses yang sama atau searah. Penjadwalan *flow shop* dicirikan oleh adanya aliran kerja yang satu arah dan tertentu. Kedua tipe penjadwalan ini dapat digunakan untuk sebuah proses produksi masal produk yang berbeda dengan menggunakan mesin yang sama, hanya saja alurnya berbeda (Muhammad dan Wulan, 2017).



Gambar 2.3 Proses *job shop*



Gambar 2.4 Proses *flow shop*

Penjadwalan produksi *flow shop* adalah salah satu kegiatan perencanaan produksi yang terdapat pada perusahaan manufaktur termasuk pada perusahaan *plywood* maupun *veneer*. Penjadwalan produksi tipe ini melibatkan *n job* (jenis pekerjaan) dan *m* mesin (jenis mesin) dalam proses produksinya, dimana produk mendatangi mesin dengan urutan tahap yang sama. Pada umumnya tujuan penjadwalan produksi yang menggunakan strategi *flow shop* adalah untuk menyelesaikan serangkaian pekerjaan (*job*) berdasar pada urutan proses (Bashori, *et al.*, 2015).

Dalam sebuah penjadwalan produksi biasanya terdapat asumsi-asumsi tertentu, termasuk pada penjadwalan produksi *flow shop*. Permasalahan penjadwalan produksi *flow shop* antara lain memiliki asumsi sebagai berikut.

1. Tidak ada operasi pada *job* yang sama berjalan secara bersamaan.

2. Sebuah *job* harus dioperasikan hingga selesai dalam sebuah mesin sebelum dapat dioperasikan pada mesin berikutnya.
3. Setiap *job* harus dikerjakan sampai dengan selesai.
4. Setiap *job* memiliki waktu proses yang konstan atau tetap.
5. Setiap mesin hanya dapat mengoperasikan satu *job* yang sama atau *single tasking* (Muhammad dan Wulan, 2017).

### 2.3.3 Teknik pengurutan (*sequencing*)

Metode atau teknik *sequencing* sering digunakan dalam industri manufaktur yang berguna dalam menjadwalkan proses produksi. Teknik ini memiliki kelebihan dalam memprediksi dan meminimalkan keterlambatan, meminimalkan maskepan, serta mengetahui rata-rata waktu aliran produksi sehingga pihak manajemen mendapatkan solusi terbaik dalam melakukan penjadwalan produksi.

Menurut Masruroh (2015), dari analisa produksi problem *job sequencing* merupakan salah satu dari kebanyakan problem yang paling menarik. Permasalahan-permasalahan dalam *job sequencing* amatlah kompleks dan masih jauh dari penyelesaian yang dapat memberikan solusi lengkap dan menyeluruh. Misalkan terdapat  $n$  *job* yang harus dikerjakan, dimana masing-masing pekerjaan tersebut memiliki *setup time*, *processing time*, serta *due date*. Dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dibutuhkan suatu proses (waktu) pada beberapa mesin. Konsekuensinya diperlukan suatu urutan untuk pekerjaan-pekerjaan tersebut supaya diperoleh suatu pengurutan (jadwal) optimal untuk kriteria *performance* tertentu.

Herjanto (2007) mengatakan bahwa untuk urutan waktu pekerjaan sering dirumuskan dengan menggunakan aturan keputusan prioritas. Secara spesifik, aturan keputusan prioritas digunakan untuk menentukan pekerjaan mana yang akan diproses lebih dulu ketika terdapat beberapa pekerjaan yang sedang menunggu. Keefektifan dari tiap aturan dapat ditentukan dengan mengamati kinerja dari sistem suatu perusahaan itu sendiri. Adapun beberapa aturan prioritas *sequencing* yang umum antara lain adalah sebagai berikut.

1. FCFS (*first come first serves*)  
pekerjaan yang dijadwalkan memprioritaskan pengerjaan *job* yang datang lebih awal untuk dikerjakan terlebih dahulu.
2. EDD (*earlist due date*)  
yaitu prioritas penjadwalan diberikan kepada *job* yang memiliki tanggal batas waktu penyerahan (*due date*) paling awal.
3. SPT (*shortest processing time*)  
adalah *job* dengan waktu proses terpendek akan diproses lebih dahulu, demikian berlanjut untuk *job* yang waktu proses terpendek kedua. Aturan ini tidak mempedulikan *due date* ataupun kedatangan order baru.
4. LPT (*longest processing time*)  
yaitu *job* dengan waktu proses terlama akan diproses terlebih dahulu, demikian berlanjut untuk *job* yang waktu proses terlama kedua. Aturan ini juga tidak mempedulikan *due date* maupun kedatangan order baru.

Permasalahan pengurutan (*sequencing*) adalah menentukan order atau urutan operasi dan proses atau pembuatan beberapa jenis produk melalui satu atau beberapa fasilitas (mesin/orang) secara optimum. Oleh sebab itu, tujuan pengurutan kegiatan operasi produksi untuk menghasilkan beberapa jenis produk adalah.

1. Meningkatkan pendayagunaan sumber daya produksi (pekerja atau mesin).
2. Mengurangi *in process inventory* yang berarti mengurangi rata-rata waktu penyelesaian produk atau *flow time*.
3. Mengurangi keterlambatan untuk beberapa atau semua produk yang mempunyai waktu batas akhir penyelesaian (*due date*) (Machfud dalam Nuroniah, 2003).

## 2.4 Sistem Dinamis

Pada mulanya sistem dinamis dikemukakan oleh Jay Forrester (*Principles of System*) pada tahun 1963, kemudian mengalami penyempurnaan secara berkelanjutan. Sejak tahun 1990-an dalam khasanah ilmu pengetahuan sistem, metode sistem dinamis lebih dikenal sebagai sebuah disiplin berpikir sistemik



(*system thinking*). Pada awal perkembangannya sistem dinamis hanya digunakan untuk pemecahan masalah dinamika industri, namun pada saat ini telah diakui sebagai alat yang baik dan diterima luas oleh masyarakat ilmiah dunia dimana digunakan untuk menganalisis dan memecahkan masalah baik di bidang sosial, ekonomi, administrasi/manajemen dan politik yang rumit, berubah cepat dan mengandung ketidakpastian (Muhammadi *et al.*, 2001).

Sistem dinamis adalah sebuah bidang untuk memahami bagaimana sesuatu berubah menurut waktu yang dapat menggambarkan proses, perilaku, dan kompleksitas dalam sistem. Sistem dinamis adalah metodologi yang digunakan untuk memahami permasalahan yang kompleks dimana elemen-elemennya saling terkait dan dinamis. Model sistem dinamis didasarkan atas filosofi kausal (sebab akibat) untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang sistem (Purnomo *et al.*, 2011). Menurut pendapat Ghiffari *et al.* (2016) bahwa sistem dinamis adalah metode yang digunakan untuk mengetahui pengaruh sistem satu dengan sistem lain dalam suatu kesatuan yang didasarkan pada perubahan waktu.

Menurut Muhammadi *et al.* (2001) pendekatan sistem dinamis merupakan proses berpikir secara menyeluruh dan terpadu dimana mampu menyederhanakan kerumitan tanpa kehilangan esensi atau unsur utama dari obyek yang menjadi perhatian. Adanya kesadaran untuk mengapresiasi dan memikirkan suatu kejadian sebagai sebuah sistem merupakan syarat awal dalam memulai berpikir sistemik (*system approach*). Dalam konteks sistem dinamis, terdapat tiga komponen utama yaitu:

1. Pengambilan keputusan

Pengambilan keputusan adalah suatu usaha untuk menyelesaikan masalah dan melakukan suatu tindakan.

2. Analisis sistem umpan balik

Sistem umpan balik berhubungan dengan penggunaan informasi secara tepat untuk mengambil keputusan tersebut.

3. Simulasi

Simulasi adalah aktifitas untuk menarik kesimpulan tentang perilaku sistem dengan mempelajari perilaku model yang dalam beberapa hal memiliki

kesamaan dengan sistem sebenarnya. Menurut Ekoanindiyo (2011) Simulasi merupakan kumpulan metode dan aplikasi dimana digunakan untuk meniru perilaku suatu sistem, terkadang dilakukan menggunakan komputer dengan *software* yang sesuai.

Metode sistem dinamis erat hubungannya dengan pola perilaku dinamis (sejalan dengan bertambahnya waktu) dari sebuah sistem yang kompleks. Penggunaan sistem dinamis mengarahkan orang untuk memahami perilaku sistem tersebut sehingga dapat meningkatkan efektivitas dalam merencanakan suatu kebijakan dan pemecahan masalah yang timbul (Muhammadi *et al.*, 2001).

Pada metode sistem dinamis, objek yang dimodelkan adalah struktur informasi sistem. Model tersebut berisi faktor, sumber informasi, dan jaringan aliran informasi yang menghubungkan keduanya. Menurut Muhammadi *et al.* (2001) Suatu model dinamis adalah kumpulan dari variabel-variabel yang saling mempengaruhi antara satu dengan yang lainnya dalam suatu kurun waktu. Setiap variabel berkorespondensi dengan suatu besaran yang nyata atau besaran yang dibuat sendiri. Seluruh variabel tersebut mempunyai nilai numerik serta sudah merupakan bagian dari dirinya. Pada waktu model disimulasikan, variabel-variabel akan saling dihubungkan membentuk suatu sistem yang dapat menirukan kondisi sebenarnya.

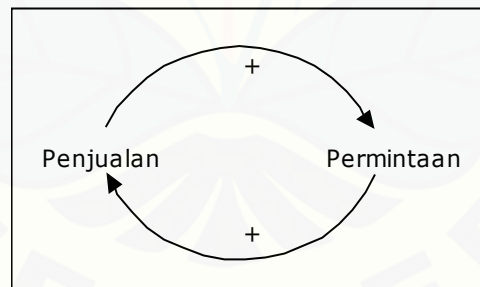
#### 2.4.1 Analisis sistem umpan balik (*feedback system*)

Diagram simpal kausal adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab akibat (*causal relationships*) ke dalam bahasa gambar tertentu. Pada metode sistem dinamis bahasa gambar tersebut adalah panah yang saling mengait dan membentuk sebuah diagram simpal (*causal loop*). Hulu panah mengungkapkan sebab dan ujung panah mengungkapkan akibat (Muhammadi *et al.*, 2001).

Diagram simpal kausal merupakan alat bantu yang mempermudah upaya penstrukturan sistem. Penstrukturan secara rinci tersebut bukan bermaksud membuat kompleksitas, namun sesuai dengan maksud berpikir sistemik yaitu untuk mengungkapkan kompleksitas secara sederhana. Semakin banyak gambar

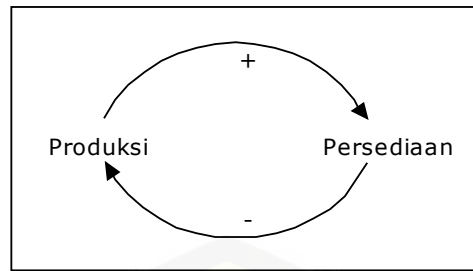
simpal semakin banyak pula variabel (unsur) dan parameter (waktu) yang berarti semakin rinci dan dinamis (Muhammadi *et al.*, 2001).

Dalam metode sistem dinamis, konsep sistem yang berlaku mengacu pada sistem tertutup (*closed system*) atau sistem yang memiliki umpan balik (*feedback system*). Struktur yang terbentuk dari *loops* umpan balik akan menghubungkan sebuah keluaran pada suatu periode tertentu dengan masukan pada periode yang akan datang. *Loops* yang merupakan kerangka dasar sistem dinamis tersebut adalah rangkaian tertutup dimana menghubungkan tiap-tiap komponen/sector yang terkait dalam sistem nyata secara komprehensif dan runtut. Untuk mengetahui apakah simpal bersifat positif atau negatif dapat dilihat dari keseluruhan interaksi menghasilkan proses searah atau berlawanan arah. Apabila searah maka disebut simpal positif, sedangkan berlawanan arah disebut simpal negatif. Menurut Muhammadi *et al.* (2001) simpal positif memiliki perilaku percepatan atau perlambatan. Sedangkan simpal negatif memiliki perilaku menuju sasaran atas limit. Ada dua jenis sasaran yaitu sasaran menuju eksplisit ( $>0$ ) dan sasaran menuju implisit (mendekati nol). Berikut merupakan contoh umpan balik (*feedback*) positif.



Gambar 2.5 *Feedback positif*

Bertambahnya kondisi permintaan, maka akan menyebabkan peningkatan penjualan dari perusahaan. Sebaliknya, apabila kondisi penjualan semakin meningkat, maka permintaan bertambah. Sedangkan contoh dari *feedback* negatif adalah sebagai berikut.



Gambar 2.6 *Feedback negatif*

Gambar 2.4 menjelaskan bahwa dengan meningkatnya jumlah produksi maka menyebabkan persediaan produk akan bertambah dan terisi penuh. Namun, semakin penuh dan bertambahnya persediaan mengakibatkan jumlah produksi akan berkurang guna mengurangi jumlah persediaan produk yang berlebihan.

#### 2.4.2 Simulasi

Simulasi adalah peniruan perilaku suatu gejala atau proses. Tujuan simulasi adalah memahami serta membuat analisis dan peramalan perilaku gejala atau proses tersebut di masa depan. Tahap-tahap dilakukannya simulasi adalah sebagai berikut.

1. Penyusunan konsep
2. Pembuatan model
3. Simulasi
4. Validasi hasil simulasi.

Validasi bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan kondisi yang ditirukan. Model yang dibuat dapat dinyatakan baik apabila kesalahan (*error*) hasil simulasi terhadap kondisi yang ditirukan kecil. Hasil simulasi selanjutnya digunakan untuk memahami perilaku kondisi di masa mendatang serta mengetahui kecenderungannya di masa mendatang, sehingga dapat dilakukan skenario kebijakan. Untuk melakukan simulasi dari sebuah model, diperlukan perangkat lunak (*software*) yang secara cepat dapat melihat perilaku (*behavior*) dari model yang dibuat. Salah satunya yaitu dengan program *Powersim* (Muhammadi *et al.*, 2001).

Model sistem dinamis bukan hanya digunakan untuk memberikan proses peramalan atau prediksi semata, namun sistem dinamis ditujukan bagaimana memahami karakteristik dan perilaku mekanisme proses internal yang terjadi dalam suatu sistem tertentu. Sistem dinamis sangat baik dan efektif digunakan pada sistem dimana membutuhkan tingkat pengelolaan akan data yang banyak. Dengan fleksibilitas yang dimiliki maka hal ini akan membantu dalam melakukan proses formulasi model, penentuan batasan model, validasi model, analisis kebijakan, serta penerapan model.

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Nuroniah (2003) melakukan penelitian penjadwalan produksi dengan pendekatan sistem dinamis. Penelitian dilakukan pada produksi ban radial di PT. Goodyear Indonesia, Tbk. Hasil penelitian yang dilakukan berupa model penjadwalan produksi ban radial yang memiliki 4 jenis produk yaitu ban radial *invicta*, *gt3*, *millier* dan *wrangler*. Keempat jenis produk ban tersebut dilakukan pengurutan (*sequencing*) secara acak yang kemudian disesuaikan dengan sumber daya yang tersedia pada setiap proses produksi. Tujuan dilakukannya *sequencing* secara acak yaitu untuk mengetahui urutan mana yang lebih baik sehingga nantinya dapat diterapkan pada penjadwalan aktual. Alternatif yang dipilih adalah produk ban yang memiliki jumlah lebih besar dari produksi aktual dan jumlah persediaan yang minimum. Indriati (1997) melakukan penelitian pengembangan model simulasi penjadwalan produksi harian roti. Permasalahan pada penelitian ini yaitu terdapat beberapa jenis produk roti namun setiap jenis produk memiliki karakteristik proses produksi tersendiri, sehingga diperlukan penjadwalan dan pengurutan yang dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya (mesin dan tenaga kerja), penggunaan waktu secara efisien guna mempersingkat total waktu produksi. Hasil simulasi berupa penjadwalan produksi harian untuk setiap stasiun kerja yang menggambarkan urutan produksi produk, waktu mulai dan selesai produksi antar produk yang disinkronkan dengan sumber daya yang tersedia, dan alokasi tenaga kerja. Dari penelitian ini dihasilkan waktu penyelesaian akhir yang lebih baik dari praktik penjadwalan sebelumnya.

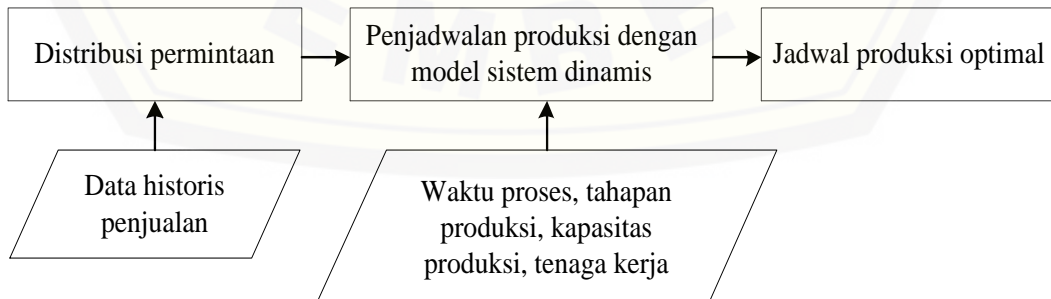
### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada jam kerja terhitung sejak bulan Mei 2018 hingga Agustus 2018. Penelitian dilaksanakan di PT. XYZ, yang berada di Desa Manduro MG, Ngoro, Kabupaten Mojokerto. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Manajemen Industri Pertanian, Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

#### 3.2 Kerangka Penelitian

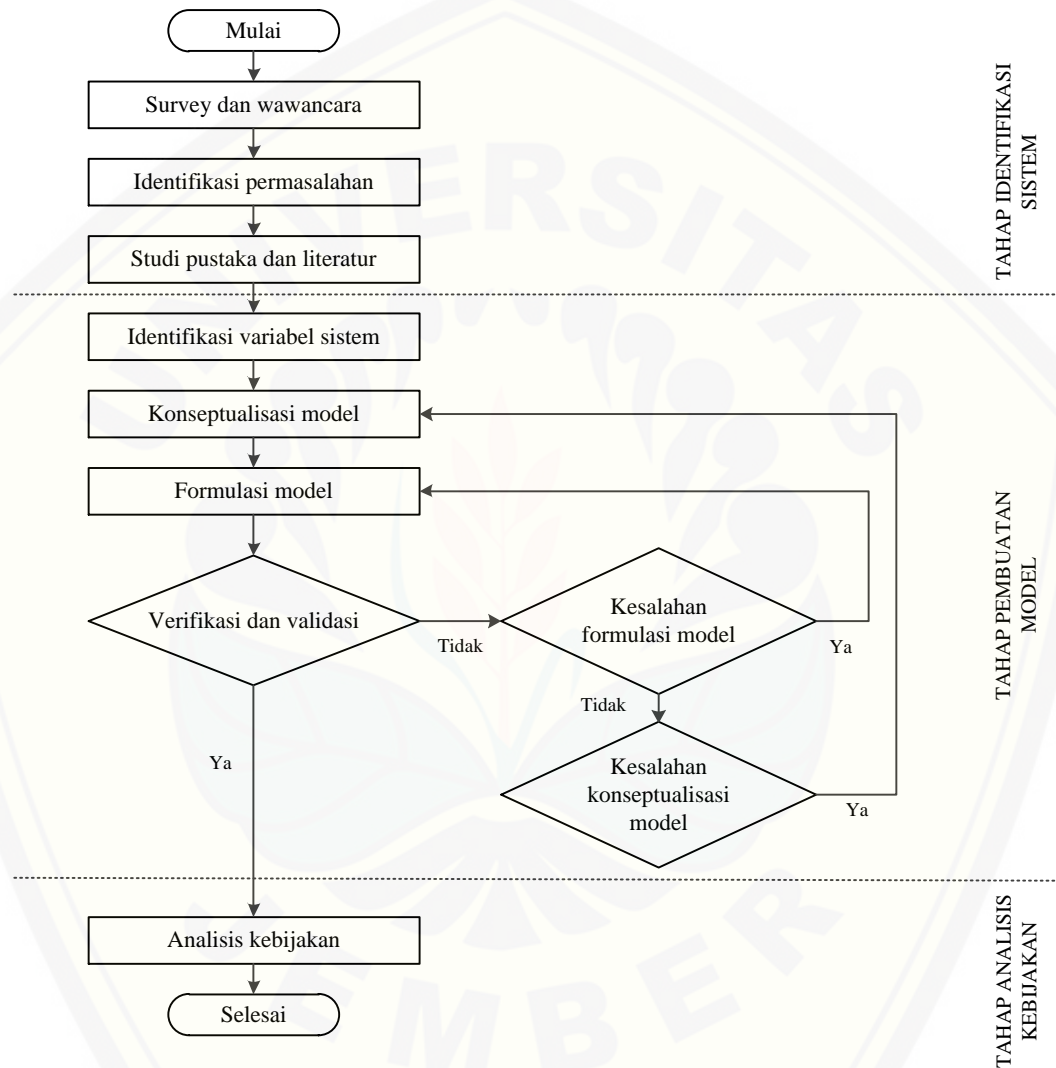
Penyusunan penjadwalan produksi bertujuan untuk meminimumkan inventori, mengurangi *stockout* dan jumlah produk yang tertahan dalam pusat kerja. Agar maksud dan tujuan tersebut dapat tercapai, maka perlu adanya penjadwalan produksi yang baik. Dalam penelitian ini, yang dilakukan pertama kali yaitu melakukan uji distribusi data penjualan dan identifikasi parameter atau variabel yang mempengaruhi proses produksi. Selanjutnya semua parameter proses produksi yang teridentifikasi dan variabel produksi disusun secara sistemis. Jadwal produksi dapat dihasilkan dengan membuat model simulasi dengan menggunakan metode dinamis. Simulasi dirancang dalam beberapa skenario, dimana nantinya dipilih skenario terbaik yang mampu mengoptimalkan proses produksi di PT. XYZ.



Gambar 3.1 Kerangka pemikiran penelitian

### 3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu tahap identifikasi sistem, tahap pembuatan model, dan tahap analisis kebijakan. Adapun penjelasan setiap tahap adalah sebagai berikut.



Gambar 3.2 Tahapan penelitian

#### 1. Survey dan wawancara

Survey dilakukan dengan mengamati dan mencatat langsung terhadap objek penelitian, yaitu dengan mengamati kegiatan-kegiatan yang ada di tempat produksi veneer PT. XYZ. Disini peneliti memilih melakukan wawancara

mendalam (*in-dept interview*), ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang kompleks, dimana sebagian besar berisi pendapat, sikap, dan pengalaman.

## 2. Identifikasi permasalahan

Masalah utama yang timbul pada sistem penjadwalan produksi veneer di PT.XYZ adalah kurang optimalnya proses produksi sehingga masih sering terjadi kekurangan produk yang menyebabkan terjadinya *stockout* dan tidak mampu dalam pemenuhan permintaan. Selain itu beberapa kali terjadi penumpukan *stock* di *warehouse* yang melebihi jumlah yang diperkenankan oleh pabrik.

## 3. Studi pustaka dan literatur

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mempelajari buku-buku referensi, laporan-laporan, jurnal-jurnal dan media lainnya yang berkaitan dengan obyek penelitian yang kemudian dibandingkan dengan hasil dari survey dan wawancara. Hal ini bertujuan untuk menggambarkan pola perilaku variabel yang diamati yaitu proses produksi veneer di PT. XYZ.

## 4. Identifikasi variabel sistem

Identifikasi variabel sistem adalah menentukan langsung batasan-batasan sistem yang akan digunakan dalam membangun model sistem dinamis penjadwalan produksi veneer yang diperoleh dari tahap identifikasi sistem. Dengan mengetahui variabel sistem yang digunakan dapat mempermudah dalam mengidentifikasi permasalahan yang terjadi. Variabel kunci pada sistem merupakan parameter utama yang akan diamati perubahannya sebagai bentuk penilaian perilaku dinamis. Variabel kunci sangat berpengaruh terhadap sistem yang akan dibuat. Penentuan variabel didasarkan pada faktor-faktor yang mempengaruhi permasalahan aktual sebuah sistem.

## 5. Membangun diagram sebab akibat dan diagram alir

Perancangan konsep model dinamik berawal dari informasi historis atau pola hipotesis variabel kunci untuk menggambarkan perilaku persoalan sebagai dasar rujukan. Dasar rujukan diwakili oleh pola perilaku suatu kumpulan variabel-variabel mencakup beberapa aspek yang berhubungan dengan persoalan. Pola perilaku rujukan 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, dimana dituangkan dalam bentuk *Causal Loop Diagram* (CLD). Struktur model dilanjutkan dengan membangun diagram alir dengan menggunakan alat *Stock Flow Diagram* (SFD) sebagai bahasa bersama pemodelan sistem dinamis. Pemodel harus memahami variabel atau parameter yang akan dijadikan *stock* (akumulasi) dan *flow* (aliran yang dapat mengubah nilai *stock*).

#### 6. Formulasi model simulasi

Tahap formulasi model simulasi menggunakan alat bantu perangkat lunak 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

Untuk mengetahui dan menentukan apakah model simulasi berjalan sesuai yang keinginan pembuat model maka perlu dilakukan proses verifikasi. Sedangkan untuk mengetahui apakah model simulasi sudah mampu mewakili sistem atau kondisi riil secara akurat maka perlu dilakukan proses validasi. Cara yang dilakukan yaitu dengan menguji sejauh mana simulasi yang dibuat telah menunjukkan perilaku dan respon yang sesuai dengan tujuan dari model (Nasution & Baihaqi dalam Ekoanindiyo, 2011)

Validasi adalah usaha penyimpulan apakah model sistem tersebut merupakan perwakilan yang sah dari realitas yang dikaji, sehingga dapat menghasilkan kesimpulan yang meyakinkan. Dalam pengertian lain, validasi yaitu sejauh mana keserupaan struktur model mendekati nyata, yang ditunjukkan dengan sejauh mana interaksi variabel dapat menirukan interaksi kejadian nyata.

Uji ini dapat dilakukan dengan melihat dua variabel yang saling berhubungan, yaitu membandingkan logika aktual dan hasil simulasi. Sedangkan validasi kinerja lebih menekankan pada pemeriksaan kebenaran yang taat data empiris. Dapat dilakukan dengan membandingkan rata-rata dan standar deviasi pada sistem aktual dengan rata-rata dan standar deviasi pada hasil simulasi. Dengan demikian model yang baik adalah struktur model yang telah memenuhi validitas logis dan empiris.

#### 8. Analisis kebijakan

Kebijakan adalah aturan umum bagaimana status keputusan dibuat berdasar informasi yang tersedia. Merupakan beberapa kemungkinan yang telah mempertimbangkan beberapa aspek, yang nantinya akan dipilih salah satu sebagai kebijakan yang terbaik. Kemungkinan ini didasarkan pada baiknya pemodel ketika melakukan membuat model.

### 3.4 Metode Analisa Data

Hasil data keluaran simulasi *powersim* dan data aktual dibandingkan berdasarkan nilai *error* dengan batas penyimpangan yang diperkenankan yaitu antara 5-10%. MAPE digunakan untuk mengetahui ketepatan model yang telah dibuat atau mengetahui seberapa besar kesalahan. Ukuran relatif untuk menentukan nilai *mean error* dari nilai *absolute percentage error* (APE) didefinisikan dengan persamaan berikut (Soedjianto *et al.*, 2006).

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

dimana:

n = Periode/banyaknya data

$X_t$  = Data hasil simulasi

$F_t$  = Data aktual

Kriteria ketepatan model dengan uji MAPE yaitu  $5\% < \text{MAPE} < 10\%$ .

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

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

1. Hasil perancangan model sistem dinamis penjadwalan produksi veneer diperoleh 8 sub model: rotary, clipper, continuous drying, repair, jumlah produk veneer, jumlah produk veneer bulanan, rerata stockout, dan jumlah stock. Simulasi sistem penjadwalan yang telah dijalankan menghasilkan nilai MAPE sebesar 12% untuk produk veneer *face* dan 14% untuk produk veneer *core*. Model tersebut telah berhasil menggambarkan pola perilaku dinamis penjadwalan produksi veneer di PT. XYZ.
2. Kebijakan yang diusulkan dari berbagai skenario merekomendasikan skenario optimis dengan kombinasi urutan produk *core-face* sebagai usulan terbaik (RS3S2), dengan cara meningkatkan jumlah produk *coverage* sebesar 10%, serta respon informasi jumlah stock dipercepat menjadi 7 hari. Hasil yang didapatkan lebih baik dari kondisi aktual dan skenario yang lain dimana mampu mengurangi terjadinya *stockout* dan meminimumkan *inventory*.

### 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan kajian lebih lanjut dengan penambahan parameter biaya sehingga hasil model dapat menjelaskan keterkaitan umpan balik yang komprehensif, menjelaskan perilaku yang lebih dinamis setiap parameter dan meningkatkan kompleksitas model.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Apriyono, A., A. Taman. 2013. Analisis overreaction pada saham perusahaan manufaktur di bursa efek Indonesia (BEI) periode 2005-2009. *Jurnal Nomina* 2(2): 76-96.
- Assauri, Sofjan. 1998. *Manajemen Produksi Dan Operasi Edisi 4*. Jakarta: Lembaga penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. 2013. *Statistik Produksi Kehutanan 2013*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Statistik Produksi Kehutanan 2014*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Produksi Kehutanan 2015*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Statistik Produksi Kehutanan 2016*. Jakarta: BPS.
- Bashori, H., Pratikto, dan Sugiono. 2015. Penjadwalan flow shop dengan penerapan cross entropy-genetic algorithm (cega) untuk meminimasi makespan. *Jemis* 3(1): 35-42.
- Dumanauw. 2001. *Mengenal Kayu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ekoanindiyo, F.A. 2011. Pemodelan sistem antrian dengan menggunakan simulasi. *Dinamika Teknik* 5(1): 72-85
- Fortunella, A., I.P. Tama, A. Eunike. 2015. Model simulasi sistem produksi dengan sistem dinamik guna membantu perencanaan kapasitas produksi. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri* 3(2): 256-267.
- Fuad, M., Christine H., Nurlela, Sugiarto, dan Paulus Y.E.F. 2006. *Pengantar Bisnis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ghiffari, M.A., B.H. Purnomo, N. Novijanto. 2016. Model sistem dinamis penilaian kinerja agroindustri tembakau di pt. Gading Mas Indonesia Tobacco. *Jurnal Agroteknologi* 10(01): 87-103.
- Herjanto, Eddy. 2008. *Manajemen Operasi*. Edisi 3. Jakarta Grasindo.
- Indriati, N. 1997. Pengembangan Model Simulasi Penjadwalan Produksi Harian Roti di Bogor Permai. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Manuaba, I.B.P. 2013. Sistem Penjadwalan Produksi Menggunakan Metode Fuzzy Support Vector Machines dan Algoritma Evolusi Fuzzy. *Prosiding*

*Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems*. 14-15 November 2013: 247-252.

Masruroh, N. 2015. Analisa penjadwalan produksi dengan menggunakan metode ampbell dudeck smith, palmer dan dannenbring di pt loka refraktoris surabaya. *Fakultas Teknik Industri Veteran*: 158-711.

Mulyana, D. dan C. Asmarahman. 2012. *Untung Besar dari Bertanam Sengon*. Jakarta AgroMedia Pustaka.

Muhammadi, E. Aminullah, dan B. Soesilo. 2001. *Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. Jakarta: UMJ Press.

Muhammad, M., dan E.R. Wulan. 2017. Penjadwalan optimal tipe produksi flowshop dua tahap menggunakan metode branch and bound dengan memperhatikan waktu transportasi. *Jurnal Kubik* 2(1): 1-8.

Nadia, V., D.R.S. Dewi, M.E. Sianto. 2010. Penjadwalan produksi dan perencanaan persediaan bahan baku di PT. Wahana Lentera Raya. *Widya Teknik* 9(2): 179-192.

Nur, Prima. 2016. Mengenal veneer; Pengertian, Jenis, dan Keuntungan Penggunaannya. [www.lemkayu.net/artikel](http://www.lemkayu.net/artikel) [diakses 8 Oktober 2018]

Nuroniah, N.S. 2003. Penjadwalan Produksi dengan Pendekatan Metode Dinamik. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Purnomo, B.H., Machfud, Marimin, A. Hermawan, dan E.S. Wiyono. 2011. Model prediksi indikator keberlanjutan sumberdaya agroindustri teri nasi kering menggunakan sistem dinamik. *Agrointek* 5(2): 67-79.

Purnomo, B.H., Y. Wibowo, K. Maulidiah. 2015. Perencanaan produksi kerupuk puli dengan metode program dinamik di ud rizky jember. *Agrointek* 9(1): 63-70.

Soedjianto, F., T. Oktavia, J.A. Anggawinata. 2006. Perancangan Dan Pembuatan Sistem Perencanaan Produksi (Studi Kasus Pada PT. Vonita Garment). *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. 17 Juni 2006: 117-122.

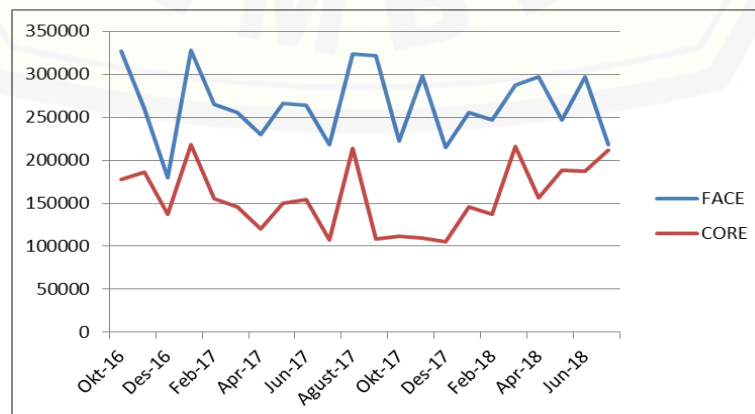
## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Data penjualan

## 1.1 Data penjualan kedua jenis veneer tahun 2017-2018

No.	PERIODE	FACE	CORE
1	Okt-16	326190	177680
2	Nop-16	259820	186560
3	Des-16	179390	137250
4	Jan-17	327880	217880
5	Feb-17	264870	154870
6	Mar-17	255880	145880
7	Apr-17	229690	119690
8	Mei-17	266220	149820
9	Jun-17	264130	154130
10	Jul-17	217960	107960
11	Agust-17	323660	213660
12	Sep-17	321400	108470
13	Okt-17	221870	111870
14	Nop-17	298380	109390
15	Des-17	214930	104930
16	Jan-18	255460	145460
17	Feb-18	247180	137180
18	Mar-18	287680	216190
19	Apr-18	296560	156220
20	Mei-18	247250	188380
21	Jun-18	297070	187070
22	Jul-18	218470	211400

## 1.2 Plot data penjualan kedua jenis veneer tahun 2017-2018



**Lampiran 2. Uji distribusi**

## 2.1 Uji distribusi normal jumlah permintaan veneer face

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Face
N		22
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	2.6463E5
	Std. Deviation	4.1476E4
Most Extreme Differences	Absolute	.121
	Positive	.121
	Negative	-.097
Kolmogorov-Smirnov Z		.568
Asymp. Sig. (2-tailed)		.904

a. Test distribution is Normal.

## 2.2 Uji distribusi normal jumlah permintaan veneer core


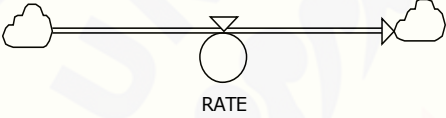


[DataSet0]

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Core
N		22
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	1.5645E5
	Std. Deviation	3.8318E4
Most Extreme Differences	Absolute	.139
	Positive	.139
	Negative	-.106
Kolmogorov-Smirnov Z		.651
Asymp. Sig. (2-tailed)		.791

a. Test distribution is Normal.

**Lampiran 3. Identifikasi parameter**

Komponen	Variabel atau parameter
 <p>LEVEL</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rotary</li> <li>2. Clipper</li> <li>3. Continuous drying</li> <li>4. Repair</li> <li>5. Jumlah produk veneer</li> <li>6. Jumlah stock</li> <li>7. Periode waktu</li> <li>8. Jumlah stockout</li> </ol>
 <p>RATE</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Input</li> <li>2. Green veneer hasil kupas</li> <li>3. Green veneer</li> <li>4. Veneer hasil drying</li> <li>5. Veneer hasil repair</li> <li>6. Laju keluar produk</li> <li>7. Laju waktu out</li> <li>8. Laju keluar waktu out</li> <li>9. Laju stock out</li> <li>10. Laju keluar stockout</li> <li>11. Laju stock</li> <li>12. Laju keluar stock</li> </ol>
 <p>AUXILIARY</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jumlah drying</li> <li>2. Waktu drying</li> <li>3. Kapasitas repair</li> <li>4. Kebutuhan persediaan</li> <li>5. Permintaan</li> <li>6. Distribusi data</li> <li>7. Rata2 stockout perbulan</li> <li>8. Respon informasi terjadi stockout</li> <li>9. Kebutuhan bahan baku</li> </ol>
 <p>KONSTAN</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kapasitas rotary</li> <li>2. Kapasitas clipper</li> <li>3. Kapasitas drying</li> <li>4. Faktor konversi</li> </ol>



## Lampiran 4. Formulasi variabel Sistem

No.	Nama	Unit	Tipe	Syntax
1.	Input	pcs/hr	Auxiliary	{ IF('Persediaan diinginkan'[INDEX(1)]*1<<1/hr>>=<0<<pcs/hr>>,0<<pcs/hr>>,'Persediaan diinginkan'[INDEX(1)]*1<<1/hr>>), IF('Persediaan diinginkan'[INDEX(2)]*1<<1/hr>>=<0<<pcs/hr>>,0<<pcs/hr>>,'Persediaan diinginkan'[INDEX(2)]*1<<1/hr>>)}
2.	Rotary	pcs	Level	{0,0}<<pcs>>
3.	Green veneer hasil kupas	pcs/hr	Auxiliary	IF(Sequencing=1,{ IF(HOUR())<7,0<<pcs/hr>>,>,IF(Rotary[INDEX(1)]<='Kapasitas rotary'[INDEX(1)],PULSE(Rotary[INDEX(1)],STARTTIME+0<<hr>>,2<<hr>>),PULSE('Kapasitas rotary'[INDEX(1)],STARTTIME+0<<hr>>,2<<hr>>)),IF(HOUR())<7,0<<pcs/hr>>,IF(Rotary[INDEX(2)]<='Kapasitas rotary'[INDEX(2)],PULSE(Rotary[INDEX(2)],STARTTIME+1<<hr>>,2<<hr>>),PULSE('Kapasitas rotary'[INDEX(2)],STARTTIME+1<<hr>>,2<<hr>>))),{ IF(HOUR())<7,0<<pcs/hr>>,IF(Rotary[INDEX(1)]<='Kapasitas rotary'[INDEX(1)],PULSE(Rotary[INDEX(1)],STARTTIME+1<<hr>>,2<<hr>>),PULSE('Kapasitas rotary'[INDEX(1)],STARTTIME+1<<hr>>,2<<hr>>)),IF(HOUR())<7,0<<pcs/hr>>,IF(Rotary[INDEX(2)]<='Kapasitas rotary'[INDEX(2)],PULSE(Rotary[INDEX(2)],STARTTIME+0<<hr>>,2<<hr>>),PULSE('Kapasitas rotary'[INDEX(2)],STARTTIME+0<<hr>>,2<<hr>>)))))
4.	Kapasitas rotary	pcs	Constant	{3700,2700}<<pcs>>
5.	Clipper	pcs	Level	{0,0}<<pcs>>
6.	Green veneer	pcs/hr	Auxiliary	{ IF(Clipper[INDEX(1)]<='Kapasitas clipper',Clipper[INDEX(1)],'Kapasitas clipper')*1<<1/hr>>,IF(Clipper[INDEX(2)]<='Kapasitas clipper',Clipper[INDEX(2)],'Kapasitas clipper')*1<<1/hr>>}
7.	Kapasitas clipper	pcs	Constant	3750<<pcs>>
8.	Continuous drying	pcs	Level	{0,0}<<pcs>>
9.	Waktu	hr	Auxiliary	{2,4}<<hr>>

10.	drying Jumlah drying	pcs/hr	Auxiliary	{IF('Continuous drying'[INDEX(1)]<='Kapasitas drying','Continuous drying'[INDEX(1)]/TIMESTEP,'Kapasitas drying'/TIMESTEP),IF('Continuous drying'[INDEX(2)]<='Kapasitas drying','Continuous drying'[INDEX(2)]/TIMESTEP,'Kapasitas drying'/TIMESTEP)}
11.	Kapasitas drying	Pcs	Constant	3750<<pcs>>
12.	Veneer hasil drying	pcs/hr	Auxiliary	{DELAYPPL('Jumlah drying'[INDEX(1)],'Waktu drying'[INDEX(1)],0<<pcs/hr>>),DELAYPP L('Jumlah drying'[INDEX(2)],'Waktu drying'[INDEX(2)],0<<pcs/hr>>)}
13.	Repair	pcs	Level	{0,0}<<pcs>>
14.	Veneer hasil repair	pcs/hr	Auxiliary	{IF(Repair[INDEX(1)]<='Kapasitas repair',Repair[INDEX(1)],'Kapasitas repair')*1<<1/hr>>,IF(Repair[INDEX(2)]<=' Kapasitas repair',Repair[INDEX(2)],'Kapasitas repair')*1<<1/hr>>}
15.	Kapasitas repair	pcs	Auxiliary	(2500+2500*'Control Kapasitas repair')*1<<pcs>>
16.	Jumlah produk vener	pcs	Level	{0,0}<<pcs>>
17.	Laju keluar produk	pcs/hr	Auxiliary	Permintaan
18.	Permintaan	pcs/hr	Auxiliary	PULSE('Distribusi data'/30,STARTTIME+7<<hr>>,24<<hr>>)* 1<<pcs>>
19.	Distribusi data		Auxiliary	{NORMAL(264630,41476),NORMAL(15645 0,38318.7)}
20.	Persediaan diinginkan	pcs	Auxiliary	IF(HOUR()=7,'Laju keluar produk'*Coverage- 'Jumlah produk veneer',0<<pcs>>)
21.	Coverage		Auxiliary	(2+2*'Control Coverage')*1<<hr>>
22.	Laju waktu out	1/hr	Auxiliary	IF(HOUR()=7,IF('Jumlah produk vener'<=0<<pcs>>,1<<1/hr>>,0<<1/hr>>),0 <<1/hr>>)
23.	Laju keluar waktu out	1/hr	Auxiliary	{DELAYMTR('Laju waktu out'[INDEX(1)],30<<da>>,30,0<<1/hr>>),DE LAYMTR('Laju waktu out'[INDEX(2)],30<<da>>,30,0<<1/hr>>)}
24.	Periode waktu out		Level	{0,0}
25.	Laju stockout	pcs/hr	Auxiliary	IF(HOUR()=7,IF('Jumlah produk vener'*1<<1/hr>><=0<<pcs/hr>>,'Jumlah

26.	Laju keluar stockout	pcs/hr	Auxiliary	<pre> produk vener*'1&lt;&lt;1/hr&gt;&gt;,0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt;,0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt; &gt;) {DELAYMTR('Laju stock out'[INDEX(1)],30&lt;&lt;da&gt;&gt;,30,0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt;), DELAYMTR('Laju stock out'[INDEX(2)],30&lt;&lt;da&gt;&gt;,30,0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt;)} {0,0}&lt;&lt;pcs&gt;&gt; </pre>
27.	Stockout	pcs		
28.	Rerata stockout perbulan	pcs/hr	Auxiliary	<pre> IF('Stock out'&gt;=0&lt;&lt;pcs&gt;&gt;,0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt;,'Stock out'/'Periode waktu out'*1&lt;&lt;1/hr&gt;&gt;) </pre>
29.	Laju keluar waktu in	1/hr	Auxiliary	<pre> {DELAYMTR('Laju waktu in'[INDEX(1)],30&lt;&lt;da&gt;&gt;,30,0&lt;&lt;1/hr&gt;&gt;),DE LAYMTR('Laju waktu in'[INDEX(2)],30&lt;&lt;da&gt;&gt;,30,0&lt;&lt;1/hr&gt;&gt;)} </pre>
30.	Laju waktu in	1/hr	Auxiliary	<pre> IF(HOUR()=7,IF('Jumlah produk vener'&gt;0&lt;&lt;pcs&gt;&gt;,1&lt;&lt;1/hr&gt;&gt;,0&lt;&lt;1/hr&gt;&gt;),0&lt;&lt; 1/hr&gt;&gt;) </pre>
31.	Periode waktu in		Level	{0,0}
32.	Laju stockin	pcs/hr	Auxiliary	<pre> IF(HOUR()=7,IF('Jumlah produk vener'*1&lt;&lt;1/hr&gt;&gt;&gt;0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt;,'Jumlah produk vener'*1&lt;&lt;1/hr&gt;&gt;,0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt;),0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt; &gt;) </pre>
33.	Laju keluar stockin	pcs/hr	Auxiliary	<pre> {DELAYMTR('Laju stockin'[INDEX(1)],30&lt;&lt;da&gt;&gt;,30,0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt; &gt;),DELAYMTR('Laju stockin'[INDEX(2)],30&lt;&lt;da&gt;&gt;,30,0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt; &gt;)} </pre>
34.	Stockin	pcs	Level	{0,0}<<pcs>>
35.	Rerata stockin perbulan	pcs/hr	Auxiliary	<pre> IF(Stockin&lt;=0&lt;&lt;pcs&gt;&gt;,0&lt;&lt;pcs/hr&gt;&gt;,Stockin/' Periode waktu in'*1&lt;&lt;1/hr&gt;&gt;) </pre>
36.	Kebutuhan bahan baku	m3	auxiliary	'Kebutuhan persediaan'*1<<1/pcs>>*'Faktor konversi'*1<<m3>>
37.	Faktor konversi		konstan	{0.0016129,0.0080645}

**Lampiran 5. Hasil uji sensitivitas**

## 5.1 Jumlah produksi veneer bulanan

Veneer jenis face		
Skenario terbaik	Skenario terburuk	Skenario normal
294439.9163	193111.1969	245293.0669
320371.2938	210126.4145	263955.4022
320799.7711	208508.3961	262771.2035
320813.4405	209048.8532	263676.178
313457.2062	209687.842	262989.4972

Veneer jenis core		
Skenario terbaik	Skenario terburuk	Skenario normal
280396.8916	244230.6937	242859.303
210133.5847	147519.0085	177058.4154
210911.1642	150740.7359	182106.8269
207621.7922	144743.677	183733.1583
213770.713	146453.0444	179756.54

## 5.2 Jumlah stock

Veneer jenis face		
Skenario normal	Skenario terburuk	Skenario terbaik
263749.8067	208864.5646	75260.86954
265908.4304	318289.8749	74255.53942
263266.7729	320512.4014	76703.49425
267442.3783	319971.5582	75782.96843
264561.6817	317854.1981	74128.51949

Veneer jenis core		
Skenario normal	Skenario terburuk	Skenario terbaik
290646.3787	293776.6578	51834.12154
189449.7152	262693.8909	50276.21908
187304.4554	240644.0064	50510.47246
184921.7304	239065.067	48955.87163
184562.7305	243617.9292	48601.36899

**Lampiran 6. Hasil simulasi**

**6.1 Hasil simulasi dasar kebutuhan persediaan dan input**

Time	ebutuhan persediaan[1] (pcs)	Kebutuhan persediaan[2] (pcs)	Input[1] (pcs/hr)	Input[2] (pcs/hr)
01 Feb 00:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 01:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 02:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 03:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 04:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 05:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 06:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 07:00	16,046.07	12,036.83	16,046.07	12,036.83
01 Feb 08:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 09:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 10:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 11:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 12:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 13:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 14:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 15:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 16:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 17:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 18:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 19:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 20:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 21:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 22:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 23:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 00:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 01:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 02:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 03:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 04:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 05:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 06:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 07:00	19,814.58	52,975.87	19,814.58	52,975.87
02 Feb 08:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 09:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 10:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 11:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 12:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 13:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 14:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 15:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 16:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 17:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 18:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 19:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 20:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 21:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 22:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 23:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 00:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 01:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 02:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 03:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 04:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 05:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 06:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 07:00	12,003.61	-45.10	12,003.61	0.00
03 Feb 08:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 09:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 10:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 11:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 12:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 13:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 14:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 15:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 16:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 17:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 18:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 19:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 20:00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Feb 21:00	0.00	0.00	0.00	0.00

6.2 Hasil simulasi dasar Rotary dan Clipper

(pcs)				
Time	Rotary[1]	Rotary[2]	Clipper[1]	Clipper[2]
01 Feb 00:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 01:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 02:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 03:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 04:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 05:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 06:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 07:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 08:00	16,046.07	12,036.83	0.00	0.00
01 Feb 09:00	12,346.07	12,036.83	3,700.00	0.00
01 Feb 10:00	12,346.07	9,336.83	0.00	2,700.00
01 Feb 11:00	8,646.07	9,336.83	3,700.00	0.00
01 Feb 12:00	8,646.07	6,636.83	0.00	2,700.00
01 Feb 13:00	4,946.07	6,636.83	3,700.00	0.00
01 Feb 14:00	4,946.07	3,936.83	0.00	2,700.00
01 Feb 15:00	1,246.07	3,936.83	3,700.00	0.00
01 Feb 16:00	1,246.07	1,236.83	0.00	2,700.00
01 Feb 17:00	0.00	1,236.83	1,246.07	0.00
01 Feb 18:00	0.00	0.00	0.00	1,236.83
01 Feb 19:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 20:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 21:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 22:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 23:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 00:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 01:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 02:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 03:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 04:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 05:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 06:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 07:00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Feb 08:00	19,814.58	52,975.87	0.00	0.00
02 Feb 09:00	16,114.58	52,975.87	3,700.00	0.00
02 Feb 10:00	16,114.58	50,275.87	0.00	2,700.00
02 Feb 11:00	12,414.58	50,275.87	3,700.00	0.00
02 Feb 12:00	12,414.58	47,575.87	0.00	2,700.00
02 Feb 13:00	8,714.58	47,575.87	3,700.00	0.00
02 Feb 14:00	8,714.58	44,875.87	0.00	2,700.00
02 Feb 15:00	5,014.58	44,875.87	3,700.00	0.00
02 Feb 16:00	5,014.58	42,175.87	0.00	2,700.00
02 Feb 17:00	1,314.58	42,175.87	3,700.00	0.00
02 Feb 18:00	1,314.58	39,475.87	0.00	2,700.00
02 Feb 19:00	0.00	39,475.87	1,314.58	0.00
02 Feb 20:00	0.00	36,775.87	0.00	2,700.00
02 Feb 21:00	0.00	36,775.87	0.00	0.00
02 Feb 22:00	0.00	34,075.87	0.00	2,700.00
02 Feb 23:00	0.00	34,075.87	0.00	0.00
03 Feb 00:00	0.00	31,375.87	0.00	2,700.00
03 Feb 01:00	0.00	31,375.87	0.00	0.00
03 Feb 02:00	0.00	31,375.87	0.00	0.00
03 Feb 03:00	0.00	31,375.87	0.00	0.00
03 Feb 04:00	0.00	31,375.87	0.00	0.00
03 Feb 05:00	0.00	31,375.87	0.00	0.00
03 Feb 06:00	0.00	31,375.87	0.00	0.00
03 Feb 07:00	0.00	31,375.87	0.00	0.00
03 Feb 08:00	12,003.61	28,675.87	0.00	2,700.00
03 Feb 09:00	8,303.61	28,675.87	3,700.00	0.00
03 Feb 10:00	8,303.61	25,975.87	0.00	2,700.00
03 Feb 11:00	4,603.61	25,975.87	3,700.00	0.00
03 Feb 12:00	4,603.61	23,275.87	0.00	2,700.00
03 Feb 13:00	903.61	23,275.87	3,700.00	0.00
03 Feb 14:00	903.61	20,575.87	0.00	2,700.00
03 Feb 15:00	0.00	20,575.87	903.61	0.00
03 Feb 16:00	0.00	17,875.87	0.00	2,700.00
03 Feb 17:00	0.00	17,875.87	0.00	0.00
03 Feb 18:00	0.00	15,175.87	0.00	2,700.00
03 Feb 19:00	0.00	15,175.87	0.00	0.00

6.3 Hasil simulasi dasar continuous drying dan repair

(pcs)				
Time	Continuous drying[1]	Continuous drying[2]	Repair[1]	Repair[2]
01 Feb 00:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 01:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 02:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 03:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 04:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 05:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 06:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 07:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 08:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 09:00	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 10:00	3,700.00	0.00	0.00	0.00
01 Feb 11:00	3,700.00	2,700.00	0.00	0.00
01 Feb 12:00	7,400.00	2,700.00	0.00	0.00
01 Feb 13:00	3,700.00	5,400.00	3,700.00	0.00
01 Feb 14:00	3,700.00	5,400.00	4,900.00	0.00
01 Feb 15:00	-50.00	8,100.00	6,150.00	0.00
01 Feb 16:00	-50.00	5,400.00	7,350.00	2,700.00
01 Feb 17:00	-3,750.00	5,400.00	8,550.00	2,900.00
01 Feb 18:00	-2,453.93	1,650.00	6,000.00	4,150.00
01 Feb 19:00	-2,403.93	-863.17	3,450.00	5,400.00
01 Feb 20:00	1,346.07	-4,613.17	-2,800.00	6,650.00
01 Feb 21:00	3,800.00	-8,363.17	-2,453.93	7,900.00
01 Feb 22:00	6,203.93	-12,113.17	-2,403.93	9,150.00
01 Feb 23:00	4,857.85	-13,763.17	1,346.07	8,300.00
02 Feb 00:00	1,107.85	-12,900.00	3,750.00	4,936.83
02 Feb 01:00	-2,642.15	-8,286.83	5,000.00	-2,176.33
02 Feb 02:00	-6,392.15	76.33	6,250.00	-8,363.17
02 Feb 03:00	-7,500.00	12,189.50	4,857.85	-12,113.17
02 Feb 04:00	-4,857.85	25,952.67	-284.29	-13,763.17
02 Feb 05:00	1,534.29	38,852.67	-6,392.15	-12,900.00
02 Feb 06:00	9,034.29	47,139.50	-7,500.00	-8,286.83
02 Feb 07:00	13,892.15	47,063.17	-4,857.85	76.33
02 Feb 08:00	12,357.85	43,313.17	1,534.29	3,750.00
02 Feb 09:00	8,607.85	39,563.17	3,750.00	5,000.00
02 Feb 10:00	8,557.85	35,813.17	5,000.00	6,250.00
02 Feb 11:00	4,807.85	34,763.17	6,250.00	7,500.00
02 Feb 12:00	4,757.85	31,013.17	7,500.00	8,750.00
02 Feb 13:00	1,007.85	29,963.17	8,750.00	10,000.00
02 Feb 14:00	957.85	26,213.17	10,000.00	11,250.00
02 Feb 15:00	-2,792.15	25,163.17	11,250.00	12,500.00
02 Feb 16:00	-100.00	21,413.17	9,757.85	13,750.00
02 Feb 17:00	-1,057.85	20,363.17	8,215.71	15,000.00
02 Feb 18:00	5,434.29	16,613.17	2,923.56	16,250.00
02 Feb 19:00	5,534.29	15,563.17	323.56	17,500.00
02 Feb 20:00	7,906.73	11,813.17	-1,057.85	18,750.00
02 Feb 21:00	4,156.73	10,763.17	3,750.00	20,000.00
02 Feb 22:00	406.73	7,013.17	5,000.00	21,250.00
02 Feb 23:00	-3,343.27	5,963.17	6,250.00	22,500.00
03 Feb 00:00	-7,093.27	2,213.17	7,500.00	23,750.00
03 Feb 01:00	-7,500.00	1,163.17	5,406.73	25,000.00
03 Feb 02:00	-4,156.73	-2,586.83	-436.54	26,250.00
03 Feb 03:00	2,936.54	-6,336.83	-7,093.27	27,500.00
03 Feb 04:00	10,436.54	-10,086.83	-7,500.00	28,750.00
03 Feb 05:00	14,593.27	-12,300.00	-4,156.73	28,463.17
03 Feb 06:00	11,656.73	-13,463.17	2,936.54	27,126.33
03 Feb 07:00	7,906.73	-10,876.33	4,186.54	22,039.50
03 Feb 08:00	4,156.73	-4,539.50	5,436.54	13,202.67
03 Feb 09:00	406.73	8,247.33	6,686.54	615.84
03 Feb 10:00	356.73	20,547.33	7,936.54	-12,300.00
03 Feb 11:00	-3,393.27	36,710.50	9,186.54	-13,463.17
03 Feb 12:00	-100.00	47,586.83	7,093.27	-10,876.33
03 Feb 13:00	-456.73	54,826.33	4,950.00	-4,539.50
03 Feb 14:00	6,636.54	51,076.33	-943.27	3,750.00
03 Feb 15:00	6,736.54	50,026.33	-100.00	5,000.00
03 Feb 16:00	8,096.88	46,276.33	-456.73	6,250.00
03 Feb 17:00	4,346.88	45,226.33	3,750.00	7,500.00
03 Feb 18:00	596.88	41,476.33	5,000.00	8,750.00
03 Feb 19:00	-3,153.12	40,426.33	6,250.00	10,000.00
03 Feb 20:00	-6,903.12	36,676.33	7,500.00	11,250.00
03 Feb 21:00	-7,500.00	35,626.33	5,596.88	12,500.00
03 Feb 22:00	-4,346.88	31,876.33	-56.24	13,750.00
03 Feb 23:00	2,556.24	30,826.33	-6,903.12	15,000.00
04 Feb 00:00	10,056.24	27,076.33	-7,500.00	16,250.00
04 Feb 01:00	14,403.12	26,026.33	-4,346.88	17,500.00
04 Feb 02:00	11,846.88	22,276.33	2,556.24	18,750.00

## 6.4 Hasil simulasi dasar jumlah produk veneer

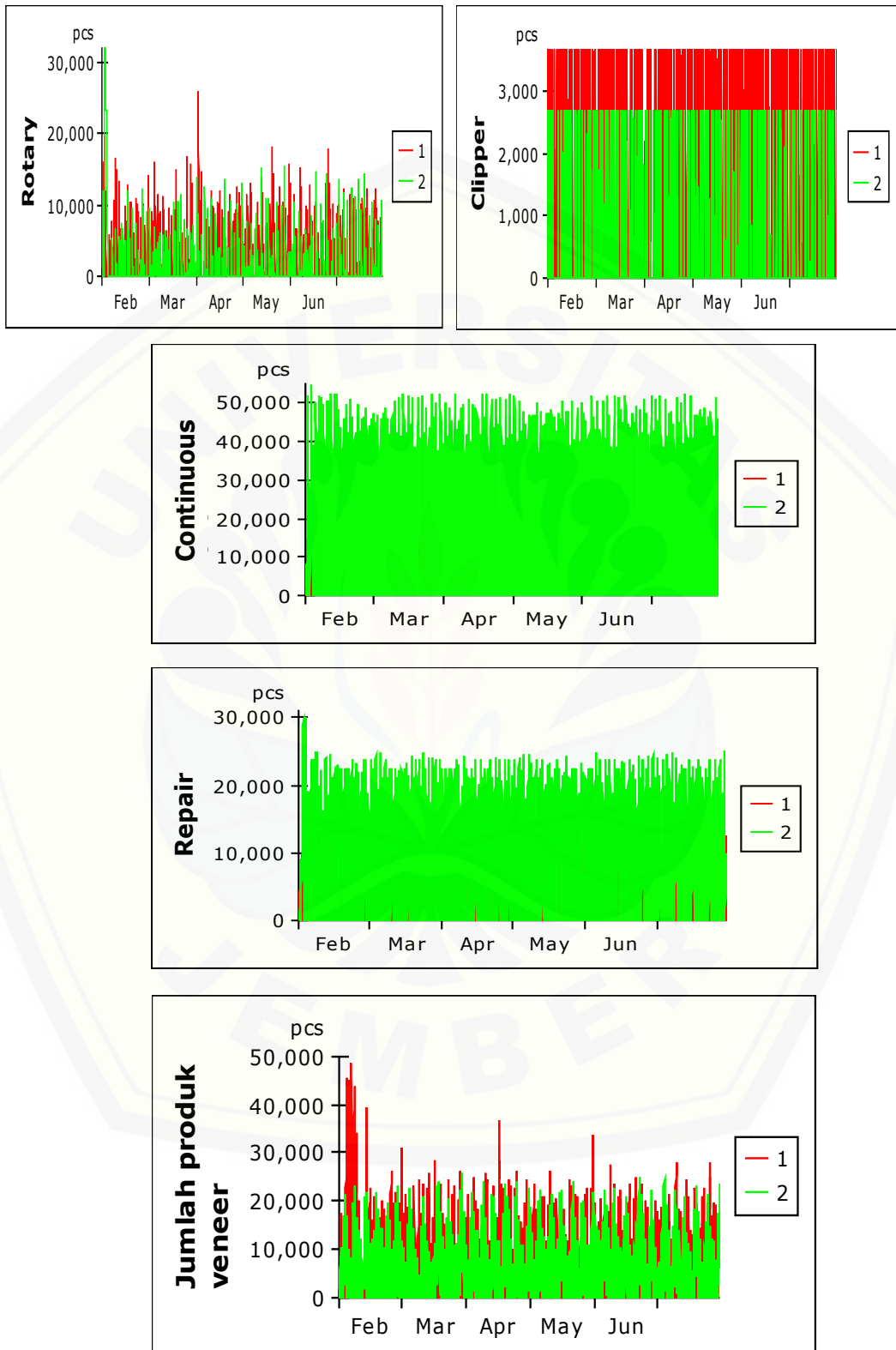
Jumlah produk veneer ( pcs )		
Time	1	2
01 Feb 00:00	0.00	0.00
01 Feb 01:00	0.00	0.00
01 Feb 02:00	0.00	0.00
01 Feb 03:00	0.00	0.00
01 Feb 04:00	0.00	0.00
01 Feb 05:00	0.00	0.00
01 Feb 06:00	0.00	0.00
01 Feb 07:00	0.00	0.00
01 Feb 08:00	-8,023.04	-6,018.42
01 Feb 09:00	-8,023.04	-6,018.42
01 Feb 10:00	-8,023.04	-6,018.42
01 Feb 11:00	-8,023.04	-6,018.42
01 Feb 12:00	-8,023.04	-6,018.42
01 Feb 13:00	-8,023.04	-6,018.42
01 Feb 14:00	-5,523.04	-6,018.42
01 Feb 15:00	-3,023.04	-6,018.42
01 Feb 16:00	-523.04	-6,018.42
01 Feb 17:00	1,976.96	-3,518.42
01 Feb 18:00	4,476.96	-1,018.42
01 Feb 19:00	6,976.96	1,481.58
01 Feb 20:00	9,476.96	3,981.58
01 Feb 21:00	6,676.96	6,481.58
01 Feb 22:00	4,223.04	8,981.58
01 Feb 23:00	1,819.11	11,481.58
02 Feb 00:00	3,165.18	13,981.58
02 Feb 01:00	5,665.18	16,481.58
02 Feb 02:00	8,165.18	14,305.25
02 Feb 03:00	10,665.18	5,942.08
02 Feb 04:00	13,165.18	-6,171.08
02 Feb 05:00	12,880.89	-19,934.25
02 Feb 06:00	6,488.74	-32,834.25
02 Feb 07:00	-1,011.26	-41,121.08
02 Feb 08:00	-15,270.77	-46,972.14
02 Feb 09:00	-13,736.48	-44,472.14
02 Feb 10:00	-11,236.48	-41,972.14
02 Feb 11:00	-8,736.48	-39,472.14
02 Feb 12:00	-6,236.48	-36,972.14
02 Feb 13:00	-3,736.48	-34,472.14
02 Feb 14:00	-1,236.48	-31,972.14
02 Feb 15:00	1,263.52	-29,472.14
02 Feb 16:00	3,763.52	-26,972.14
02 Feb 17:00	6,263.52	-24,472.14
02 Feb 18:00	8,763.52	-21,972.14
02 Feb 19:00	11,263.52	-19,472.14
02 Feb 20:00	11,587.08	-16,972.14
02 Feb 21:00	10,529.23	-14,472.14
02 Feb 22:00	13,029.23	-11,972.14
02 Feb 23:00	15,529.23	-9,472.14
03 Feb 00:00	18,029.23	-6,972.14
03 Feb 01:00	20,529.23	-4,472.14
03 Feb 02:00	23,029.23	-1,972.14
03 Feb 03:00	22,592.69	527.86
03 Feb 04:00	15,499.42	3,027.86

## 6.3 Hasil simulasi jumlah stock dan rerata stockout perbulan

Time	Jumlah Stock[1] ( pcs )	Jumlah Stock[2] ( pcs )	2 stockout perbulan[1] ( pc )	2 stockout perbulan[2] ( pc )
01 Feb	0.00	0.00	0.00	0.00
01 Mar	270,262.55	244,351.02	-1,011.26	-10,204.63
01 Apr	260,017.57	160,230.96	-2,207.32	-1,001.99
01 May	266,777.17	186,568.41	-3,033.54	-1,844.13
01 Jun	281,169.41	170,838.26	-3,303.99	-1,282.79
01 Jul	275,324.86	175,153.05	-3,378.97	-1,535.44



**Lampiran 7. Grafik hasil simulasi**



## Lampiran 8. Perhitungan berbagai alternatif skenario

### 8.1 Skenario jumlah stock veneer jenis face dengan urutan face-core

	Skenario Dasar (RS0S1)	Skenario Pesimis (RS1S1)	Skenario Moderat (RS2S1)	Skenario Optimis (RS3S1)
Face	263749.8067	208864.5646	149325.9255	75260.86954
	265908.4304	318289.8749	147511.6744	74255.53942
	263266.7729	320512.4014	147606.4093	76703.49425
	267442.3783	319971.5582	147985.0232	75782.96843
	264561.6817	317854.1981	147877.7394	74128.51949
Total	1324929.07	1485492.597	740306.7718	376131.3911

### 8.2 Skenario jumlah stock veneer jenis core dengan urutan face-core

	Skenario Dasar (RS0S1)	Skenario Pesimis (RS1S1)	Skenario Moderat (RS2S1)	Skenario Optimis (RS3S1)
Core	290646.3787	293776.6578	102786.1694	51834.12154
	189449.7152	262693.8909	99096.65472	50276.21908
	187304.4554	240644.0064	98809.16746	50510.47246
	184921.7304	239065.067	102241.3345	48955.87163
	184562.7305	243617.9292	100412.3164	48601.36899
Total	1036885.01	1279797.551	503345.6425	250178.0537

### 8.3 Skenario jumlah stock veneer jenis face dengan urutan core-face

	Skenario Dasar (RS0S2)	Skenario Pesimis (RS1S2)	Skenario Moderat (RS2S2)	Skenario Optimis (RS3S2)
Face	253127.0195	202073.4836	142693.5689	76387.97877
	266213.4907	318740.9256	145092.6747	74853.89797
	265209.8263	315716.2618	145875.049	74981.76859
	263846.9672	317117.2922	144548.2317	75210.56798
	266012.3621	315898.3827	147020.6862	74522.79911
Total	1314409.666	1469546.346	725230.2104	375957.0124

### 8.4 Skenario jumlah stock veneer jenis core dengan urutan core-face

	Skenario Dasar (RS0S2)	Skenario Pesimis (RS1S2)	Skenario Moderat (RS2S2)	Skenario Optimis (RS3S2)
Core	284948.8007	278706.6045	131013.3801	60369.77954
	185858.2985	255757.398	100995.6819	49565.36069
	190304.0251	236809.383	98618.50994	52131.0688
	184269.4399	232556.0427	101573.1868	52618.00022
	187918.7623	233227.2906	101542.6881	50333.59448
Total	1033299.327	1237056.719	533743.4469	265017.8037

## 8.5 Skenario rerata stockout veneer jenis face dengan urutan face-core

	Skenario Pesimis (RS1S1)	Skenario Dasar (RS0S1)	Skenario Moderat (RS2S1)	Skenario Optimis (RS3S1)
Face	-2216.882681	-2006.422781	-1836.311192	-1614.080457
	-2555.268854	-2222.346742	-2077.811283	-1987.179552
	-2624.879211	-2472.736267	-2398.331683	-2384.605515
	-2596.760308	-2347.433384	-2264.096354	-1634.434387
	-1859.856718	-1721.997916	-1687.97352	-1483.101413
<b>Total</b>	<b>-11853.64777</b>	<b>-10770.93709</b>	<b>-10264.52403</b>	<b>-9103.401324</b>

## 8.6 Skenario rerata stockout veneer jenis core dengan urutan face-core

	Skenario Pesimis (RS1S1)	Skenario Dasar (RS0S1)	Skenario Moderat (RS2S1)	Skenario Optimis (RS3S1)
Core	-9909.020081	-9652.176233	-9486.599302	-9198.002889
	-1890.929708	-1314.560523	-1276.555716	-1073.374997
	-1941.220771	-1500.541116	-1274.165652	-942.5768476
	-1831.031064	-1513.767554	-1113.542899	-981.7788117
	-1811.11249	-1394.424455	-1235.571114	-974.2116877
<b>Total</b>	<b>-17383.31411</b>	<b>-15375.46988</b>	<b>-14386.43468</b>	<b>-13169.94523</b>

## 8.7 Skenario rerata stockout veneer jenis face dengan urutan core-face

	Skenario Pesimis (RS1S2)	Skenario Dasar (RS0S2)	Skenario Moderat (RS2S2)	Skenario Optimis (RS3S2)
Face	-1030.190504	-761.4342145	-517.7996891	-419.9921409
	-1524.31471	-829.3290382	-591.5807342	-571.02392
	-1690.827706	-1259.857989	-910.6434006	-845.3492566
	-1053.977346	-849.2415385	-733.0645134	-592.2879051
	-1010.667091	-950.6610563	-708.5005652	-662.6825663
<b>Total</b>	<b>-6309.977357</b>	<b>-4650.523837</b>	<b>-3461.588902</b>	<b>-3091.335789</b>

## 8.8 Skenario rerata stockout veneer jenis core dengan urutan core-face

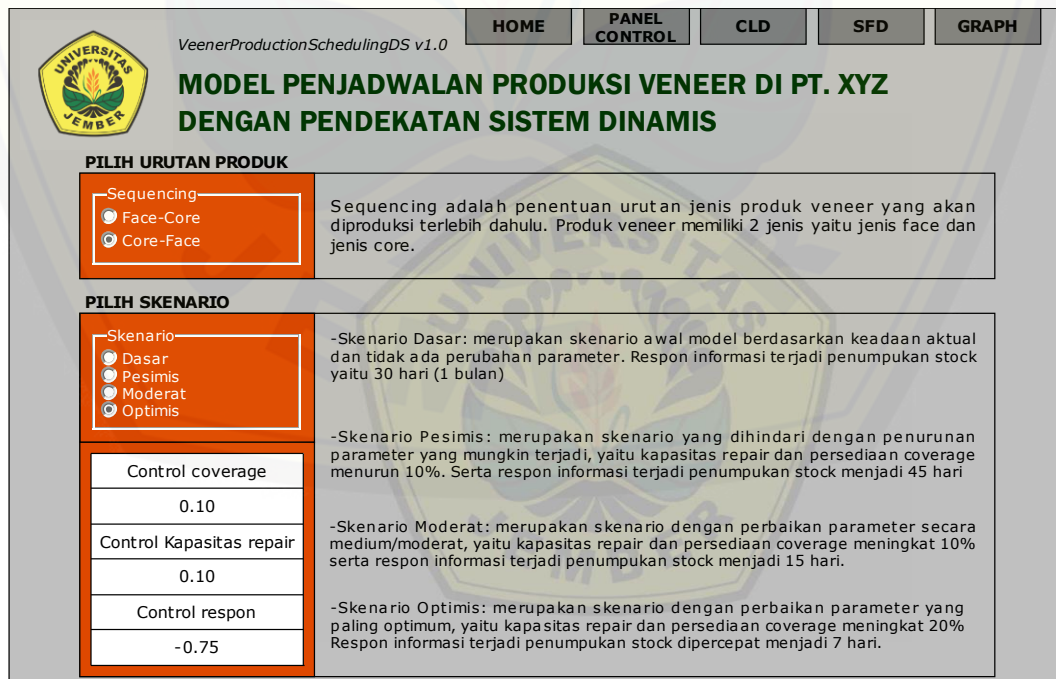
	Skenario Pesimis (RS1S2)	Skenario Dasar (RS0S2)	Skenario Moderat (RS2S2)	Skenario Optimis (RS3S2)
Core	-8308.817164	-7989.98425	-7768.762013	-7107.632254
	-1875.747746	-1404.477842	-1294.564994	-1113.967293
	-1919.206637	-1348.20913	-1083.05867	-1049.303318
	-1929.922088	-1440.091105	-1279.989907	-1089.879369
	-1896.956165	-1495.809083	-1276.789051	-1051.980363
<b>Total</b>	<b>-15930.6498</b>	<b>-13678.57141</b>	<b>-12703.16464</b>	<b>-11412.7626</b>

Lampiran 9. User interface

9.1 Tampilan Home



9.2 Tampilan Panel Control





9.5 Tampilan Grafik

