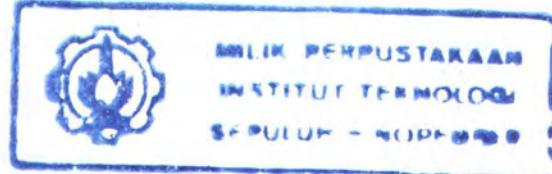


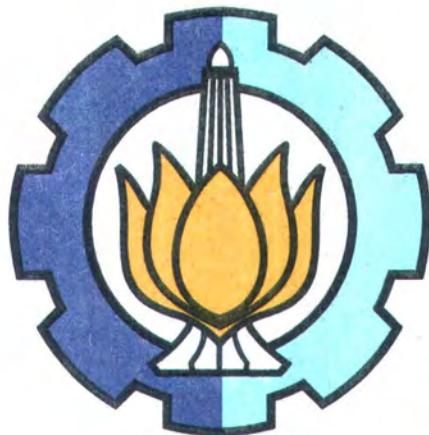
23.149/H/05



TUGAS AKHIR

TINJAUAN TEKNIS TATA LETAK PERALATAN PRODUKSI DENGAN PEMODELAN SIMULASI (Studi Kasus P.T. Dok dan Perkapalan Surabaya)

RSPe
623.83
Sib
t-1
2005



Oleh :

JIMMY P. SIBURIAN
NRP : 4197 100 060

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	10 - 8 - 2005
Terima Dari	H)
No. Agenda Prp.	223261

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**

LEMBAR PENGESAHAN

TINJAUAN TEKNIS TATA LETAK PERALATAN PRODUKSI DENGAN PEMODELAN SIMULASI (Studi Kasus P.T. Dok dan Perkapalan Surabaya)

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Perkapalan
Pada 'Bidang Studi Produksi
Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, 5 Juli 2005

Mengetahui/Mengesahkan

Dosen Pembimbing,



[Signature]

Ir. Soejitno

NIP : 130 532 029

LEMBAR PENGESAHAN

TINJAUAN TEKNIS TATA LETAK PERALATAN PRODUKSI DENGAN PEMODELAN SIMULASI (Studi Kasus P.T.Dok dan Perkapalan Surabaya)

TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai dengan Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir
Pada Bidang Studi Produksi
Jurusan Teknik Pekapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, 25 Juli 2005

Mengetahui/Mengesahkan

Dosen pembimbing



Ir.Soejtno

NIP. 130 532 029

ABSTRAK

Penyusunan tata letak fasilitas produksi merupakan salah satu bagian penting dalam proses perencanaan dan pengoperasian suatu galangan kapal. Hal ini dikarenakan baik buruknya penyusunan tata letak akan menentukan efisiensi, produktifitas, laba dan ketangguhan dari suatu galangan. Oleh sebab itu diperlukan perencanaan dan perhitungan yang matang sehingga diperoleh suatu susunan tata letak fasilitas produksi yang sesuai dengan kapasitas produksi yang direncanakan.

Permasalahan yang biasanya timbul dalam penyusunan suatu tata letak peralatan produksi adalah bagaimana caranya mengetahui bahwa susunan tata letak peralatan produksi yang direncanakan akan mencapai tingkat efisiensi yang diharapkan.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai pemanfaatan teknik simulasi komputer untuk menganalisis tata letak peralatan produksi bengkel plat dan las. Simulasi ini akan menganalisis material flow dan material handling pada model berdasarkan tata letak peralatan produksi pada bengkel. Adapun alat bantu yang digunakan untuk proses analisis adalah software Arena 5.0.

Kata kunci : Tata Letak, Peralatan Produksi, Material Handling, Simulasi, SPSS, Arena 5.0, Input Analyzer

ABSTRACT

In a planning process and operation of a shipyard, production facility arrangement is one of many important things to be concerned about, because good and bad aspects of a layout arrangement will determine the efficiency, productivity, profit and strength of the shipyard. Therefore, a detail and deliberate plan is necessary until an appropriate planned layout based on production capacity obtained.

A common problem used to be appears in a production facility arrangement is how to predict that the planned layout will reach the expected efficiency level.

In this final project, the advantage of computer simulation to analyze production facility layout in a fabrication workshop will be studied. This simulation will evaluate flow of material and material handling in a model which based on a real production facility layout. Simulation software Arena 5.0 was used as analytical tools.

Keywords : Layout, Production Facility, Material Handling, Simulation, SPSS, Arena 5.0, Input Analyzer

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan terimakasih pada Allah Bapa di sorga atas kasih dan karuniaNya yang memberi kekuatan dan hikmat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penggerjaan Tugas Akhir ini sebagai prasyarat akhir studi S-1 di jurusan Teknik Perkapalan.

Tugas Akhir ini mengambil topik tentang tata letak dan simulasi dengan judul selengkapnya “Tinjauan Teknis Tata Letak Peralatan Produksi Dengan Pemodelan Simulasi (Studi Kasus PT.Dok dan Perkapalan Surabaya)”

Perkenankan pula penulis merangkai ucapan terima kasih kepada segenap pihak yang telah memberi cinta, dukungan, saran dan kritik terhadap penulis selama penyelesaian Tugas Akhir ini dan juga selama menempuh studi di kampus tercinta.

1. Bapak, Mama dan seluruh keluarga atas kepercayaan, dukungan doa dan cinta kasih yang senantiasa mengalir.
2. Ir.Soejitno, selaku Dosen Pembimbing yang dengan setia membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ir.Triwilaswadio WP, M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan yang telah membantu penulis dalam proses perpanjangan studi di ITS.
4. Digul Siswanto M.Sc, selaku Dosen Wali penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Perkapalan.
5. Drs.Musdawam, Hariono dan Imam Sukamto yang telah banyak memberi bantuan dalam pengumpulan data di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.

6. Teman-teman “Penghuni Terakhir” angkatan ‘97 yang telah bersama dalam suka dan duka menempuh studi di Jurusan Teknik Perkapalan.
7. Yasin Sofa dan Hotpungka Purba sebagai teman bertukar pikiran dalam memecahkan masalah-masalah tentang simulasi. *Thanks a lot, friends..*
8. Semua sahabat dan pihak yang belum disebutkan, tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga atas segala cinta, persahabatan dan kebersamaan yang pernah terjalin dan tetap akan terjalin.

Surabaya 23 Juni 2005

Jimmy P.Siburian

DAFTAR ISI

<i>JUDUL</i>	<i>i</i>
<i>LEMBAR PENGESAHAN</i>	<i>ii</i>
<i>ABSTRAK</i>	<i>iv</i>
<i>KATA PENGANTAR</i>	<i>vi</i>
<i>DAFTAR ISI</i>	<i>viii</i>
<i>DAFTAR GAMBAR</i>	<i>xii</i>
<i>DAFTAR TABEL</i>	<i>xiii</i>
<i>BAB I PENDAHULUAN</i>	<i>1</i>
1.1 <i>Latar Belakang</i>	<i>1</i>
1.2 <i>Perumusan Masalah</i>	<i>2</i>
1.3 <i>Tujuan dan Manfaat</i>	<i>3</i>
1.4 <i>Batasan Masalah</i>	<i>3</i>
1.5 <i>Sistematika Penulisan</i>	<i>4</i>
<i>BAB II DASAR TEORI</i>	<i>6</i>
2.1 <i>Tinjauan Umum Dok dan Galangan Kapal</i>	<i>6</i>
2.1.1 Sarana Produksi Dok dan Galangan Kapal	<i>7</i>
2.1.2 Proses Produksi Kapal	<i>8</i>
2.1.3 Tahapan Proses Produksi	<i>10</i>
2.1.4 Peralatan Produksi	<i>14</i>
2.2 <i>Dasar-Dasar Perencanaan Tata Letak</i>	<i>15</i>
2.2.1 Prinsip Tata Letak Dok dan Galangan Kapal	<i>15</i>
2.2.2 Perancangan Tata Letak Galangan Kapal	<i>16</i>
2.2.3 Pengaturan Tata Letak Peralatan Produksi	<i>17</i>
2.2.4 Persyaratan Tata Letak Peralatan Produksi	<i>18</i>
2.3 <i>Tinjauan Tentang Simulasi</i>	<i>19</i>
2.3.1 Tinjauan Sistem	<i>19</i>
2.3.2 Klasifikasi Model Sistem	<i>20</i>
2.3.3 Model Simulasi Komputer	<i>22</i>
2.3.4 Program Simulasi	<i>23</i>
2.3.5 <i>Running Simulasi</i>	<i>24</i>

2.3.6	Tahapan-Tahapan Dalam Mempelajari Simulasi	25
2.3.7	Pendugaan Distribusi Data.....	30
2.3.8	Uji Hipotesa Distribusi Probabilitas	32
2.3.9	Uji <i>One Sample T-Test</i>	33
2.3.10	Ukuran <i>Performance</i> Dalam Analisis Proses Simulasi	34
2.3.11	Dasar Pemilihan <i>Software</i> Simulasi.....	35
	<i>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</i>	36
3.1	<i>Tahap Identifikasi Masalah dan Penelitian Awal</i>	37
3.1.1	Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan.....	37
3.1.2	Penetapan Tujuan	37
3.1.3	Studi Pustaka	38
3.1.4	Studi Pendahuluan dan Observasi Lapangan	38
3.2	<i>Tahap Pengembangan Model</i>	38
3.2.1	Spesifikasi Model Pembuatan Diagram Alir.....	39
3.2.2	Pengumpulan Data.....	39
3.2.3	Pengolahan Data.....	39
3.2.4	Pembuatan Model Simulasi Komputer.....	40
3.3	<i>Tahap Simulasi dan Analisis</i>	40
3.3.1	Menjalankan Model Simulasi.....	41
3.3.2	Analisis Simulasi	42
3.3.3	Kesimpulan Simulasi	42
	<i>BAB IV TINJAUAN PT.DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA</i>	43
4.1	<i>Sejarah Singkat</i>	43
4.2	<i>Fasilitas Perusahaan</i>	43
4.2.1	Sarana Pokok dan Penunjang	44
4.2.2	Bengkel Plat dan Las	46
4.3	<i>Bengkel Plat dan Las Lambung Utara</i>	46
4.3.1	Kapasitas Produksi	46
4.3.2	Jenis dan Kecepatan Peralatan Produksi	47
4.3.3	<i>Material handling</i> dan Transportasi	50
4.3.4	Deskripsi Area Kerja	51

4.3.5	Tata Letak dan Arus Material.....	54
4.4	<i>Pengumpulan dan Pengolahan Data</i>	57
4.4.1	Uji <i>Distribution Fitting</i>	58
4.4.2	Langkah-Langkah Untuk Mendapatkan <i>Distribution Fitting</i>	58
	<i>BAB V PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI</i>	63
5.1	<i>Spesifikasi Model Sistem</i>	63
5.2	<i>Model Simulasi Komputer</i>	64
5.3	<i>Modul Untuk Pembuatan Model Simulasi Bengkel Produksi</i>	65
	<i>BAB VI SIMULASI DAN ANALISIS MODEL</i>	81
6.1	<i>Running Model Simulasi</i>	81
6.1.1	Verifikasi Model.....	82
6.1.2	Validasi Model	82
6.1.3	<i>Running Simulasi</i>	85
6.1.4	Analisis Utilitas <i>Material handling</i> Hasil Output Simulasi	86
6.1.4.1	<i>Analisis Utilitas Forklift</i>	86
6.1.4.2	<i>Analisis Utilitas Overhead Crane</i>	88
6.2	<i>Pengembangan Layout Baru</i>	89
6.2.1	Analisis Kebutuhan Peralatan Produksi.....	92
6.2.2	Analisis Kebutuhan Peralatan Angkat dan Transportasi	94
6.2.3	Layout dan Deskripsi Area Kerja.....	94
6.2.4	Aliran Material	100
6.2.5	Pengembangan Model Simulasi Layout Baru.....	101
6.2.6	Analisis Utilitas <i>Material handling</i> Model Layout 1	101
6.2.6.1	<i>Analisis Ulilitas Forklift</i>	101
6.2.6.2	<i>Analisis Utilitas Overhead Crane</i>	102
6.2.7	Analisis Utilitas <i>Material Handling</i> Model Layout 2	103
6.2.7.1	<i>Analisis Ulilitas Forklift</i>	103
6.2.7.2	<i>Analisis Utilitas Overhead Crane</i>	105
	<i>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN</i>	107
7.1	<i>Kesimpulan</i>	107
7.2	<i>Saran</i>	108

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LAMPIRAN A : Data Kapal Reparasi Tahun 2002-2004

LAMPIRAN B : Hasil Input Analyzer Data Primer dan Sekunder

LAMPIRAN C :

- *Model Simulasi Bengkel Plat dan Las Lambung Utara*
- *Output Layout awal (Validasi)*
- *Output Layout I (Validasi)*
- *Tabel Perbandingan Output*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Tahapan Proses Produksi	10
Gambar 2.2	Hubungan antara sistem riil, model dan komputer	23
Gambar 2.3	Tahapan Studi Simulasi.....	26
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	36
Gambar 4.1	Konfigurasi meja kerja area <i>marking</i> dan <i>cutting manual</i>	51
Gambar 4.2	Konfigurasi meja kerja area <i>cutting optik</i>	52
Gambar 4.3	Layout Bengkel Plat dan Las Lambung Utara.....	56
Gambar 4.4	Hasil <i>distribution fitting</i> lama waktu proses <i>cutting material</i>	59
Gambar 5.1	Input program <i>Arrive Module</i>	66
Gambar 5.2	Input Program <i>Enter Module</i>	67
Gambar 5.3	Input program <i>Chance Module</i>	68
Gambar 5.4	Input program <i>Batch Module</i>	69
Gambar 5.5	Input Program <i>Leave Module</i>	71
Gambar 5.6	Input program <i>Split Module</i>	72
Gambar 5.7	Input program <i>Server Module</i>	74
Gambar 5.8	Input program <i>Duplicate Module</i>	75
Gambar 5.9	Input program <i>Transporter Module</i>	76
Gambar 5.10	Input program <i>Depart Module</i>	77
Gambar 5.11	Input program <i>Expressions Module</i>	78
Gambar 5.12	Input program <i>Dispose Module</i>	79
Gambar 5.13	Input program <i>Simulate Module</i>	80
Gambar 6.1	Regresi Linear Kapasitas Produksi	91
Gambar 6.2	Area <i>marking</i> dan <i>cutting manual</i>	95
Gambar 6.3	Area <i>cutting optik</i>	96
Gambar 6.4	Layout 1 hasil pengembangan dan perbaikan.....	98
Gambar 6.5	Layout 2 hasil pengembangan dan perbaikan.....	99
Gambar 6.6	Aliran Material.....	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan antara model Simulasi dan model Analitis	21
Tabel 2.2	Dugaan distribusi variabel acak diskrit.....	31
Tabel 2.3	Dugaan distribusi variabel acak kontinyu.....	31
Tabel 4.1	Kapasitas produksi bengkel plat dan las Lambung Utara	47
Tabel 6.1	Output simulasi dalam 10 kali replikasi.....	83
Tabel 6.2	Hasil Uji <i>One-Sample T-Test</i> untuk kapal reparasi	83
Tabel 6.3	Hasil Uji <i>One-Sample T-Test</i> untuk blok kapal.....	84
Tabel 6.4	Nilai $\bar{X}(n)$ dan $\delta(n, \alpha)$ jumlah blok dan reparasi simulasi	86
Tabel 6.5	<i>Utilization/ Busy Time Average Forklift</i>	87
Tabel 6.6	<i>Busy Time Average Overhead Crane</i>	88
Tabel 6.7	Produktifitas bengkel plat dan las Lambung Utara	90
Tabel 6.8	Data hasil regresi linear.....	91
Tabel 6.9	<i>Utilization/ Busy Time Average Forklift Layout 1</i>	101
Tabel 6.10	<i>Busy Time Average Overhead Crane Layout 1</i>	103
Tabel 6.11	<i>Utilization/ Busy Time Average Forklift Layout 2</i>	104
Tabel 6.12	<i>Busy Time Average Overhead Crane Layout 2</i>	105

BAB I

PENDAHULUAN



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam membangun dan mereparasi kapal dibutuhkan sebuah sistem kerja yang kompleks dan sistematis. Oleh karena itu, diperlukan analisa yang tepat untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja sistem tersebut, terutama yang berkaitan dengan efisiensi dan produktifitas sistem. Hal ini dapat digunakan sebagai dasar dalam merencanakan, membangun dan memperbaiki sistem beserta subsistem-subsistemnya.

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kinerja sistem tersebut adalah tata letak subsistem dan elemen-elemen yang ada didalam subsistem tersebut. Dalam sebuah perencanaan subsistem, tata letak berhubungan erat dengan segala proses perencanaan dan pengaturan letak daripada mesin-mesin, peralatan, aliran material dan tenaga kerja pada masing-masing lokasi kerja yang ada.

Pada galangan kapal sebagai sebuah sistem, selain mempengaruhi efisiensi dan produktifitas, tata letak juga dapat mempengaruhi laba dan ketangguhan galangan tersebut. Misalnya aktifitas *material handling*, akan memberikan arti penting bagi ketepatan dan kecepatan pemindahan barang, yang pada akhirnya akan berpengaruh pada biaya operasional yang akan dikeluarkan perusahaan.

Salah satu subsistem yang berpengaruh dalam proses produksi pada sebuah galangan kapal adalah bengkel plat dan las. Dengan beragamnya bentuk



dan ukuran kapal yang akan dibangun dan direparasi, maka perencanaan tata letak peralatan produksi pada bengkel plat dan las harus mempertimbangkan banyak hal, misalnya metode pembangunan kapal, kapasitas reparasi kapal per satuan waktu dan alur material.

Tingginya tingkat efisiensi bengkel plat dan las akan memberikan dampak pada produktifitas galangan secara keseluruhan. Salah satu cara untuk mengukur kinerja peralatan dalam suatu proses produksi adalah dengan menggunakan model simulasi.

Atas dasar hal-hal tersebut diatas maka pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah model simulasi yang menggambarkan alur proses produksi pada bengkel plat dan las Lambung Utara untuk memenuhi permintaan reparasi dan pembangunan blok badan kapal. Simulasi ini akan menampilkan proses *material handling* dan aliran material, kemudian dilakukan analisis terhadap kinerja peralatan *material handling* yang terkait dengan konfigurasi tata letaknya.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk menyelesaikan permasalahan *material handling* dan aliran material di bengkel plat dan las Lambung Utara PT. Dok dan Perkapalan Surabaya, permasalahan yang timbul adalah :

- Bagaimana membuat model simulasi proses produksi pada bengkel plat dan las Lambung Utara.
- Bagaimana merencanakan sebuah susunan tata letak baru yang telah disesuaikan dengan rencana kapasitas produksi.



1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah

- Merencanakan sebuah model simulasi statistik proses produksi di bengkel plat dan las Lambung Utara PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.
- Menganalisis tata letak peralatan produksi bengkel plat dan las Lambung Utara PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.
- Menganalisis kinerja peralatan *material handling* bengkel plat dan las Lambung Utara saat ini dari hasil output simulasi.

Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah

- Mendapatkan model simulasi proses produksi di bengkel plat dan las Lambung Utara PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.
- Dapat mengetahui kinerja peralatan *material handling* saat sekarang.
- Mendapatkan desain tata letak peralatan produksi baru berdasarkan rencana pengembangan kapasitas produksi dimasa yang akan datang.

1.4 Batasan Masalah

Guna memperoleh pemahaman yang sama terhadap pembahasan yang ada dan tujuan yang akan dicapai, maka dalam penggerjaan Tugas Akhir ini dilakukan pembatasan masalah antara lain :

1. Analisis teknis dan model simulasi hanya dilakukan pada bengkel plat dan las Lambung Utara PT.Dok dan Perkapalan Surabaya, dan



ditekankan pada kegiatan *material handling* dalam bengkel berdasarkan tata letak peralatan produksinya.

2. Pada model simulasi digunakan beberapa asumsi karena kurang lengkapnya data dan keterbatasan *software* Arena dalam mengekspresikan perilaku peralatan *material handling*.
3. Tidak dilakukan analisa biaya re-layout dan investasi.
4. Data primer yang digunakan adalah data pada saat penghitungan yang dilakukan pada bulan Nopember sampai Desember 2004.
5. Data sekunder yang diperoleh dari biro Perencanaan dan Pengendalian (Rendal) PT. Dok dan Perkapalan Surabaya dianggap valid.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini, sistematika penulisan diusahakan berurutan menurut pelaksanaan penelitian dan saling berhubungan satu sama lain. Penulisan ini dibagi 7 tahapan umum yang dikelompokkan dalam Bab, dimana masing-masing bab akan dibagi lagi dalam beberapa sub bab untuk memberikan penjelasan yang lebih detail. Tahapan umum tersebut adalah:

BAB I PENDAHULUAN: menjelaskan gambaran umum permasalahan yang hendak diteliti. Terdiri atas latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI: berisi teori-teori yang melandasi penulisan, seperti definisi Dok dan Galangan Kapal dan fasilitas-fasilitas pendukungnya serta



tentang dasar-dasar perencanaan tata letak. Dijelaskan juga mengenai teknik simulasi yang akan dipakai sebagai alat bantu dalam meninjau dan menganalisis permasalahan yang ada.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN: berisi urutan langkah-langkah atau tahapan yang dilakukan dalam penelitian berupa diagram alir (*flow chart*) dan penjelasannya.

BAB IV TINJAUAN PT.DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA: berisi penjelasan tentang bengkel plat dan las Lambung Utara juga pengumpulan dan pengolahan data-data yang diperlukan untuk mengimplementasikan model yang akan dikembangkan.

BAB V PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI: merupakan bagian yang menguraikan tahapan pembuatan model, dengan menggambarkan sistem yang diamati dalam uraian aktivitas tiap modul dan hubungan antara tiap modul. Selanjutnya dilakukan perancangan model simulasi komputer dengan *software Arena 5.0*.

BAB VI SIMULASI DAN ANALISIS MODEL: yaitu melakukan *running* model simulasi dalam beberapa kali replikasi dan melakukan analisis hasil *running* tersebut. Selanjutnya dilakukan eksperimen pada desain tata letak untuk kapasitas produksi yang berbeda.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN: berisi kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan berdasarkan masalah yang ditinjau serta saran-saran yang berguna untuk pengembangan di masa yang akan datang.

BAB II

DASAR TEORI



BAB II

DASAR TEORI

Kapal-kapal modern yang telah dirancang sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya, mempunyai ukuran utama, material konstruksi, jenis permesinan dan perlengkapan yang berbeda pula. Untuk membangun dan mereparasi kapal dengan jenis dan dimensi yang berbeda, secara logis diperlukan suatu fasilitas pembangunan dan pemeliharaan kapal yang sesuai dengan aktifitasnya.

Fasilitas tempat pembangunan dan pemeliharaan kapal menurut aktifitasnya dapat dibagi menjadi 3, yaitu :

- Dok Kapal
- Galangan Kapal
- Dok dan Galangan Kapal

2.1 Tinjauan Umum Dok dan Galangan Kapal

Jenis usaha pembangunan kapal baru dan usaha reparasi kapal memiliki perbedaan yang besar terkait dengan organisasi produksi, tata letak bengkel-bengkel dan fasilitas-fasilitas produksinya. Dok dan Galangan Kapal adalah sebuah klasifikasi jenis usaha yang menggabungkan kedua jenis usaha tersebut, sehingga memiliki ciri-ciri dan keunggulan kedua usaha diatas yaitu mempunyai kemampuan untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan kapal disamping memiliki fasilitas yang lengkap untuk melakukan pembangunan kapal baru.



2.1.1 Sarana Produksi Dok dan Galangan Kapal

Sebuah Dok dan Galangan Kapal umumnya memiliki salah satu atau sebagian dari beberapa sarana pokok sebagai berikut [Widjaja, 1996]:

a. *Graving Dock (Dry Dock)*

Merupakan suatu bentuk fasilitas *docking* kapal yang dibangun dengan sistem dok gali/kolam. *Graving dock* ini merupakan suatu bentuk ideal dan yang paling aman sebagai fasilitas *docking* kapal.

b. *Floating Dock*

Merupakan suatu fasilitas *docking* untuk reparasi kapal yang terbuat dari baja dalam bentuk ponton apung. Cara mengoperasikan fasilitas ini adalah dengan cara mengapungkan dan menenggelamkan dok pada sarat tertentu untuk menaikkan dan menurunkan kapal.

c. *Lift Dock*

Merupakan fasilitas untuk menaikturunkan kapal yang dioperasikan dengan menggunakan *platform* dan rantai/kabel baja. Fasilitas ini sangat ideal untuk kapal-kapal dengan ukuran kecil.

d. *Slipway*

Merupakan fasilitas *docking* yang paling lama sebagai sarana pemeliharaan dan perbaikan kapal. Fasilitas ini merupakan suatu landasan yang menjorok ke bibir pantai dengan sudut kemiringan tertentu. Cara kerja sistem ini adalah dengan menarik/menurunkan kapal dengan bantuan winch.



Untuk mendukung proses produksi dan sarana pokok, maka diperlukan fasilitas pendukung dalam bentuk gudang dan bengkel beserta peralatan-peralatan produksinya yang diklasifikasikan sebagai berikut:

- ◆ Gudang Umum (*General Store*)
- ◆ Gudang Material Baja (*Steel Stockyard*)
- ◆ Bengkel Persiapan
- ◆ Bengkel Fabrikasi
- ◆ Bengkel *Sub assembly*
- ◆ Bengkel *Assembly*
- ◆ Bengkel *Outfitting*

2.1.2 Proses Produksi Kapal

Proses produksi berarti proses / metode pengolahan bahan atau material (plat, profil dll) mulai dari bahan mentah menjadi suatu produk / bentuk bangunan kapal. Secara garis besar, proses produksi pembuatan kapal, reparasi dan termasuk bangunan lepas pantai adalah sama, walaupun ada beberapa proses produksi yang tidak diperlukan atau ditambah [Suharto, 1994]. Dalam literatur lain dijelaskan bahwa proses produksi merupakan suatu rangkaian proses yang bersifat seri dengan masing-masing tahap mengandung berbagai variasi item kegiatan dan produk antara, yang untuk selanjutnya disatukan menjadi suatu produk akhir yang kompleks [Widjaja, 1996].

Secara umum proses produksi kapal dapat dibedakan menjadi dua kegiatan pokok, yaitu proses pembuatan lambung kapal (*ship's hull construction*



process) dan proses pemasangan outfitting (*ship's outfitting process*). Proses produksi lambung kapal dapat dikategorikan sebagai proses panas, karena melibatkan berbagai peralatan produksi yang menghasilkan energi panas sebagai produk sampingan. Sedangkan proses outfitting dikategorikan sebagai proses dingin, karena outfitting umumnya merupakan pekerjaan *assembly* dari berbagai komponen setengah jadi atau komponen jadi menjadi suatu rangkaian sistem yang mapan.

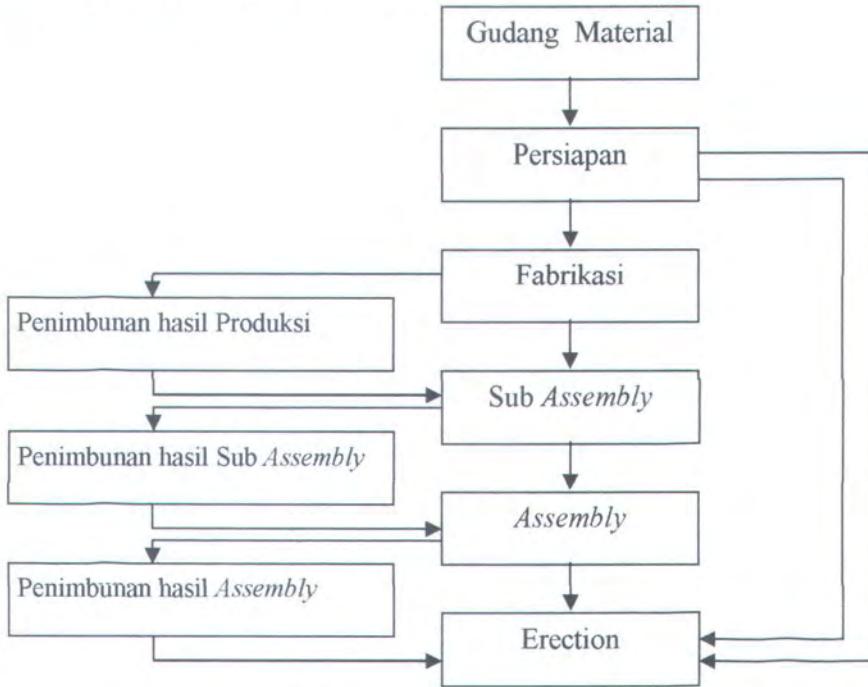
Kegiatan proses produksi pada umumnya didasari oleh beberapa faktor [Suharto, 1994] :

- ◆ Jenis material bagian-bagian konstruksi yang akan dibuat
- ◆ Kesamaan operasi-operasi yang ada dalam memproduksi bagian-bagian tertentu
- ◆ Urutan proses teknologi dimana bagian-bagian itu dibuat

Pada beberapa dekade terakhir, telah dilaksanakan langkah-langkah untuk memperbaharui metode produksi kapal, dan akhir-akhir ini kecenderungan menunjukkan suatu usaha untuk mencapai konsep metode produksi *assembly line type of material flow*. Metode ini memungkinkan suatu proses produksi dilaksanakan dalam suatu area *assembly* yang luas dan terpelihara baik, tanpa suatu interupsi proses dimulai dari tahap yang paling sederhana sampai dengan *erection* di *building berth*.

2.1.3 Tahapan Proses Produksi

Gambar 2.1 berikut adalah sebuah diagram alir tahapan proses produksi untuk bangunan baru [Suharto, 1994]:



Gambar 2.1 Diagram Tahapan Proses Produksi

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini, material plat yang mengalami deformasi akibat proses perpindahan dari pabrik ke galangan perlu diluruskan terlebih dahulu. Setelah diluruskan, kemudian dibersihkan untuk menghilangkan karat yang menempel pada plat. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan sikat baja, larutan kimia ataupun dengan *sand blasting*. Untuk menghindari pengkaratan lebih lanjut, dilakukan dengan pengecatan primer sebelum disimpan kembali ke gudang material.



2. Tahap Fabrikasi

Pada tahap ini, material pelat dan profil akan diproses untuk menghasilkan komponen-komponen badan kapal. Proses-proses tersebut adalah :

◆ Proses *Marking*

Proses *marking* adalah proses penandaan pada permukaan material yang akan mengalami penggerjaan sepanjang ketentuan tanda kerjanya, di tempat mana harus dilakukan pekerjaan tersebut serta dimana posisi *members* yang akan dihasilkan dari proses kerja akan dipasang dengan yang lain. Secara umum proses *marking* ini adalah pelaksanaan pemindahan dimensi-dimensi dan ukuran dari gambar-gambar kerja. Jenis dan macam tanda yang diberikan meliputi:

- Tanda penggerjaan
- Tanda urutan dan arah penggerjaan
- Tanda lokasi member
- Tanda jenis dan macam member
- Tanda ukuran dan dimensi member

◆ Proses *Cutting*

Dalam proses *cutting* akan terdapat hilangnya sebagian material pada garis potongnya menurut tanda *marking*nya. Selain itu akan terdapat distorsi bentuk sisi potong dan ketidakrataan permukaan potong. Faktor proses pekerjaan *cutting* yang sangat berpengaruh terhadap akurasi dimensi bagian konstruksi adalah besar kerf pemotongan. Untuk maksud-maksud tersebut, bagian yang bertanggung jawab terhadap pembuatan tanda



cutting akan mempertimbangkan faktor penyusutan dimensi akibat adanya kerf.

◆ Proses *Bending / Forming*

Pada beberapa konstruksi kapal terdapat beberapa bagian konstruksi berbentuk lengkung. Untuk mendapatkan bentuk konstruksi itu dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- Cara Panas

Dalam membentuk kelengkungan konstruksi dilakukan dengan memakai panas, misalnya dengan *Line Heating*, *Spot Heating* dan lain-lain. Untuk mendapatkan akurasi dimensi bagi pembentukan cara panas ini diperlukan alat bantu berupa rambu pembentukan dan diperlukan *marking* bagi *reference line* untuk posisi rambu pembentukan. Selain itu harus diperhatikan urutan proses pemanasan pada pelaksanaan *forming* tersebut.

- Cara Dingin

Dalam *bending* cara dingin ini, mesin press digunakan untuk mendapatkan bentuk kelengkungan yang diinginkan. Pada proses ini material pelat dan profil dibentuk dengan memberikan tekanan sedikit demi sedikit sesuai dengan *marking* yang telah dibuat. Apabila pembentukan tersebut kurang sempurna maka akan disempurnakan dengan proses *fairing*. Pekerjaan ini biasanya dilakukan khususnya pada bagian-bagian yang berbentuk lengkung seperti ceruk haluan dan ceruk buritan.



3. Sub assembly dan Assembly

Pada tahap ini, komponen-komponen olahan dari fabrikasi kemudian dirakit dan dilas menjadi bentuk 3 dimensi yang disebut seksi atau sub-blok. Beberapa bentuk sub-blok kemudian dirakit dan dilas satu sama lain untuk membentuk sebuah blok dalam bentuk 3 dimensi yang lebih kompleks yang relatif kecil ukurannya dibandingkan badan kapal. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan kapastitas *material handling* yang akan digunakan untuk memindahkan blok atau seksi tersebut ke *building berth* atau *building dock*.

4. Erection

Tahap *erection* merupakan tahap akhir proses pembentukan badan kapal. Pada tahap ini semua blok yang telah dihasilkan kemudian digabung menjadi satu bagian kapal yang utuh. Pada tahap ini pula semua perlengkapan dan permesinan kapal mulai dipasang. Pekerjaan pada tahap *erection* ini dilaksanakan di *building berth* yang mampu mengakomodasikan keseluruhan dimensi kapal dan masih tersedia ruang yang cukup untuk bekerja. Sebelum dilaksanakan pekerjaan *erection*, maka *building berth* perlu dilakukan pengaturan dengan baik, khususnya mengenai kelurusan landasan, posisi *centerline*, garis referensi dan lain-lain.

Beberapa catatan penting yang perlu diperhatikan dalam menyusun suatu proses produksi kapal adalah sebagai berikut [Widjaja, 1996] :

- Untuk menjaga agar beban produksi pada setiap tahap dapat tetap terjaga, maka sebelum dan sesudah tahap perlu dilengkapi dengan *buffer space* atau



marshalling area. Area ini digunakan untuk menimbun produk antara (seksi atau blok) untuk sementara waktu sebelum dipindah pada area selanjutnya.

- Mengingat proses *assembly* merupakan penggabungan antara beberapa komponen atau bahkan dapat mencapai puluhan bentuk, sehingga diperlukan suatu proses yang menjamin kelurusinan antara komponen tersebut, yaitu melalui proses *aligning*.
- Trend galangan kapal modern akhir-akhir ini menunjukkan adanya usaha untuk memajukan waktu proses *outfitting* seawal mungkin, sehingga pekerjaan *outfitting* dapat dilaksanakan pada saat komponen mencapai bentuk sub-blok, blok atau pada saat *erection* di *building berth* atau bahkan di akhir proses (pada dermaga *outfitting*).

2.1.4 Peralatan Produksi

Di dalam melaksanakan pekerjaan produksi kapal ataupun reparasi, diperlukan berbagai macam peralatan dan mesin-mesin yang mendukung penyelesaian proses produksi. Beberapa diantaranya antara lain :

- ◆ Alat penandaan material dan meja penandaan.
- ◆ Alat pemotongan material baik dengan proses panas seperti *gas cutting* maupun proses dingin seperti *guillotine*.
- ◆ Alat pembentukan dan pembengkokan seperti mesin press, mesin *bending* plat dan mesin *bending* profil.
- ◆ Alat pendukung manufaktur dan penghalusan seperti mesin fraise, mesin bor dan mesin gerinda.



- ◆ Alat pendukung *outfitting* seperti mesin pembengkok pipa, mesin gunting, gergaji kayu, alat-alat listrik.
- ◆ Landasan pemotongan/ meja kerja.
- ◆ *Material handling* berupa truk, *forklift*, *overhead crane*, *tower crane*, dll.
- ◆ Mesin las manual (SMAW), las acetylen, atau mesin las otomatis



2.2 Dasar-Dasar Perencanaan Tata Letak

2.2.1 Prinsip Tata Letak Dok dan Galangan Kapal

Suatu industri galangan kapal dituntut untuk mampu bekerja secara bersama-sama dalam suatu tata letak galangan kapal, meskipun dengan suatu struktur organisasi kerja yang berbeda, kapasitas produksi dan tipe peralatan yang berbeda pula. Disamping berbagai peralatan yang harus bekerja bersama, maka komposisi material dasar konstruksi badan kapal juga akan sangat berpengaruh terhadap susunan tata letak galangan kapal.

Dengan memperhitungkan beragamnya produk kapal yang akan dibangun dan direparasi, maka perencanaan dan pengembangan tata letak galangan kapal perlu mengikuti suatu prinsip dasar sebagai berikut:

1. Menjaga agar setiap material atau produk antara dapat bergerak sepanjang lintasan yang tidak terpotong dan sepanjang langkah yang minimum.
2. Memberikan *marshalling area / space* yang cukup luas dan diletakkan secara strategis pada keseluruhan area bengkel dan galangan.



3. Menjaga jumlah gerakan perpindahan material atau produk antara sampai pada batas yang minimum.
4. Memberikan suatu porsi kesempatan yang cukup luas bagi fleksibilitas dan pengembangan dimasa yang akan datang.
5. Memberikan suatu lingkungan kerja yang cukup pada setiap area produksi, khususnya ditinjau dari segi keselamatan, kenyamanan dan efisiensi.

Prinsip tata letak galangan kapal tersebut perlu selalu diperhatikan dalam setiap proses perencanaan tata letak dan pengembangannya.

2.2.2 Perancangan Tata Letak Galangan Kapal

Langkah-langkah yang diperlukan untuk merancang tata letak galangan kapal adalah sebagai berikut [Widjaja, 1996] :

1. Penentuan metode produksi
2. Arah masukan/keluaran dan material flow
3. Perhitungan luas area masing-masing fasilitas
4. Penentuan lokasi fasilitas utama/kunci
5. Penentuan lokasi fasilitas penunjang

Langkah-langkah tersebut merupakan suatu *guidelines* pokok yang perlu diikuti dalam setiap perancangan tata letak galangan kapal. Tetapi ada juga beberapa faktor lain yang sangat mempengaruhi perancangan galangan kapal dan bersifat setempat, antara lain :



-
1. Kondisi geografis
 2. Iklim
 3. Ketersediaan tenaga kerja
 4. Ketersediaan energi listrik dan air bersih
 5. Jenis dan ukuran kapal
 6. Metode pengiriman material

2.2.3 Pengaturan Tata Letak Peralatan Produksi

Dalam pengaturan tata letak peralatan produksi, ada 3 cara yang umum digunakan [Suharto, 1994]:

1. Process layout

Layout disusun atas dasar proses yang akan dilakukan. Dengan cara ini, semua mesin-mesin dan peralatan yang sama ditempatkan atau dikelompokkan dalam suatu tempat/ bagian yang sama. Jadi hanya terdapat satu jenis proses di setiap bagian. Pola layout ini digunakan untuk memproduksi barang-barang yang tidak sama dan terbatas jumlahnya. Mesin yang digunakan umumnya tipe *General purpose machine*. Contohnya pada bengkel reparasi.

2. Product layout

Layout disusun berdasarkan produk yang akan dihasilkan. Mesin-mesin disusun berdasarkan urut-urutan proses produksi. Jadi proses ditentukan lebih dahulu baru kemudian ditentukan urutan dari mesin-mesin atau peralatannya. Layout ini digunakan untuk perusahaan yang menghasilkan produksi massal dan



berkala. Contohnya adalah galangan yang mengkhususkan membangun kapal-kapal baru.

3. Kombinasi keduanya

Layout disusun berdasarkan proses dan arus material. Contohnya adalah dok dan galangan kapal yang mempunyai aktifitas reparasi dan membangun kapal-kapal baru.

2.2.4 Persyaratan Tata Letak Peralatan Produksi

Peletakan peralatan produksi yang dibutuhkan pada bengkel produksi membutuhkan persyaratan yang tidak sederhana, mengingat untuk setiap mesin tersebut membutuhkan ruang gerak yang cukup. Dengan demikian, mesin dapat dioperasikan dengan aman, mudah dan efisiensi yang tinggi. Persyaratan teknis yang meliputi area minimum yang dibutuhkan oleh peralatan bengkel tersebut adalah sebagai berikut [Widjaja, 1996]:

- ◆ Area mesin
- ◆ Panjang Meja Potong
- ◆ Area Kerja Mesin
- ◆ Area Penyimpanan Material Sementara
- ◆ Area untuk Reparasi
- ◆ Area Pendukung/ Buffer
- ◆ Area *Material handling*



2.3 Tinjauan Tentang Simulasi

Pada sub bab berikut akan dijelaskan mengenai ruang lingkup simulasi, mulai dari tinjauan sistem, klasifikasi model simulasi, kelebihan serta kekurangan simulasi, juga tahapan dalam mempelajari simulasi.

2.3.1 Tinjauan Sistem

Sistem dapat didefinisikan sebagai kumpulan beberapa *entity* yang bekerja dan saling mempengaruhi dalam tujuan menyelesaikan beberapa logika [Schmidt dan Taylor, 1970]. Dalam kenyataannya arti dari sistem tergantung pada sasaran atau tujuan dari suatu studi khusus. Kumpulan dari *entity* yang membentuk sistem untuk suatu studi bisa jadi hanya merupakan suatu bagian dari keseluruhan sistem yang lain.

Metode utama yang sering digunakan untuk mendukung kemampuan pengambilan keputusan selama tahap desain sistem adalah permodelan. Model dapat didefinisikan sebagai representasi dari sistem baik secara kualitatif dan kuantitatif yang mewakili suatu proses atau kejadian dimana dapat menggambarkan secara jelas hubungan interaksi antara berbagai faktor penting yang akan diamati [Wilson, 1984]. Model tersebut dikembangkan untuk melakukan investigasi pengembangan yang memungkinkan pada sistem nyata atau untuk mengetahui pengaruh kebijaksanaan-kebijaksanaan yang berbeda.

Walaupun model yang paling baik merupakan pendekatan dari sistem aktual, model bisa benar atau salah dan bisa berguna atau tidak berguna. Model yang baik dan berguna adalah model yang dapat mencapai tujuan yang



diinginkan. Jika jawaban yang diinginkan tidak dapat ditarik kesimpulan, maka model tersebut tidak berguna. Karakteristik model yang baik adalah sebagai berikut:

- ◆ Meliputi semua elemen yang langsung menunjang pemecahan masalah
- ◆ Valid, yaitu merepresentasikan sistem secara tepat
- ◆ Mudah dimodifikasi dan diperluas
- ◆ Cepat dan tidak mahal dibuat
- ◆ Dapat digunakan kembali
- ◆ Mudah dimengerti

Selain sebagai penggambaran sistem, model juga merupakan abstraksi sistem. Untuk mengembangkan suatu abstraksi, pembangunan model harus mempertimbangkan elemen-elemen sistem yang harus dibuat pada model.

2.3.2 Klasifikasi Model Sistem

Model dari suatu sistem dapat diklasifikasikan menjadi 2 macam [Sterman, 1991], yaitu:

1. Optimasi atau analitikal
2. Simulasi

Model optimasi adalah suatu bentuk model yang dibuat dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang optimal dari suatu model. Model ini biasanya berbentuk suatu persamaan atau pertidaksamaan matematis dengan suatu fungsi tujuan (*objective function*).



Model simulasi adalah suatu model dimana pada model ini dibuat sedemikian rupa sehingga dapat menggambarkan sistem sesungguhnya dan dapat dilakukan proses eksperimen dengan model ini pada komputer [Pritsker, 1986]. Simulasi adalah membangun suatu model dan melakukan suatu eksperimentasi statistik.

Uraian lebih lengkap mengenai perbandingan antara model simulasi dan model analitis (model optimasi) dijelaskan pada **Tabel 2.1** berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan antara model Simulasi dan model Analitis

Sudut Pandang	Model Simulasi	Model Analitis
Kompleksitas	Dapat dibuat dengan sangat kompleks dan tanpa batasan waktu untuk menjalankannya	Terbatasnya kompleksitas sistem yang dapat digambarkan. Tingkat kesulitan dalam perhitungan meningkat secara eksponensial sesuai dengan besarnya sistem. Perubahan parameter akan mengubah model jika ada perubahan struktur
Fleksibilitas	Dapat digunakan untuk menganalisa beberapa struktur sistem yang ada hubungannya sekaligus tanpa harus melakukan perubahan yang berarti.	Perubahan parameter akan mengubah model jika ada perubahan struktur
Kebutuhan	Menggunakan banyak data untuk lebih mendekatkan pada	Hanya membutuhkan sedikit data, karena tujuan kemudahan

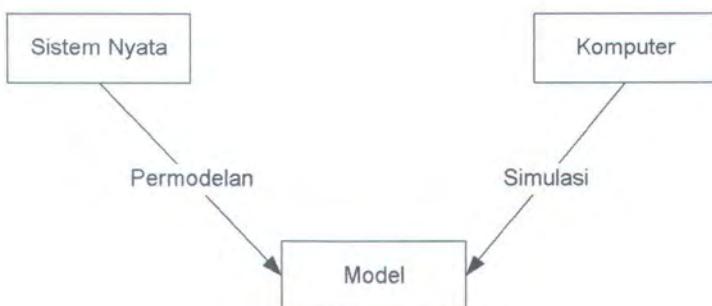


data	kondisi yang sebenarnya	penjelasan tentang sistem
Efisiensi	Kebutuhan waktu untuk membuat model bisa ditentukan dalam waktu yang tidak terlalu lama	Lebih sulit diperkirakan kebutuhan waktu dan kemajuannya untuk membuat suatu model yang representatif
Transparansi	Tidak semuanya transparansi terhadap pemakai	Biasanya transparan untuk pemakai yang mempunyai kecakapan matematis

2.3.3 Model Simulasi Komputer

Pada dasarnya simulasi sebagai sarana untuk pemecahan masalah dalam imdustri akan dipakai apabila metode lain yang tersedia ternyata tidak mampu untuk menyelesaikannya. Penggunaan simulasi untuk mendesain sistem baru dan untuk mengevaluasi kinerja dari sistem yang sudah ada terus meningkat secara cepat karena bertambahnya kompleksitas sistem kontemporer, menurunnya biaya komputasi, perangkat lunak yang lebih baik, dan tersedianya animasi [Carrie, 1988].

Prinsip dasar simulasi adalah membangun sebuah model dari suatu sistem yang akan dianalisa, membuat suatu program komputer yang sesuai dengan model dan menggunakan komputer untuk menirukan perilaku sistem dengan beberapa kebijaksanaan operasi, selanjutnya dipilih kebijaksanaan terbaik. Pada simulasi komputer digunakan kemampuan komputer dalam melakukan eksperimen terhadap suatu model sistem yang dianalisa [Pidd, 1992]. Hubungan antara sistem nyata, model dan komputer dapat digambarkan seperti pada **Gambar 2.2** berikut :



Gambar 2.2 Hubungan antara sistem riil, model dan komputer

2.3.4 Program Simulasi

Pada pelaksanaan pemrograman simulasi, akan didapatkan hasil perhitungan data, dari pemodelan sistem pada kondisi tertentu. Jika akan melihat sistem tersebut berjalan dengan kondisi tertentu, maka simulasi dijalankan sesuai dengan prosedur yang telah dibuat. Eksperimen harus memperhitungkan waktu dalam menjalankan simulasi, maupun kriteria batasan penjelasan simulasi lainnya, dan jumlah replikasi yang harus dilakukan.

Ada 2 tipe untuk menentukan panjang waktu simulasi yaitu :

1. Simulasi tipe *terminating*, merupakan cara untuk mengakhiri simulasi, bila sistem *performance* relatif terhadap interval waktu simulasi (0, TE), dimana TE merupakan waktu dimana Event E pada saat TE terjadi, Even E ditetapkan sebelum simulasi dimulai.
2. Simulasi tipe *steady state*, merupakan ukuran performansi yang didefinisikan sebagai panjang simulasi tak terbatas. Agar simulasi mempunyai nilai yang mendekati keadaan riilnya, maka panjang simulasi tak terbatas harus dibuat



sepanjang mungkin sampai didapat hasil simulasi pada keadaan tertentu atau sudah mencapai *steady state*.

Untuk tujuan menganalisis sistem, simulasi tipe *non terminating* dapat diuji dengan menggunakan tipe *terminating* dengan mendefinisikan periode waktu tertentu [Pegden, 1990].

2.3.5 Running Simulasi

Law dan Kelton menyatakan bahwa hasil simulasi belum dapat dijadikan sebagai parameter analisa performansi sistem jika *running* simulasi hanya dilakukan dalam satu kali replikasi (*single run experiment*). Hal ini disebabkan nilai parameter simulasi merupakan variabel random yang mempunyai variansi yang cukup besar sehingga memungkinkan perbedaan yang cukup signifikan dengan hasil analisa yang benar. Untuk itulah, Pidd merekomendasikan penggunaan teknik reduksi variansi (*variance reduction technique*) yang dikemukakan oleh Kleijnen [1974].

Salah satu cara yang dapat digunakan pada teknik reduksi variansi tersebut adalah penggunaan bilangan random, dengan memastikan bahwa setiap sumber variansi memiliki satu “*stream random number*” yang khas [Pidd, 1992]. Dalam hal ini simulasi dilakukan dalam ‘n’ replikasi yang independen dan tiap replikasi dilakukan dengan menggunakan bilangan random yang berbeda.

Jumlah replikasi ditentukan dengan menggunakan *sequential procedure* yang dikemukakan oleh Law dan Kelton, dimana langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :



Menentukan jumlah replikasi awal sebesar n kali

Menghitung $\bar{X}(n)$ dan $\delta(n, \alpha)$ dari X1, X2, ..., Xn

$$\bar{X}(n) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.1)$$

$$\delta(n, \alpha) = t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2(n)}{n}} \quad (2.2)$$

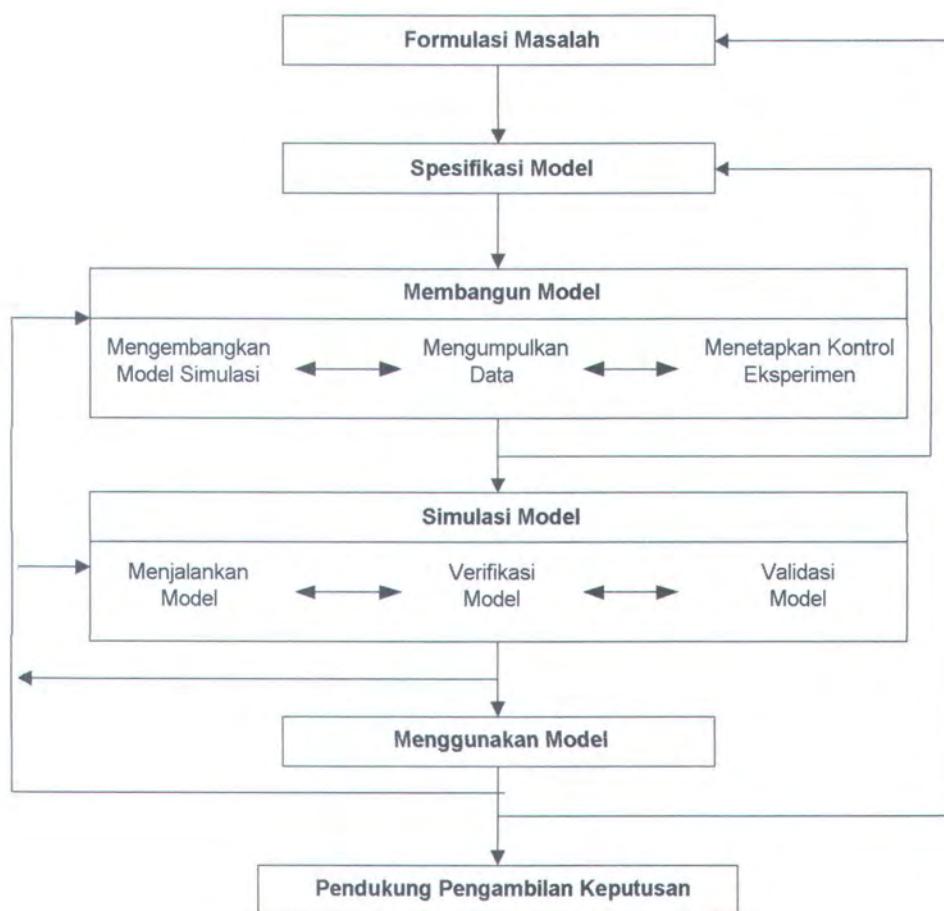
Bila $\delta(n) / x(n) < \gamma$ proses pengulangan berhenti

2.3.6 Tahapan-Tahapan Dalam Mempelajari Simulasi

Berikut ini adalah tahapan untuk mengetahui bagaimana cara pembuatan model simulasi komputer. Pada umumnya simulasi dapat dipandang sebagai aktivitas yang memiliki tiga fase sebagai berikut [Pidd, 1992]:

- ◆ Permodelan
- ◆ Komputasi
- ◆ Eksperimentasi

Dalam prakteknya ketiga fase tersebut sulit untuk dibedakan. Pemrograman akan mengalami kesulitan tanpa adanya suatu model yang sesuai dan eksperimentasi tidak mungkin dilakukan tanpa adanya suatu program komputer. Berdasarkan pengalaman, eksperimentasi sering membawa perubahan model dan program simulasi. Sehingga ketiga fase tersebut memiliki keterkaitan dan tidak dapat diabaikan. Dari ketiga fase tersebut dapat diuraikan langkah-langkah yang lebih terperinci dalam melakukan studi simulasi. **Gambar 2.3** berikut merupakan skema dari tahapan studi simulasi.



Gambar 2.3 Tahapan Studi Simulasi

1. Formulasi Masalah

Langkah pertama dalam proses pemecahan masalah adalah membuat formulasi masalah dengan memahami konteks masalah, mengidentifikasi tujuan akhir proyek, menetapkan ukuran performansi, menetapkan tujuan spesifik permodelan dan mendefinisikan sistem yang dimodelkan. Dengan pendefinisan tujuan yang jelas dalam pembuatan model simulasi komputer, maka pembuat model akan dengan mudah melaksanakan tahapan-tahapan pembuatan model simulasi komputer. Tingkat detail yang dikehendaki dan batasan model dapat



ditentukan dengan mudah jika tujuan pembuatan model jelas. Ukuran performansi yang jelas akan memudahkan analis untuk membuat model sesuai dengan apa yang dikehendaki dan memudahkan untuk melakukan evaluasi terhadap berbagai macam alternatif model.

2. Spesifikasi Model

Pembuat model harus memahami struktur dan aturan-aturan operasi sistem. Model yang baik memiliki kecenderungan untuk dipahami dan mempunyai detail yang cukup untuk merefleksikan karakteristik sistem yang penting. Pertanyaan pokok dalam melakukan spesifikasi model adalah asumsi yang dapat diterima, komponen-komponen yang harus dilibatkan dalam model dan interaksi yang terjadi antar komponen. Tahap kedua dalam spesifikasi model adalah mengidentifikasi data-data yang diperlukan dalam permodelan sistem.

3. Pembuatan Model

Pembangunan model terdiri dari tiga tahap sebagai berikut:

1. Mengembangkan Model Simulasi

Pembangunan model seharusnya interaktif dan ditampilkan secara grafis karena sebuah model tidak hanya didefinisikan dan dikembangkan, tetapi juga secara kontinu akan didefinisikan ulang, dimodifikasi atau dikembangkan.

Cara membangun model yang *up to date* antara lain adalah:

- ♠ Membuat skema input
- ♠ Membagi model menjadi elemen-elemen logis yang relatif kecil



- ♠ Membedakan antara pergerakan fisik dan aliran informasi pada model
 - ♠ Membuat dan menyimpan dokumentasi yang jelas pada model
2. Mengumpulkan Data

Jenis data yang harus dikumpulkan untuk mendukung permodelan dan proses simulasi meliputi data yang menggambarkan sistem, data yang memberikan ukuran performansi sistem aktual dan data yang menggambarkan alternatif yang akan dievaluasi. Data yang mendeskripsikan sistem berhubungan dengan struktur sistem, komponen-komponen sistem, interaksi antar komponen dan operasi sistem.

3. Menetapkan Kontrol Eksperimentasi

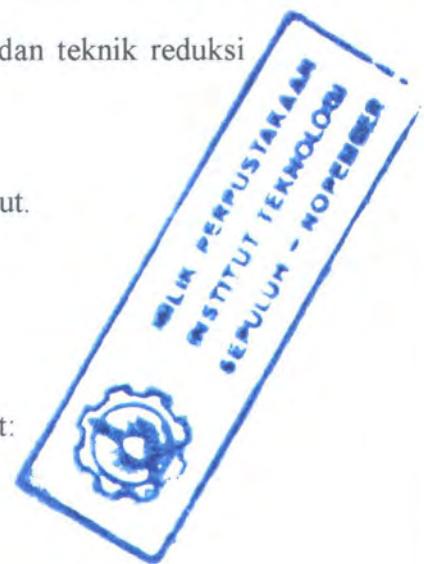
Suatu *simulation run* adalah suatu eksperimen yang menghitung dan menyimpan status model dari suatu state awal menuju state akhir. Keunggulan model simulasi adalah bahwa perubahan status model secara jelas diidentifikasi dengan perubahan status sistem, sehingga evaluasi yang dibuat pada model dapat secara langsung diterjemahkan menjadi evaluasi variabel sistem.

Dalam menetapkan kontrol eksperimen, informasi yang harus dispesifikasikan adalah sebagai berikut:

- ♠ Waktu awal dan akhir, jumlah *running* dan informasi kontrol
- ♠ Status variabel yang akan diukur performansinya dan bentuk tampilannya
- ♠ Nilai awal atau variabel dan lokasi awal *entity* dalam model



- ♠ Estimasi statistik, termasuk *warm-up time periods*, prosedur estimasi variansi, metode penghitungan tingkat kepercayaan dan teknik reduksi variansi
- ♠ File dan database tempat penyimpanan input dan output.



4. Simulasi Model

Tahap simulasi ini terdiri dari sub tahap sebagai berikut:

1. *Running* model
2. Verifikasi model

Teknik-teknik yang biasa digunakan dalam melakukan proses verifikasi program komputer dari model simulasi [Law dan Kelton, 1983] adalah dengan melakukan proses *debugging* program atau sub-program, men-*tracing* sistem yang sedang disimulaikan, dan membuat tampilan grafis yang mampu menampilkan output simulasi pada saat simulasi sedang berjalan.

3. Validasi Model

Validasi merupakan suatu proses perbandingan parameter antara model simulasi dengan sistem yang disimulasikan [Pidd, 1992]. Sebuah model dapat diterima sebagai model yang memadai apabila model tersebut berhasil melewati uji validasi. Pendekatan yang biasa digunakan dalam melakukan uji validasi adalah validasi kotak hitam (*black box validation*) dan validasi kotak putih (*white box validation*).

Validasi kotak hitam dilakukan dengan melakukan observasi perilaku sistem riil pada suatu kondisi tertentu dan menjalankan model pada kondisi yang



sedapat mungkin mendekati kondisi sistem riil. Model dianggap valid jika tidak ada perbedaan yang signifikan antara observasi model dengan sistem riil. Validasi kotak putih dilakukan dengan mengamati cara kerja internal model simulasi, misalnya input distribusi dan logika sistem, baik statis maupun dinamis.

5. Penggunaan Model

Penggunaan model meliputi pembuatan running dan interpretasi serta presentasi output. Suatu model simulasi tidak memberikan suatu metode untuk menentukan solusi optimal, namun sebagai suatu alat untuk memperoleh data eksperimen sehingga dapat dipilih suatu alternatif.

6. Pendukung Pengambilan Keputusan

Tahap akhir dalam permodelan dan proses simulasi adalah memberikan dukungan pengambilan keputusan. Aktivitas utama adalah mendapatkan hasil dari presentasi dan dokumentasi model serta outputnya.

2.3.7 Pendugaan Distribusi Data

Pendekatan yang digunakan untuk menduga pola distribusi data yang telah terkumpul antara lain dengan menggunakan metode *Heuristic Point Statistic*. Dengan menghitung koefisien variansi dari data yang terkumpul dengan formula:

$$\delta = \sqrt{\frac{Var(x)}{E(x)}} \quad (2.3)$$



dimana $\text{Var}(x)$ dan $E(x)$ merupakan variansi dan *mean* dari data yang akan diestimasikan pola distribusinya. Bila $x_1, x_2 \dots x_n$ adalah variabel acak maka:

$$X(n) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.4)$$

$$S^2(n) = \frac{\sum_{i=1}^n [x_i - \bar{x}(n)]^2}{n-1} \quad (2.5)$$

sehingga estimasi dari δ adalah:

$$\delta = \frac{\sqrt{S^2(n)}}{\bar{x}(n)} \quad (2.6)$$

Dugaan distribusi datanya adalah seperti pada **Tabel 2.2** dan **Tabel 2.3** berikut ini :

Tabel 2.2 Dugaan distribusi variabel acak diskrit

Jika	$\delta(n) \sim 1$	maka	data diduga berdistribusi Poisson
Jika	$\delta(n) < 1$	maka	data diduga berdistribusi Binomial
Jika	$\delta(n) > 1$	maka	data diduga berdistribusi Binomial negatif atau geometrik

Tabel 2.3 Dugaan distribusi variabel acak kontinyu

Jika	$\delta(n) \sim 1$	maka	data diduga berdistribusi Eksponensial
Jika	$\delta(n) < 1$	maka	data diduga berdistribusi Weibull atau Gamma dengan $\alpha < 1$
Jika	$\delta(n) > 1$	maka	data diduga berdistribusi Weibull atau Gamma dengan $\alpha > 1$



2.3.8 Uji Hipotesa Distribusi Probabilitas

Setelah distribusi probabilitas data dan parameter distribusi diketahui, langkah selanjutnya adalah pengujian hipotesis, yang bertujuan untuk membuktikan bahwa parameter yang dipilih untuk distribusi tersebut benar. Ada 2 metode yang biasa digunakan dalam pengujian distribusi probabilitas data, yaitu:

- ◆ *Metode Kolmogorov-Smirnov* digunakan untuk jumlah sampel yang sedikit
- ◆ *Metode Chi Square* yang akan baik digunakan apabila jumlah sampelnya cukup besar

Tahapan dalam melakukan uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah [Djarwanto, 1999] :

1. Mendefinisikan fungsi distribusi empirik $F_n(x)$ dari data $x_1, x_2 \dots x_n$ sebagai $F_n(x_i) = i/n$, dimana $i = 1, 2, \dots n$
2. Jika $F(x)$ adalah distribusi yang dihipotesakan maka selisih antara distribusi empiris dan hipotesis adalah:

$$D_n = \max \{ |F_n(x) - F(x)| \} \quad (2.7)$$

D_n dapat dihitung dengan menggunakan:

$$D_n = \max \{ D_n^+ - D_n^- \} \quad (2.8)$$

dimana

$$D_n^+ = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{1}{n} - \bar{F}(x_i) \right\} \quad (2.9)$$

$$\text{dan } D_n^- = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \bar{F}(x_i) - \frac{i-1}{n} \right\} \quad (2.10)$$



3. Pengujian hipotesis dilakukan dengan menentukan hipotesa dugaan dan hipotesa alternatif, yaitu:

$$H_0: \bar{F}(x) = F_n(x) \quad (2.11)$$

$$H_1: \bar{H}_0 \quad (2.12)$$

H_0 ditolak bila $D_n > d_{n,1-\alpha/2}$, dimana $d_{n,1-\alpha/2}$ (dapat dilihat pada tabel KS) adalah nilai kritis uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan tingkat keberartian α .

2.3.9 Uji One Sample T-Test

Pengujian satu sampel pada prinsipnya ingin menguji apakah suatu nilai tertentu (yang diberikan sebagai pembanding) berbeda secara nyata ataukah tidak dengan rata-rata sebuah sampel [Santoso, 2003].

a. Hipotesis

Dalam uji *one sampel T-test*, hipotesisnya adalah :

$$H_0: \mu_i = \mu_o \text{ Nilai sampel sama dengan dengan nilai real}$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_o \text{ Nilai sampel berbeda dengan nilai real.}$$

b. Pengambilan Keputusan

Untuk pengambilan keputusan dalam uji *one sampel T-test*, menggunakan 2 pertimbangan, yakni:

1. Berdasarkan perbandingan t hitung dengan t tabel (dasar pengambilan keputusan sama dengan uji t):

- Jika Statistik Hitung (angka t output) $>$ Statistik Tabel (tabel t), maka H_0 ditolak.



- Jika Statistik Hitung (angka t output) < Statistik Tabel (tabel t) maka H_0 diterima.
2. Berdasarkan nilai probabilitas.
- Jika probabilitas > 0.05 , maka H_0 diterima.
 - Jika probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak.

2.3.10 Ukuran Performance Dalam Analisis Proses Simulasi

a. *Resource Utilization*

Prosentase waktu masing–masing *resource* yang dibutuhkan dalam melakukan aktifitas. Misalnya berapa persentase *busy time*, *down time*, *idle time*.

b. *Wait Time*

Merupakan ukuran yang sangat penting dalam menganalisa proses simulasi. Ketika merencanakan atau mengembangkan sebuah proses, mengurangi wait time seharusnya dijadikan prioritas dalam meningkatkan kepuasan konsumen.

c. *Queue Length*

Ukuran ini juga sangat berguna sebagai indikator dikarenakan dapat membantu mengidentifikasi lokasi *resources* yang macet dalam sebuah proses. Dalam proses pelayanan, *Queue length* menunjukkan banyaknya antrian konsumen dalam menunggu pelayanan [H. James Harrington, Kerim Tumay, 2000].



2.3.11 Dasar Pemilihan *Software Simulasi*

Dalam membuat model simulasi, *software* yang digunakan sebagai dasar adalah *Arena 5.0* yang dikeluarkan oleh vendor “*Rockwell Software*”. Beberapa contoh *software* lain yang juga dapat digunakan sebagai dasar pembuatan model simulasi diantaranya adalah *Visual Basic* dan *Simpel ++*.

Pemilihan *Arena 5.0* sebagai sebagai *software* untuk melakukan analisis simulasi pada dasarnya didasari atas kemampuan *software* ini dalam melakukan analisis langsung terhadap kegiatan-kegiatan yang ditinjau. Pada tinjauan mengenai *material handling*, output dari *software* ini akan langsung memberikan hasil analisa berupa *busy time*, *utilization* dan *idle time*. Kelebihan lainnya adalah bahwa model yang dibuat dengan basis *software* ini akan bersifat fleksibel, yaitu dapat dirubah sewaktu-waktu dengan cepat untuk meninjau pola yang berbeda.

Kekurangan simulasi ini adalah, bahwa setiap modul/ *station* dalam simulasi ini harus terdefinisikan secara jelas dan unik, yang artinya tidak boleh ada modul yang berlabel sama. Semua jarak dalam proses *material handling* juga harus terdefinisi secara spesifik. Kekurangan lainnya, *software* ini tidak dapat digunakan sebagai database. Hal ini tentu tidak ditemukan bila simulasi dibuat dan dijalankan pada *Visual Basic*. Jadi, *software* *Arena 5.0* ini murni melakukan simulasi sebuah model yang dibangun dari rangkaian logika sistem dan data-data statistik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

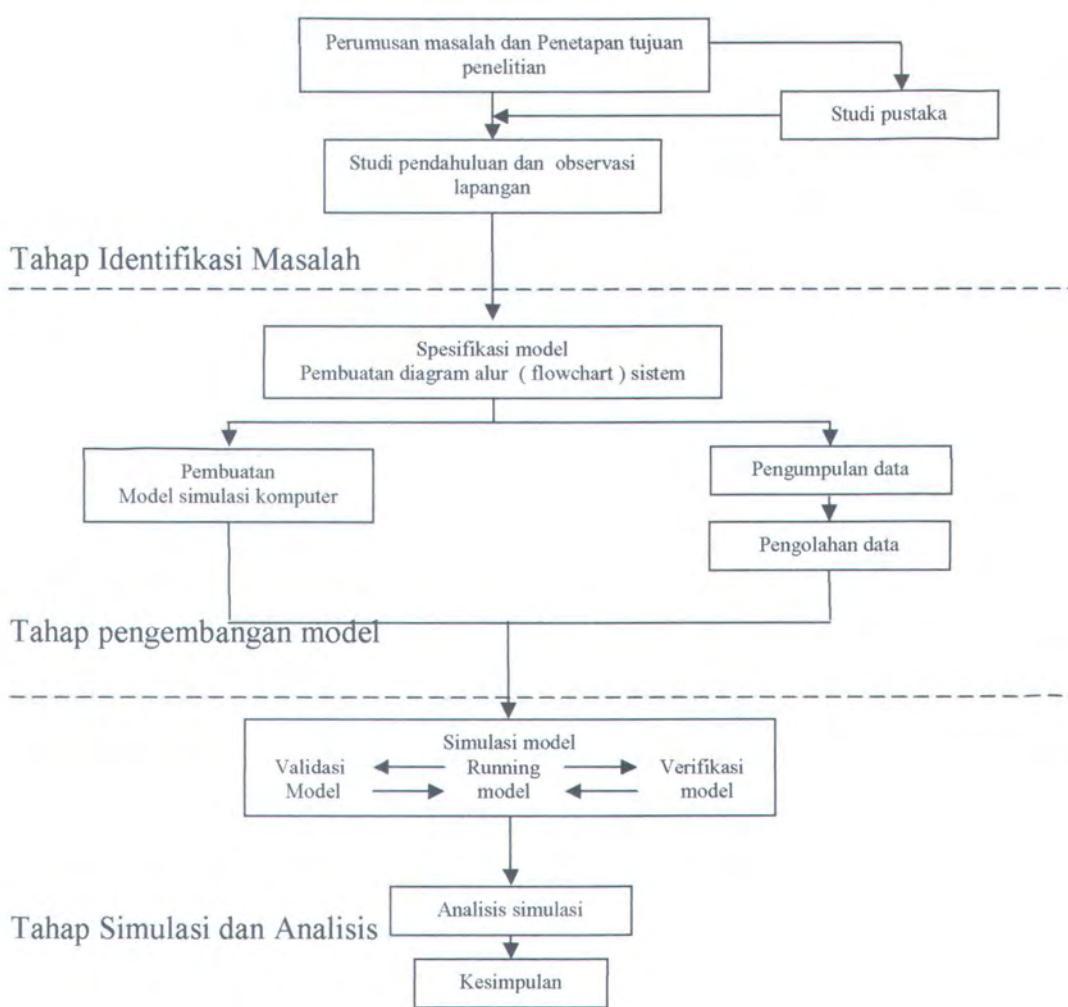


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini berikut diagram alirnya (**Gambar 3.1**) akan diuraikan dibawah ini.

1. Tahap Identifikasi Masalah dan Penelitian Awal
2. Tahap Permodelan Sistem
3. Tahap Simulasi dan Analisis



Gambar 3.1 *Flowchart Metodologi Penelitian*



3.1 Tahap Identifikasi Masalah dan Penelitian Awal

Dalam tahap ini dilakukan identifikasi dan pemahaman awal terhadap masalah yang akan dipecahkan serta mempelajari metode-metode yang sebaiknya digunakan. Dibawah ini akan diuraikan langkah-langkah dalam tahap identifikasi masalah dan penelitian awal.

3.1.1 Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan

Perumusan masalah dalam suatu penelitian merupakan suatu titik awal setelah peneliti melihat permasalahan yang muncul, sekaligus untuk menentukan tujuan dari penelitian itu sendiri.

Masalah-masalah yang akan didapatkan solusinya, adalah bagaimana model simulasi proses produksi yang terjadi di bengkel plat dan las Lambung Utara PT. Dok dan Perkapalan Surabaya. Dari model simulasi yang dibuat, kita dapat menganalisa bagaimana kinerja peralatan *material handling* sekarang berdasarkan faktor-faktor yang ada termasuk tata letaknya. Juga kita dapat mengetahui seberapa besar pengaruh yang dihasilkan bila terjadi perubahan tata letak peralatan produksi.

3.1.2 Penetapan Tujuan

Membuat model simulasi proses produksi di bengkel plat dan las Lambung Utara untuk mengetahui kinerja peralatan *material handling* berdasarkan tata letak peralatan produksi yang ada sekarang.



3.1.3 Studi Pustaka

Studi pustaka digunakan untuk memperoleh konsep, teori serta metode yang berhubungan dengan permasalahan dan tujuan penelitian, juga penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan permasalahan.

Bahan pustaka/ literatur yang menjadi acuan dalam menyelesaikan masalah pada pengerjaan tugas akhir ini diantaranya adalah literatur tentang proses produksi kapal, dasar-dasar perencanaan tata letak terutama untuk peralatan produksi dan *material handling*. Beberapa literatur tentang simulasi juga disertakan dalam Tugas Akhir ini untuk memperkuat dasar teori yang digunakan. Sedangkan untuk pengolahan data dan analisis hasil simulasi digunakan literatur dari cabang ilmu statistika.

3.1.4 Studi Pendahuluan dan Observasi Lapangan

Studi pendahuluan dan observasi lapangan bertujuan menggali informasi mengenai objek yang diteliti. Dari sini akan diperoleh pemahaman detail mengenai kondisi sesungguhnya di lapangan dan cara kerja atau perilaku sistem yang akan dimodelkan, sehingga model yang dibuat dapat mewakili sistem yang ada agar dapat dilakukan analisa sistem yang sesuai dengan tujuan.

3.2 Tahap Pengembangan Model

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai spesifikasi model pembuatan diagram alir. Juga dijelaskan mengenai pengumpulan data serta pengolahannya yang diperlukan sebagai input pada model simulasi yang dibuat.



3.2.1 Spesifikasi Model Pembuatan Diagram Alir

Tahap ini merupakan tahapan dalam menspesifikasikan model sebagai representasi dari sistem yang menjadi objek penelitian. Hasil yang akan diperoleh pada tahap ini adalah struktur dan aktifitas proses produksi di bengkel plat dan las Lambung Utara PT. Dok dan Perkapalan Surabaya. Proses ini dimulai dari material diterima, kemudian mengalami proses *marking*, *cutting*, *bending/forming* kemudian dipindahkan dan dirakit di bengkel *assembly*. Pada pembuatan struktur model ini dispesifikasikan asumsi-asumsi yang sesuai, komponen yang harus dilibatkan dalam permodelan dan interaksi antar komponen.

3.2.2 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan sebagai input model yang merupakan data primer, diantaranya, distribusi waktu yang dibutuhkan mesin *cutting* untuk melakukan pemotongan pelat dan mesin *bending* untuk membentuk pelat. Jarak antara setiap stasiun kerja, kecepatan peralatan *material handling* dalam melakukan aktifitasnya. Juga diperlukan data sekunder, diantaranya, jumlah kapal yang mengalami proses reparasi ataupun jumlah blok baru yang dibangun di bengkel Lambung Utara dan jumlah pemakaian material pertahun.

3.2.3 Pengolahan Data

Setelah data-data didapatkan, ditentukan pola distribusi yang terbaik sebagai input dari simulasi data dan diuji secara statistik. Mula-mula dilakukan pendugaan distribusi, untuk langkah selanjutnya adalah menentukan parameter-



parameter dari distribusi data. Juga dilakukan uji hipotesa (*goodness-of-fit test*), pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan membuktikan bahwa distribusi yang dipilih harga signifikansi yang baik. Beberapa jenis uji statistika (hipotesis) diantaranya adalah *Chi-Square test* dan *Kolgomorov-Smirnov*. Pengujian statistik ini menggunakan fasilitas *Input Analyzer* pada *Arena 5.0*.

3.2.4 Pembuatan Model Simulasi Komputer

Dalam tahap ini dilakukan pengembangan model yang terdiri dari struktur dan prosedur tiap-tiap elemen yang merepresentasikan sistem. Model tersebut diilustrasikan oleh *software* simulasi *Arena* dan ditampilkan secara visual sehingga dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai aliran panggilan dalam sistem.

Pada pengembangan model simulasi dengan *Arena*, komponen-komponen sistem direpresentasikan sebagai elemen-elemen tertentu dengan memasukkan parameter dan pernyataan untuk mengatur aliran *entity*.

3.3 Tahap Simulasi dan Analisis

Dalam tahap ini, model yang telah dibuat kemudian dijalankan untuk waktu yang ditentukan. Juga dilakukan verifikasi dan validasi terhadap model simulasi yang dibuat.



3.3.1 Menjalankan Model Simulasi

Setelah model simulasi dibuat, kemudian di-*running*, dimana pada langkah ini dibutuhkan input data yang telah dibuat pada langkah sebelumnya.

Beberapa langkah yang dilakukan dalam tahap *running* model simulasi model :

a. Verifikasi

Verifikasi merupakan proses penentuan bahwa suatu *run* simulasi dieksekusi sesuai dengan spesifikasi model. Metode verifikasi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah mengecek bahwa tiap elemen model dideskripsikan secara benar. Perlu dicoba terus (*trial and error*) sampai program berjalan dengan semestinya.

b. Validasi

Validasi merupakan proses penentuan bahwa suatu model simulasi dapat diterima sebagai representasi sistem. Analisa terhadap performansi sistem dengan menggunakan model simulasi baru dapat dilakukan setelah model tersebut dianggap valid. Pada tahapan ini dilakukan perbandingan antara output performansi model dengan performansi sistem nyata, yaitu melakukan perbandingan rataan beberapa nilai performansinya. Untuk Tugas Akhir ini validasi dilakukan dengan membandingkan output jumlah kapal yang direparasi dan blok yang dibangun dari hasil *running* simulasi dengan data real yang ada selama waktu tertentu.



3.3.2 Analisis Simulasi

Agar hasil simulasi dapat dianalisa dengan baik, mula-mula harus ditentukan dahulu jumlah pengulangan yang harus dilakukan sebelum program simulasi dijalankan.

Dari hasil *running simulasi*, didapatkan output yang berupa data statistik untuk utilitas peralatan *material handling* berdasarkan model simulasi yang ada.

3.3.3 Kesimpulan Simulasi

Tahap ini merupakan tahap akhir dari serangkaian tahapan penelitian, yaitu pengambilan kesimpulan dari semua tahapan simulasi yang telah dilakukan.

Meskipun simulasi bukan merupakan metode untuk menentukan suatu solusi optimal, namun hasil analisa simulasi atau eksperimen ini dapat digunakan sebagai alat pendukung dalam pengambilan keputusan.

BAB IV

TINJAUAN PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA



BAB IV

TINJAUAN PT. DOK DAN PERKAPALAN SURABAYA

4.1 Sejarah Singkat

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya yang berlokasi di Tanjung Perak Barat ini berdiri pada tahun 1910 dengan nama “N.V.DROOG DOK MAATSCAPPIJ SOERABAJA“ oleh kerajaan Belanda di Asia. Dalam perkembangan selanjutnya, galangan ini berganti nama menjadi “P.N.DOK PERKAPALAN SOERABAJA” pada tahun 1961. Di tahun 1963, PT.Galangan Kapal “SUMBER BHITA” yang berlokasi disebelah selatan perusahaan ini kemudian digabung berdasarkan instruksi menteri perhubungan laut. Kemudian dengan PP No.24 tahun 1975, perusahaan yang semula berstatus PN (Perusahaan Negara) ini berganti menjadi PT (Perseroan Terbatas) dengan nama PT. DOK PERKAPALAN SURABAYA.

4.2 Fasilitas Perusahaan

Dengan luas galangan 58.700 m², PT. Dok dan Perkapalan Surabaya mempunyai fasilitas-fasilitas pokok dan penunjang yang cukup untuk memenuhi pelayanan jasa perawatan dan pembangunan kapal baru. Untuk jasa reparasi, perusahaan ini dapat melayani perbaikan kapal segala tipe sampai dengan 10.000 GT. Sedangkan untuk pembangunan kapal baru, perusahaan ini dapat membangun kapal sampai dengan 8000 ton DWT. Selain itu, dengan SDM yang dimilikinya, perusahaan ini juga melayani permintaan pembuatan konstruksi lepas pantai (*Offshore Construction*).



4.2.1 Sarana Pokok dan Penunjang

Sarana-sarana pokok galangan yang ada di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya adalah :

- *Slipway*

<i>Tranverse slipway</i> kapasitas	: 300 TLC
Panjang rel	: 41 m
Lebar rel	: 8,8 m
<i>Tranverse slipway</i> kapasitas	: 450 TLC
Panjang rel	: 41 m
Lebar rel	: 8,6 m
<i>Long tranverse slipway</i> kapasitas	: 750 TLC
Panjang rel	: 41 m
Lebar rel	: 8,8 m

- *Building Berth*

<i>Building berth</i> No 1	
Kapasitas	: 1500 DWT
Panjang	: 81 m
<i>Building berth</i> No 2	
Kapasitas	: 3500 DWT
Panjang	: 81 m
<i>Building berth</i> No 3	
Kapasitas	: 8000 DWT
Panjang	: 110 m

- Alat-alat apung :

<i>Floating crane</i> kapasitas	: 40 ton
Kapal tunda I DPS VI Daya Mesin	: 125 Hp
Kapal tunda I DPS VIII Daya Mesin	: 125 Hp
Kapal Tunda I DPS IX Daya Mesin	: 350 Hp



Kapal Tunda I DPS X Daya Mesin : 350 Hp

- *Floating dock*

Floating dock Surabaya I 3500 TLC

Daya angkut : 6000 ton

Sarat kapal yang diizinkan : 4,3 m

Floating dock Surabaya II 3500 TLC

Daya angkut : 6000 ton

Sarat kapal yang diizinkan : 3,5 m

Floating dock Surabaya IV 2500 TLC

Daya angkut : 6000 ton

Sarat kapal yang diizinkan : 4,35 m

Floating dock Surabaya V 6000 TLC

Daya angkut : 6000 ton

Sarat kapal yang diizinkan : 7,5 m

Dengan luas total bengkel 3118 m², PT. Dok dan Perkapalan Surabaya

dilengkapi dengan sarana-sarana penunjang sebagai berikut:

- Gedung Administrasi dan kantor pusat
- Gudang material baja (*Steel Stockyard*)
- Gudang peralatan umum (*General Store*)
- Bengkel Plat dan Las (*Fabrication and Assembly shop*)
- Bengkel Mesin dan Listrik (*Mechanical and Electrical Workshop*)
- Bengkel Pipa (*Pipe Shop*)
- Bengkel Kayu (*Carpenter Shop*)
- Bengkel Outfitting (*Outfitting Workshop*)



4.2.2 Bengkel Plat dan Las

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya memiliki 2 buah bengkel plat dan las. Lambung Utara berlokasi di dekat areal *building berth* sebelah utara dan Lambung Selatan berlokasi dekat dengan areal *graving dock* sebelah selatan. Lambung Selatan dikhususkan untuk membangun kapal baru dan Lambung Utara dikhususkan untuk melayani permintaan reparasi dan pembuatan kapal baru jika dibutuhkan. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas *building berthnya*. Metode pembangunan kapal yang digunakan galangan ini adalah metode blok atau seksi sehingga pembuatannya dapat dilakukan di kedua bengkel. Bila bengkel plat dan las Lambung Utara tidak membangun kapal, maka Lambung Utara juga tetap membangun blok atau seksi yang dibutuhkan untuk kapal baru sebelum dikirim ke *graving dock* atau *building berth* di selatan. Sedangkan untuk permintaan reparasi, bengkel Lambung Utara melayani empat buah *floating dock*.

4.3 Bengkel Plat dan Las Lambung Utara

4.3.1 Kapasitas Produksi

Bengkel plat dan las Lambung Utara berdimensi panjang 136 m, lebar 25 m dan tinggi 5 m dan digunakan untuk melayani permintaan reparasi ataupun pembuatan blok. Setiap tahunnya bengkel ini mereparasi rata-rata 88 kapal dan membangun 11 blok.

Kapasitas produksi bengkel plat dan las Lambung Utara dalam 5 tahun terakhir terangkum dalam **Tabel 4.1** berikut

**Tabel 4.1** Kapasitas produksi bengkel plat dan las Lambung Utara

Tahun	Jumlah reparasi	klasifikasi DWT				rata-rata DD (hari)
		GRT ≤ 1000	1001 \leq GRT ≤ 3000	3001 \leq GRT ≤ 6000	GRT $>$ 6000	
2000	84	-	-	-	-	19
2001	83	-	-	-	-	18
2002	86	24	32	25	5	18
2003	90	22	34	25	9	16
2004	94	23	36	26	7	14

Berdasarkan data sekunder yang ada, pada tahun kerja 2003, realisasi pemakaian material mencapai 2600 ton material pelat dan profil. Untuk reparasi kapal digunakan 1820 ton dan untuk membangun blok /seksi kapal digunakan 780 ton. Dengan jumlah hari kerja pertahun sebanyak 300 hari, maka beban kerja perhari di bengkel plat dan las Lambung Utara adalah sekitar 8,7 ton. Beban kerja inilah yang kemudian didistribusikan ke jam kerja orang dan jam kerja mesin di bengkel.

4.3.2 Jenis dan Kecepatan Peralatan Produksi

Seperti bengkel plat dan las pada umumnya, bengkel ini juga dilengkapi berbagai macam peralatan produksi yang dibutuhkan. Peralatan produksi yang digunakan di bengkel ini adalah:

1. Mesin roll pelat

Mesin ini berfungsi untuk meluruskan pelat. Kapasitas mesin ini mampu untuk meluruskan pelat dengan ketebalan maksimum 18 mm dan lebar 4 m. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk meluruskan satu lembar pelat



adalah sekitar 30 menit. Dengan perhitungan waktu kerja efektif 5 jam, maka dalam 1 hari mesin ini mampu mengolah 8-10 lembar pelat. Dengan kapasitas yang ada, mesin ini dapat memenuhi beban kerja perhari sebesar 8,7 ton.

2. Mesin Potong Pelat

Optical Gas cutter yang ada di bengkel ini biasanya digunakan untuk memotong pelat dengan ketebalan 6-14 mm dengan dimensi 12m x 1,8m. Berdasarkan observasi langsung dan wawancara, kecepatan potong yang biasanya digunakan berkisar antara 170-186 mm/menit. Dengan kecepatan ini, maka waktu rata- rata yang dibutuhkan untuk memotong satu lembar pelat termasuk persiapannya adalah 30-50 menit. Sedangkan bila pelat tersebut dipotong seluruhnya menjadi bracket, huruf, dan bentuk lain yang seragam dalam jumlah yang banyak, maka waktu potong dan persiapannya sekitar 1-1,5 jam. Dengan perhitungan waktu kerja 5 jam, maka alat ini mampu mengolah 4-8 lembar plat perhari.

3. Mesin Potong Manual (Scator tangan)

Alat ini digunakan secara manual dan ada yang digunakan secara semi otomatis dengan menggunakan rel. Scator tangan biasanya digunakan untuk memotong bentuk-bentuk yang kecil, misalnya tutup manhole, profil dan bracket. Kecepatan potong alat ini sangat tergantung dari keterampilan pekerja. Dari pencatatan waktu yang dilakukan, dibutuhkan waktu sekitar 1,5-2 jam untuk mengerjakan 1 lembar pelat. Dengan alat



ini pekerja dapat menyelesaikan 3-4 lembar pelat perharinya. Alokasi beban kerja mesin ini dibagi dengan mesin potong optik.

4. Mesin *Bending* Pelat.

Mesin ini berfungsi untuk membengkokkan pelat sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Kapasitas tekan mesin ini 300 ton (3000 kN) dan 350 ton (3500 kN), sudut *forming* 90^0 dan panjang bilah 1200 mm. Berdasarkan pengamatan, akumulasi waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mengolah 1 lembar plat adalah sekitar 30-60 menit. Dengan perhitungan waktu kerja 5 jam, maka alat ini dapat mengerjakan 5-10 lembar perhari setiap unitnya. Dari kapasitas yang ada, mesin ini dapat memenuhi beban kerja perhari sebesar 8,7 ton.

5. Mesin Las

Berdasarkan observasi dan wawancara, elektroda yang sering dipakai dalam pengeraian pengelasan adalah elektroda berdiameter 3,2 mm, 4 mm dan 5 mm. Unit mesin las yang digunakan adalah mesin dengan kapasitas 400 A sebanyak 67 unit.

Selain itu, di bengkel ini juga terdapat beberapa mesin produksi yang dalam kondisi tidak aktif dan jarang digunakan. Mesin-mesin itu diantaranya adalah: 1 unit mesin gunting pelat (*guillotine*), 2 unit mesin plong, dan 1 unit mesin roll.



4.3.3 *Material handling* dan Transportasi

Material handling dan transportasi yang digunakan di lingkungan bengkel ini dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu :

- ◆ *Material handling* yang menangani pekerjaan-pekerjaan di dalam bengkel (*inter department transporting facilities*)
- ◆ *Material handling* yang menangani pekerjaan pengangkutan material dari luar ke dalam bengkel dan yang mengangkut produk yang dihasilkan ke luar bengkel.

1. *Material handling* di dalam bengkel

Untuk mengangkat dan memindahkan material di tiap stasiun kerja di dalam bengkel digunakan 4 buah *Overhead Crane* (OHC) dengan kapasitas 5 ton, 10 ton 15 ton dan 3 ton dengan susunan seperti tertera dalam gambar layout.

- ♠ Untuk area *marking, cutting , sub assembly* menggunakan OHC 5 ton.
- ♠ Untuk area *sub assembly, roll* dan *bending* digunakan OHC 10 ton
- ♠ Untuk area *assembly* digunakan OHC 15 ton.
- ♠ Sebuah area *sub assembly* terpisah menggunakan OHC 3 ton.

2. *Material handling* di luar bengkel

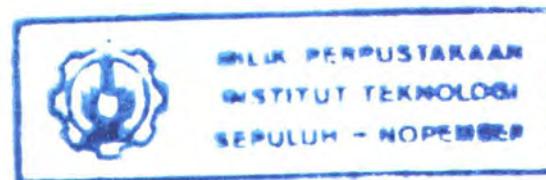
Untuk mengangkat dan memindahkan material plat dari gudang material ke dalam bengkel digunakan forklift dengan kapasitas angkat maksimum 5 lembar plat atau sekitar 5,5 ton.

Material untuk reparasi dipindahkan keluar dengan menggunakan lori



berkapasitas 10 ton dan dipindahkan oleh *tower crane* atau *fegee crane* ke atas ponton untuk kemudian dibawa ke *floating dock* yang dituju. Pemindahan blok juga dilakukan dengan cara yang hampir sama, diangkat oleh *overhead crane* ke atas lori berkapasitas 10 ton dan kemudian didorong oleh 5-6 orang keluar bengkel. Kemudian dengan *tower crane* berkapasitas 50 ton, blok atau seksi tadi dipindahkan ke *building berth* untuk dirakit atau dapat juga dipindahkan ke atas ponton untuk kemudian dibawa ke lokasi perakitan selanjutnya di sebelah selatan.

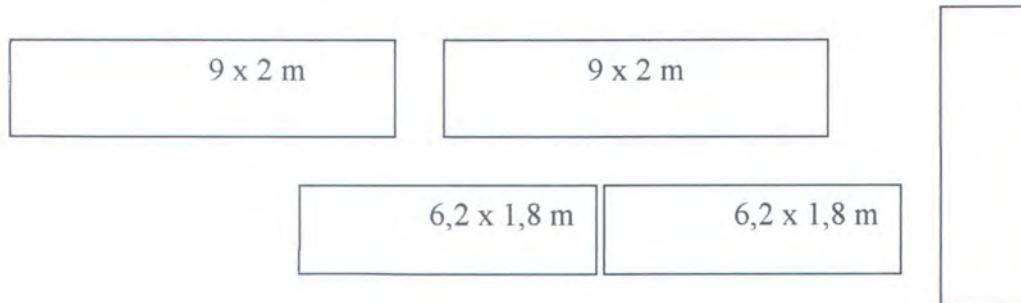
4.3.4 Deskripsi Area Kerja



Area-area kerja di dalam bengkel ini dibagi menjadi :

1. Area *marking* dan *cutting*.

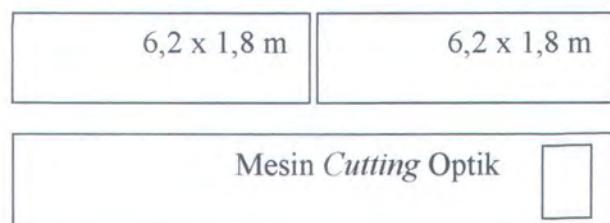
Luas area ini dialokasikan 25×8 m. Di area *marking* dan *cutting* manual diletakkan 5 buah meja kerja, 2 buah meja kerja berukuran 9×2 m dan 3 buah meja kerja berukuran $6,2 \times 1,8$ m. Tinggi meja kerja 1 m dan konfigurasinya adalah seperti pada **Gambar 4.1** berikut :



Gambar 4.1 Konfigurasi meja kerja area *marking* dan *cutting* manual



Di area *cutting* mesin optik dengan luas $14 \times 7,5$ m diletakkan 2 buah meja kerja dengan ukuran $6,2 \times 1,8$ m dan tinggi 1 m. Konfigurasinya adalah seperti pada **Gambar 4.2** berikut :



Gambar 4.2 Konfigurasi meja kerja area *cutting* optik

2. Area *Sub assembly*

Bengkel ini mempunyai 2 buah areal *sub assembly* yang saling berhadapan dengan luas area masing-masing sebagai berikut:

- ◆ Area *Sub assembly* 1 dengan luas $43,5 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ dan tinggi 50 cm merupakan tempat perakitan awal sebelum panel-panel tersebut dikirim ke area *assembly*. Tetapi dalam pelaksanaannya pekerjaan *assembly* biasanya juga dilakukan disini karena area yang disediakan untuk *assembly* terbatas dan terganggu oleh aktifitas *tower crane* yang beroperasi di *building berth* untuk proses *erection*.

Dengan memperhatikan ukuran luas area *sub assembly* dan peralatan *material handling*nya, maka dimensi maksimum blok yang dirakit di lokasi ini adalah $8\text{m} \times 5\text{m} \times 3\text{m}$ dan bobot maksimum tidak lebih dari kapasitas 2 buah *overhead crane* yang akan digunakan untuk mengangkat



blok keluar dari bengkel. Kapasitas maksimum 2 buah *overhead crane* tersebut adalah $80\% \times (10 \text{ ton} + 15 \text{ ton}) = 80\% \times 25 \text{ ton} = 20 \text{ ton}$

- ◆ *Sub assembly* 2 merupakan sebuah *workshop space/ marshalling area* dengan ukuran $30 \text{ m} \times 6,5 \text{ m}$. Area ini digunakan sebagai tempat untuk membuat frame, gading, girder dan pekerjaan kecil lainnya sebelum dirakit di area *assembly*.

3. Area *Bending / Forming*

Pada area *bending*, terdapat 2 buah mesin press dengan posisi saling berhadapan dengan kapasitas tekan masing-masing 300 ton (3000 kN) dan 350 ton. Salah satu mesin dan paling sering digunakan terletak di dekat pintu bengkel sebelah utara dan berdekatan dengan area *assembly*.

4. Area *Rolling*

Di dekat area *bending* terletak sebuah mesin roll yang masih berfungsi dengan baik. Lebar pelat maksimum yang dapat di roll di mesin ini adalah 4 m dengan ketebalan maksimum 18 mm.

5. Area *Assembly*

Area *assembly* ini terletak tepat pada bagian belakang bengkel dan menjorok sekitar 10 meter sampai keluar bengkel. Lokasi kerja yang sering digunakan sebagai tempat *assembly* adalah area yang menjorok keluar, hal ini untuk mempermudah proses *material handling* dan *erection* kapal di *building berth*.



4.3.5 Tata Letak dan Arus Material

Tata letak peralatan pada suatu bengkel produksi galangan kapal sangat bervariasi. Hal ini disesuaikan dengan lokasi dan kondisi geografis galangan, metode produksi yang digunakan, kapasitas produksi dan lain-lain. Bila tata letak peralatan produksi dalam bengkel baik, maka proses produksi di bengkel tersebut akan berjalan cepat dan lancar. Hal ini disebabkan tidak adanya penyimpangan arah/ arus material sehingga pemborosan tenaga, waktu dan biaya produksi dapat teratas.

Pada layout bengkel yang baik, pola aliran/ lintasan materialnya diharapkan membentuk garis lurus. Dimulai dari depan bengkel terus sampai ke belakang bengkel sebelum dikirim ke *building berth* atau *graving dock*. Pada bengkel plat dan las Lambung Utara (**Gambar 4.3**), pola ini pada dasarnya diterapkan, tetapi terdapat beberapa kendala yang menyebabkan pola ini tidak dapat berjalan dengan baik. Kendala itu bermula dari ditingkatkannya kapasitas building berth di Lambung Utara agar dapat membangun kapal sampai dengan 3500 ton DWT. Dengan bertambah besarnya kapal yang dibangun, maka metode pembangunan kapal juga seharusnya disesuaikan dan harus diikuti oleh perubahan tata letak, peralatan produksi dan fasilitas *material handling* yang memadai [Andjar Suharto, 1994].

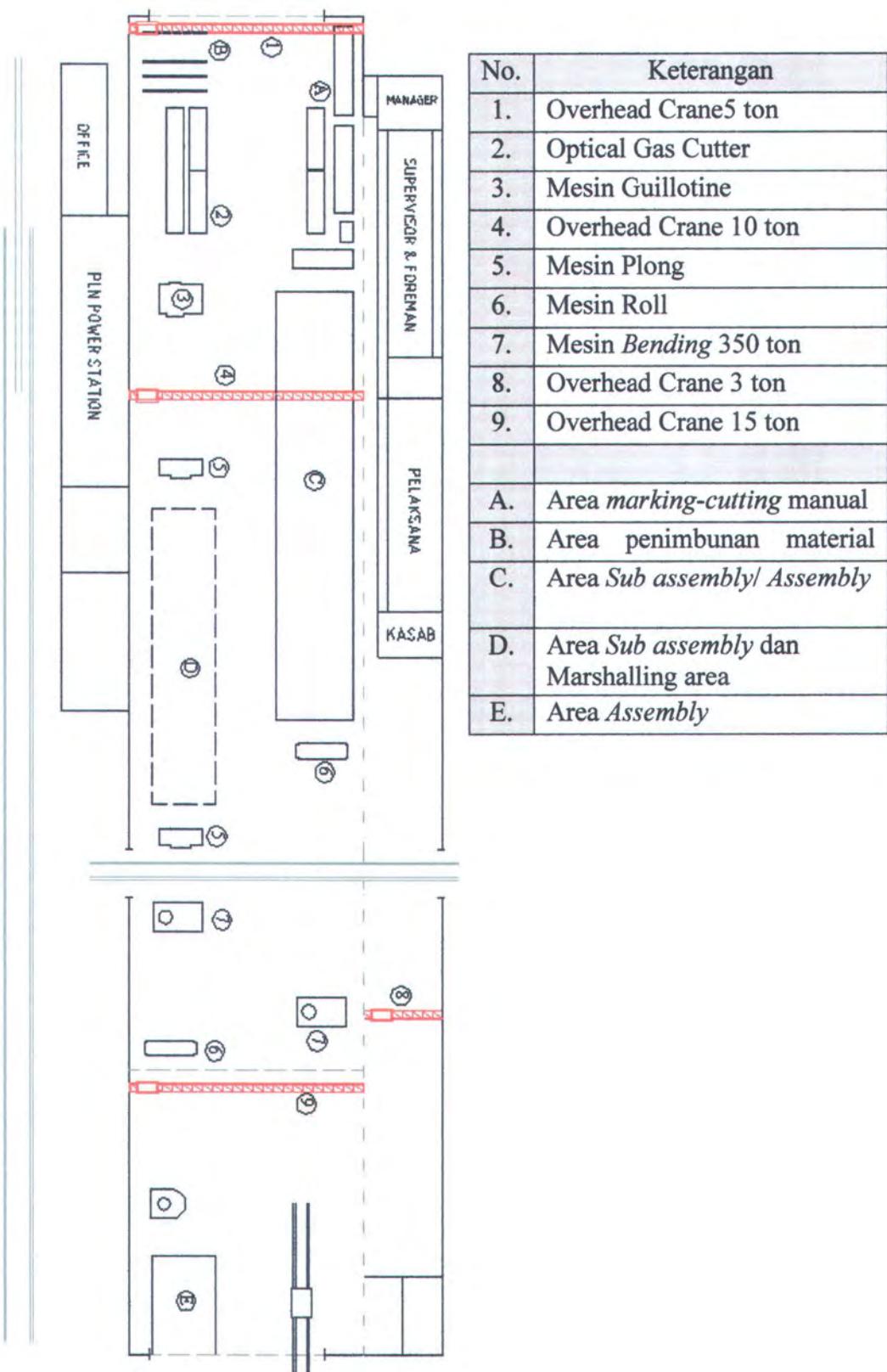
Dalam kasus ini, penambahan panjang *building berth* dilakukan ke arah belakang sehingga mengorbankan sebagian area *assembly* pada bengkel plat dan las. Selain itu, area ini juga menjadi sering terganggu oleh aktifitas *tower crane* di sekitar *building berth*. Karena itulah maka pembuatan blok dan seksi dilakukan di



area *sub assembly*. Dengan adanya pemindahan ini maka terjadilah arus balik material, terutama dari area *bending/forming*. Hal ini tentu saja mengurangi efisiensi *material handling* dan menambah waktu penyelesaian proyek.



Layout bengkel plat dan las Lambung Utara selengkapnya adalah :



Gambar 4.3 Layout Bengkel Plat dan Las Lambung Utara



4.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Untuk membangun sebuah model simulasi yang lengkap, dibutuhkan beberapa jenis data primer dan sekunder yang mendeskripsikan model probabilitas dari sistem produksi di bengkel plat dan las Lambung Utara. Data primer didapat dengan melakukan pengamatan dan pengukuran secara langsung pada aktifitas produksi di lokasi kerja, dimulai dari aktifitas fabrikasi, *assembly* dan proses *material handling*. Sedangkan data sekunder merupakan data rekapitulasi yang diperoleh dan diolah dari laporan-laporan harian, bulanan dan tahunan yang telah dibuat manajemen PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.

Beberapa data primer dan sekunder yang digunakan adalah :

Data primer :

1. Waktu kerja pada tiap-tiap proses produksi
2. Kecepatan dan lintasan kerja peralatan *material handling*
3. Layout bengkel dan alur material

Data sekunder :

1. Data pemakaian material untuk kapal reparasi
2. Data pemakaian material untuk pembuatan blok kapal
3. Jumlah kapal yang direparasi dan blok yang dibangun pertahun

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, maka data-data yang telah didapat baik itu dari data sekunder maupun data primer kemudian diolah dengan mencari distribusi probabilitasnya serta menguji distribusi tersebut.



4.4.1 Uji *Distribution Fitting*

Untuk dapat menyusun rancangan algoritma secara utuh, diperlukan *input* (masukan) dari sistem yang akan disimulasikan. Salah satu masukan tersebut adalah perubah (variabel) acak yang mempunyai distribusi probabilitas tertentu. Sebelum proses simulasi dimulai, distribusi probabilitas tersebut harus ditetapkan, kemudian parameternya ditentukan. Pola distribusi probabilitas tersebut digunakan untuk membangkitkan perubah acak yang digunakan dalam simulasi. Uji distribusi data dilakukan dengan menggunakan *Arena Input Analyzer 5.0*. Uji ini dilakukan dengan melakukan *distribution fitting* pada sejumlah distribusi statistik dan dilakukan perbandingan nilai *square error* dari tiap distribusi tersebut. Distribusi yang dipilih adalah distribusi dengan nilai *square error* terkecil.

4.4.2 Langkah-Langkah Untuk Mendapatkan *Distribution Fitting*

Agar lebih memudahkan dalam mendeskripsikan langkah-langkah untuk mendapatkan *distribution fitting* dengan menggunakan *Arena Input Analyzer 5.0*, diambil contoh dari *distribution fitting* lama waktu proses *cutting material plat*. Berikut langkah-langkah dalam mendapatkan *distribution fitting* selengkapnya :

1. Mendapatkan lama waktu kerja pada proses *cutting material* di bengkel plat dan las Lambung Utara.
2. Berdasarkan pengamatan proses, didapatkan data sebagai berikut :

32	28	39	39	42	28	39	30	35	34
42	55	39	34	24	52	40	45	30	40

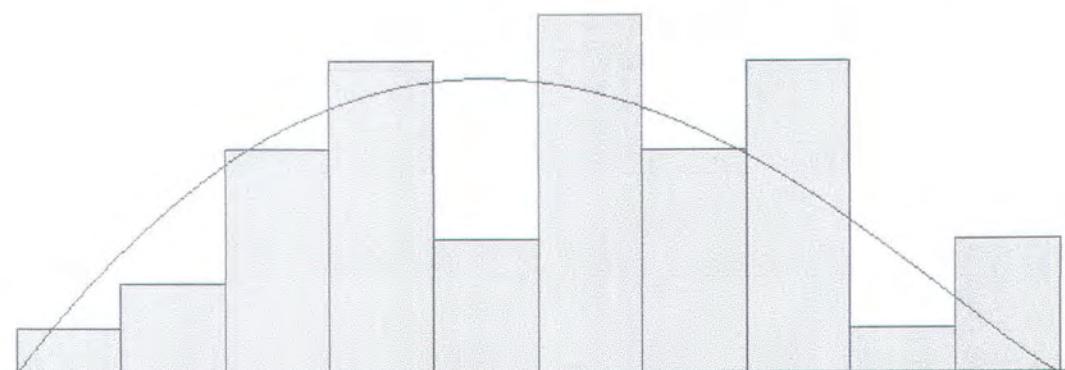


40	34	45	46	32	35	43	36	38	34
40	34	36	30	45	48	45	44	44	56
45	46								

3. Mendapatkan format notepad dari data yang ada.

Data selengkapnya pada *point 2* kemudian dimasukkan/ disusun dalam notepad, karena *input analyzer* hanya dapat membaca file berextensi *.dst dan *.txt.

4. Memasukkan data yang berformat notepad ke *input analyzer* untuk mendapatkan *output analyzer* seperti pada **Gambar 4.4** dibawah ini.



Gambar 4.4 Hasil *distribution fitting* lama waktu proses *cutting material*

Distribution Summary

Distribution : Beta
Expression : $23.5 + 33 * \text{BETA}(1.98, 2.21)$
Square Error : 0.016785

Chi Square Test

Number of intervals = 6
Degrees of freedom = 3
Test Statistic = 2.8
Corresponding p-value = 0.437

Data Summary

Number of Data Points = 42
Min Data Value = 24
Max Data Value = 56



Sample Mean	= 39.1
Sample Std Dev	= 7.23

Histogram Summary

Histogram Range	= 23.5 to 56.5
Number of Intervals	= 10

Keterangan hasil *input analyzer* :

a. Distribution Summary

Bagian ini menjelaskan jenis distribusi yang dianggap mewakili perilaku data yang ada. Hasil yang ditunjukkan oleh **Gambar 4.4**, merepresentasikan bahwa waktu proses *cutting* material mengikuti distribusi Beta dengan fungsi persamaan distribusi: $23.5 + 33 * \text{BETA}(1.98, 2.21)$. Harga yang terletak dalam kurung menunjukkan *shape parameters Beta*(β) dan *Alpha*(α) yang bernilai *positive real number*. Bagian lain dari *Distribution Summary* adalah *Mean Square Error* yang merupakan rata-rata dari *Square Error* untuk tiap-tiap *histogram cell*. Harga *Square Error* dari dugaan distribusi lama waktu proses *cutting* material sebesar 0.016785, ini menunjukkan bahwa besar kesalahan apabila data mengikuti distribusi Beta sebesar 0.016785. Nilai kesalahan ini merupakan nilai terkecil dari nilai kesalahan yang lain, apabila data yang ada mengikuti jenis dari distribusi tertentu. Semakin kecil nilai kesalahan, semakin baik hasil pendekatan distribusinya. Dalam penggunaan *Arena Input Analyzer* untuk menganalisa baik tidaknya hasil distribusi yang ada, selain dengan melihat dari harga *Square Error*, terdapat metode lain yang dapat digunakan untuk menaksir baik tidaknya hasil dugaan distribusi yang didapat yakni dengan *Chi-Square Test* serta *Kolmogorov-Smirnov Test*.



b. *Chi Square Test*

Setelah distribusi probabilitas data dan parameter distribusi diketahui, langkah selanjutnya adalah pengujian hipotesis, yang bertujuan membuktikan bahwa parameter yang dipilih untuk distribusi tersebut layak untuk diterima. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan *Chi Square test*.

Beberapa point yang ada dari hasil distribusi waktu kedatangan kapal yang ada kaitannya dengan *Chi-Square Test* diantaranya *Number of interval* = 6, menunjukkan jumlah interval dari histogram yang ada = 6, *Degrees of freedom* = 3, menunjukkan derajat kebebasan sebesar 3, *Test statistic* = 2.8, menunjukkan harga *Chi-Square* hitung, dimana harga ini akan dibandingkan dengan *Chi-Square* tabel. Apabila harga *Chi-Square* hitung lebih besar dari *Chi Square* tabel, berarti hasil *distribution fitting* layak diterima. *Corresponding p-value* = 0.437, bagian ini menunjukkan harga probabilitas/ tingkat signifikan dari hasil distribusi. Hasil distribusi layak diterima apabila harga *p-value* lebih besar dari 5%. *P-value* diatas sebesar 0.437 yang lebih besar dari 0.05. Hal ini berarti bila ditinjau dari *Chi-Square Test* hasil distribusi yang didapat dianggap mewakili data yang ada .

c. *Kolmogorov-Smirnov Test*

Hasil pendugaan *distribution fitting*, selain diuji dengan *Chi Square Test*, juga diuji dengan *Kolmogorov-Smirnov Test*. *Kolmogorov-Smirnov Test* cocok untuk menguji data yang jumlahnya sedikit. Dari hasil *input analyzer* untuk lama waktu proses *cutting* material, tidak diperoleh harga uji *Kolmogorov-Smirnov Test*. Bila nilai ini keluar, maka proses ujinya adalah dengan membandingkan



harga ini dengan harga *Kolmogorov-Smirnov* tabel. Apabila harga hitung lebih besar dari harga tabel berarti hasil distribusi layak diterima. Sedangkan bila *Corresponding p-value* > 0.05, berarti hasil distribusi mendekati dari perilaku data yang ada.

d. *Data Summary*

Pada bagian *Data Summary* menjelaskan rangkuman data yang membentuk distribusi yang dihasilkan. Hasil pendekatan distribusi lama waktu proses *cutting* material plat, terdapat beberapa point diantaranya *Number of Data Points*= 42, menunjukkan jumlah data yang ada sebanyak 42 data. Pada bagian lain terdapat *Min Data Value* = 24, *Max Data Value* = 56, *Sample Mean* = 39.1, *Sample Std Dev* = 7.23, harga-harga ini menunjukkan lama waktu proses *cutting* tiap material plat minimal 24 menit, maksimal 56 menit, rata-rata 39.1 menit, dengan standar deviasi 7.23 menit.

e. *Histogram Summary*

Merupakan bagian akhir dari hasil *input analyzer*, yang terdiri atas *Histogram range*, serta jumlah interval dari histogram yang terbentuk.

BAB V

PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI



BAB V

PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI

Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang didapatkan gambaran umum sistem, jenis data, nilai parameter distribusi data dan proporsi data, maka tahap berikutnya adalah pengembangan model simulasi komputer dengan *software Arena 5.0*.

5.1 Spesifikasi Model Sistem

Tahap spesifikasi model dilakukan untuk memahami struktur dan operasi entiti-entiti dalam sistem. Pada tahap ini dilakukan pula identifikasi data yang diperlukan sebagai input model simulasi, yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Dalam model sistem produksi di bengkel plat dan las PT. Dok dan Perkapalan Surabaya terdapat beberapa aktifitas yang terjadi, diantaranya :

1. Aktifitas *marking*, merupakan aktifitas penandaan material plat yang akan dipotong.
2. Aktifitas *cutting*, merupakan aktifitas pemotongan material plat yang telah diberi tanda potong. Pemotongan dapat dilakukan dengan cara manual dan dengan mesin potong optik..
3. Aktifitas *bending* atau *forming*, merupakan aktifitas pembengkokan atau pembentukan material plat yang telah dipotong menjadi bentuk-bentuk yang diinginkan.



4. Aktifitas *assembly*, yaitu aktifitas menyambung bagian-bagian material menjadi satu bentuk yang direncanakan.
5. Aktifitas *material handling*, merupakan proses pemindahan material utuh maupun olahan dari stasiun kerja awal ke stasiun penggeraan berikutnya.

Sedangkan input utama model simulasi adalah :

- ◆ Jumlah material yang dibutuhkan.
- ◆ Persentase pemakaian material di tiap-tiap *floating dock*.
- ◆ Lama waktu pelayanan masing-masing *resource* (*marking*, *cutting*, *bending*, *assembly*)
- ◆ Kecepatan transporter (*overhead crane* dan *forklift*) pada aktifitas *material handling*.

5.2 Model Simulasi Komputer

Fase pengembangan model merupakan penggambaran model simulasi dalam bentuk grafis (visualisasi) pada program komputer. Model simulasi dibangun dengan menggunakan *software Arena 5.0*. *Software* ini mempunyai kelebihan dalam memberikan fasilitas pengembangan model simulasi secara grafis (*Visual Interactive Simulation*) yang memungkinkan adanya tampilan dinamis sistem yang disimulasikan, dimana pengguna dapat berinteraksi pada program yang sedang berjalan.

Dalam pengembangan model simulasi dengan menggunakan *software Arena 5.0*, komponen-komponen simulasi direpresentasikan dalam elemen



tertentu, dimana tiap elemen terdiri dari uraian aktifitas (proses) detail dan algoritma tertentu yang berisi suatu perintah (informasi) untuk mendeskripsikan struktur model serta hubungan antar tiap elemen. Penggunaan elemen-elemen tersebut memungkinkan pembuat model untuk membangun model secara bertahap sehingga memudahkan dalam tahap verifikasi model. Pengembangan model simulasi komputer dengan menggunakan *software Arena 5.0* pada dasarnya terdiri dari tiga tahapan yaitu menentukan (*defining*), menampilkan (*displaying*) dan memasukkan spesifikasi detail (*detailling*) elemen-elemen yang diperlukan.

5.3 Modul Untuk Pembuatan Model Simulasi Bengkel Produksi

Modul yang digunakan untuk membangun model simulasi produksi di bengkel plat dan las Lambung Utara PT. Dok dan Perkapalan Surabaya adalah:

- *Arrive*

Modul ini digunakan untuk membangkitkan kedatangan *entity* yang akan ditransfer ke stasiun atau modul lain serta untuk tujuan tertentu. *Input* pada *Arrive Module* terdapat pada **Gambar 5.1** berikut.



Enter Data	
Station	material
Arrival Data	
Batch Size	5
Time between	material_incoming
Leave Data	
Connect	select

Gambar 5.1 Input program *Arrive Module*

Dalam model simulasi ini, *Arrive Module* digunakan untuk menciptakan material dengan menggunakan atribut “*material_incoming*”. Harga dari atribut ini dihubungkan dengan *Expression Module* yang berisi harga-harga yang yang diperlukan sebagai *input* pada model ini.



- **Enter**

Modul yang digunakan sebagai *station* dan *storage entity* sebelum dikirim ke server berikutnya. **Gambar 5.2** menunjukkan input pada *Enter Module*.

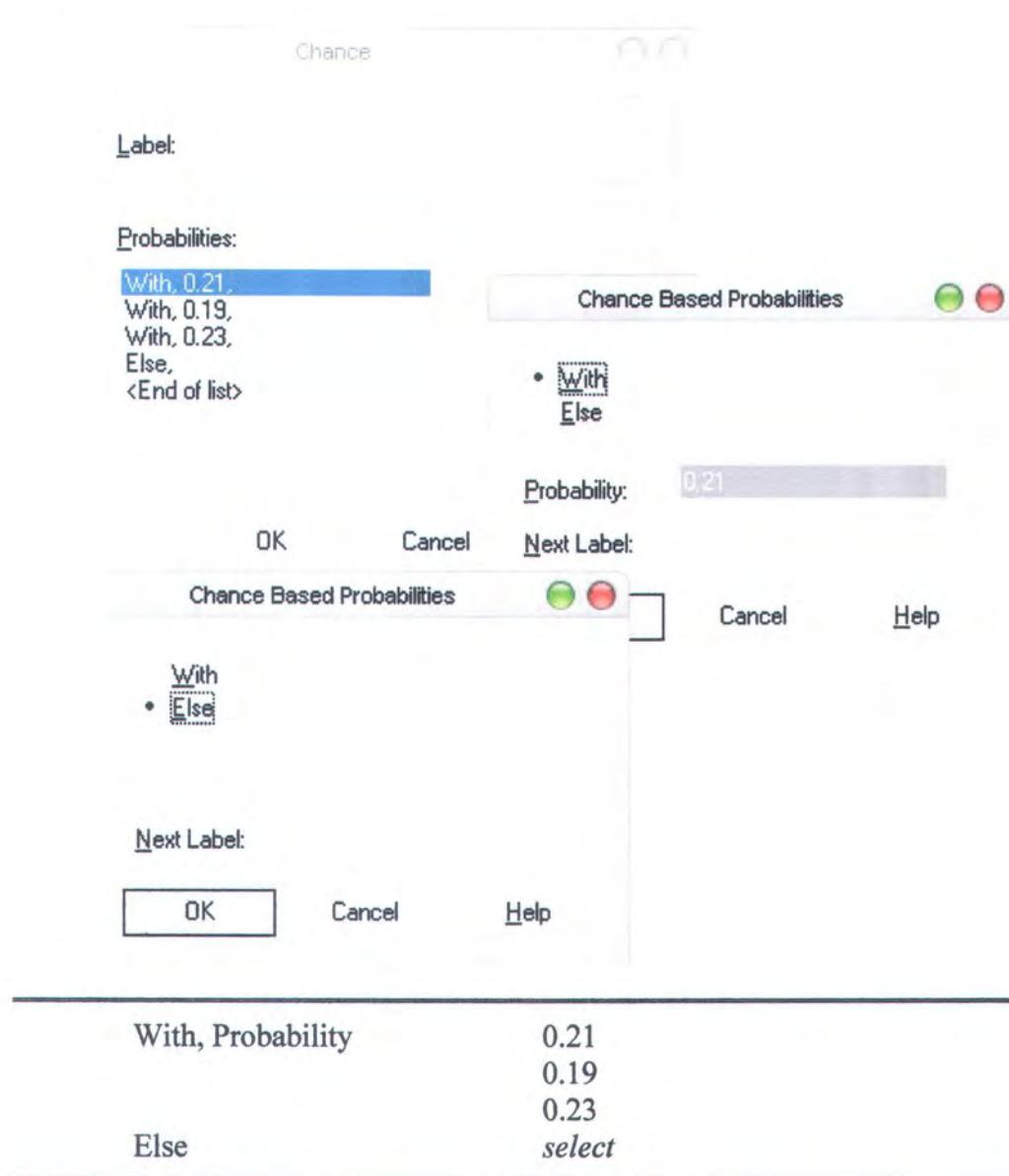
Enter Data	Station	plate_stockyard
	None	select

Gambar 5.2 Input Program *Enter Module*

Material plat yang dibangkitkan dari *Arrive Module* kemudian akan disimpan sementara di tempat ini sebelum *transporter* (forklift) membawa material ke server penggeraan berikutnya.

- **Chance**

Modul yang memungkinkan untuk melakukan pembagian distribusi *entities* pada suatu percabangan berdasarkan probabilitas yang telah ditentukan, sehingga jumlah total probabilitas pada percabangan tersebut tidak melebihi dari 1.0. **Gambar 5.3** menunjukkan input pada *Chance Module*.



Gambar 5.3 Input program *Chance Module*

Material yang telah dibangkitkan dengan *Arrive Module* kemudian dibagi-bagi ke *building berth* (untuk membangun blok) dan ke 4 *floating dock* dengan probabilitas yang berbeda-beda yakni 33.1% untuk *building berth*, sedangkan sisanya kemudian dibagi ke 4 *floating dock* yang ada, yakni 21% ke *floating dock I*, 19% ke *floating dock II*, 23% ke *floating dock IV* dan sisanya ke *floating dock V*.



- **Batch**

Digunakan untuk mengumpulkan *entities* yang dapat bersifat tetap atau sementara. Setelah sejumlah *entities* tertentu telah terkumpul, maka akan terbentuk *entities* baru yang mewakili *entities* yang telah terkumpul tersebut. *Input Batch Module* dapat dilihat pada **Gambar 5.4** berikut.

Quantity	batch_0
New Attributes:	Last
Permanent Batch	
• Temporary Batch	
Queue...	Animate...
OK	Cancel
Help	

Quantity	batch_0
New Attributes	Last
Temporary Batch	select

Gambar 5.4 Input program *Batch Module*

Modul ini menggambarkan material yang akan dikirim ke penumpukan material “*material_storage*” sebelum di *marking*. Pada *Batch Module*, *Temporary Batch* dipilih. Ini berarti bahwa material yang dikumpulkan hanya bersifat sementara. Setelah *batch* di-*split*, material akan dapat diproses satu persatu setelah



sampai di “*material_storage*”. Sedangkan pada *Permanent Batch output* hasil proses tidak dapat dipisah kembali, contohnya pada “*batch_1*”.

- *Leave*

Leave module digunakan untuk mentransfer *entity* ke server lain. Terdapat 3 cara mentransfer, yakni : *routing*, *conveying*, *transporting*. *Input Leave Module* dapat dilihat pada **Gambar 5.5** berikut.

Leave

Enter Data

Label:

Leave Data

From Station: plate_stockyard

Seize • Transporter
Request Specific Unit
Access
None

Transporter: forklift

Rule: Cyclical

Store Index in Alt:

Priority: 1 Queue...

Load: loading_unloading

• Transport Connect • StNm Seg Expr

To Station: marking_storage0

Animate... Count...

OK Cancel Help

Leave Data

From Station	plate_stockyard
Request	select



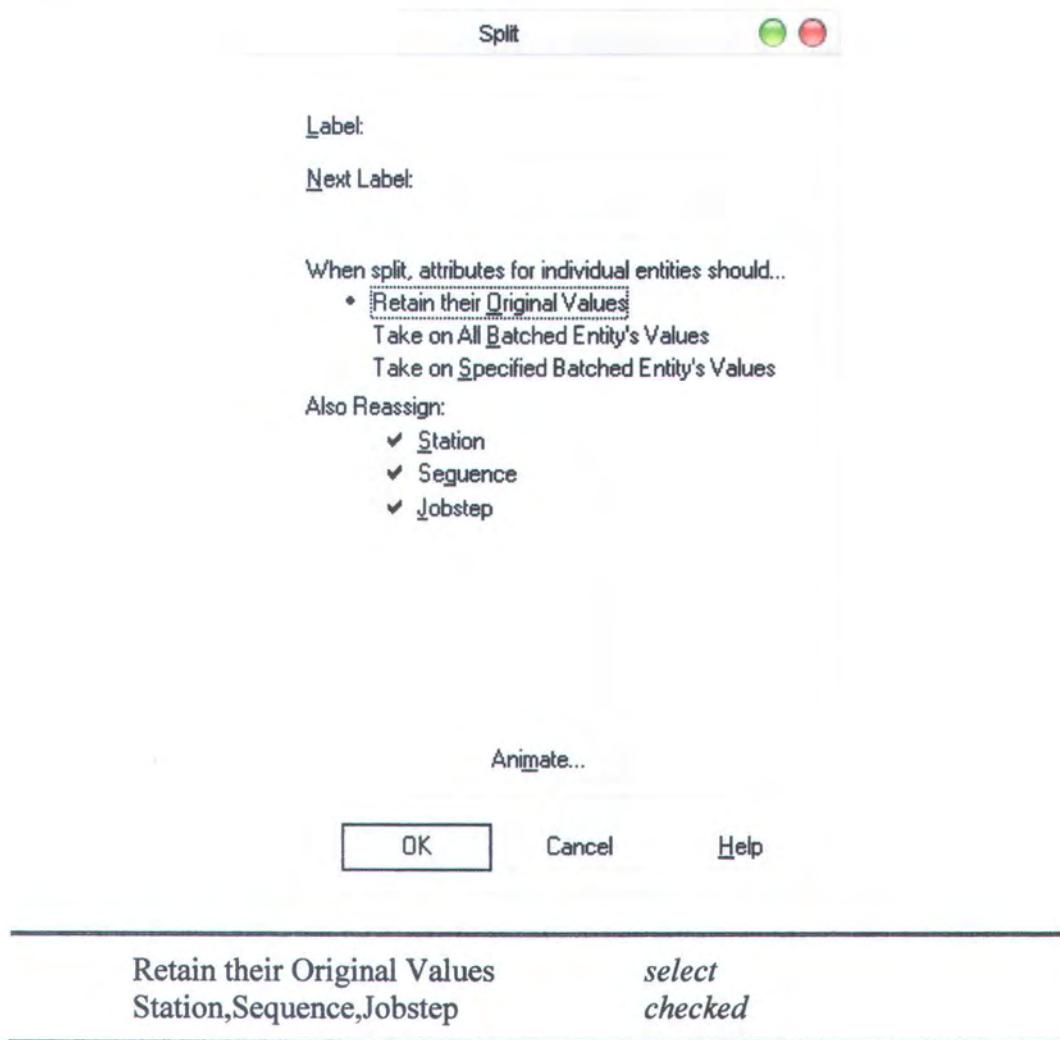
Transporter	forklift
Rule	Cyclical
Load	loading_unloading
Transport, StNm	select
To Station	marking storage0

Gambar 5.5 Input Program *Leave Module*

Dengan input *Leave Module* ini material akan dipindahkan dengan menggunakan forklift dari gudang material “*plate_stockyard*” ke tempat penumpukan sementara “*marking storage0*” sebelum diproses oleh *marking resource*.

- *Split*

Modul yang mengakhiri suatu pengumpulan *entities* yang bersifat sementara. Bilamana *entities* yang telah terkumpul dengan menggunakan *batch* memiliki sifat untuk terkumpul secara sementara, maka dengan *Split Module* ini *entity* kemudian dapat diuraikan kembali menjadi satu satuan. **Gambar 5.6** menunjukkan input pada *Split Module*.



Gambar 5.6 Input program *Split Module*

• *Server*

Dalam *Server Module*, *Entity* memasuki *station*, kemudian mengukur *server resource* dan mengalami *processing delay*. Setelah itu *entity* ditransfer ke *station* atau *server* berikutnya. **Gambar 5.7** menunjukkan Input program *Server Module*.



Server

Enter Data

Label: Station: markingblok Tran In...

Server Data

Resource: marking_R

Capacity Type: Schedule

Schedule: skedulweek Ignore

Process Time: marking_time

Leave Data

Tran Out... Count...

• Transport • StNm Seg Expr Connect

Station: cuttingblok

Schedule

Capacity Duration:

1,210 Add...

0,90

1,180 Edit...

0,960

Ok Delete

<End of list>

OK Cancel Help

Enter Data

Station	markingblok
Tran In...	
Transfer Type	Free Transporter
Unload Time	loading_unloading
Server Data	
Resource	marking_R
Capacity Type	Schedule
Process Time	marking_time
Schedule	
Capacity, Duration	1,210 0,90 1,180 0,960
Leave Data	
Transport,StNm	select
Station	cuttingblok
Tran Out...	





Transfer Type	
Request	<i>select</i>
Transporter	ohc1
Rule	Cyclical
Load Time	loading_unloading

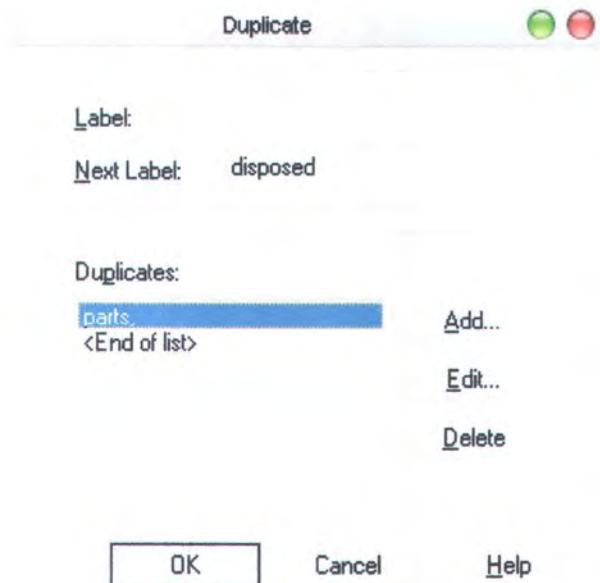
Gambar 5.7 Input program *Server Module*

Pada tahap ini, material plat yang masuk ke *server marking* kemudian diproses dengan *process time* menggunakan atribut waktu “*marking_time*” yang ada pada *Expression Module*. Setelah material selesai diproses kemudian ditransfer ke server *cutting* dengan menggunakan *transporter* ohc1.

- **Duplicate**

Modul *Duplicate* digunakan untuk memperbanyak entity asli dalam jumlah tertentu, untuk kemudian harga *entity* kreasi baru dikirim/dihubungkan ke modul yang selanjutnya. Adapun input *Duplicate Module* dapat dilihat pada

Gambar 5.8 berikut.





Next Label	Disposed
Duplicates	
Quantity	parts

Gambar 5.8 Input program *Duplicate Module*

Pada modul ini material yang dihasilkan dari *server cutting* akan mengikuti pola data sekunder yang didistribusikan pada atribut “*parts*”. Atribut ini dihubungkan dengan *Expressions Module*.

- *Transporter*

Modul ini digunakan untuk mendefinisikan *material handling* yang digunakan selama proses berlangsung. Digunakan untuk memindahkan *entity* dari server awal ke server berikutnya. Input *Transporter Module* dapat dilihat pada

Gambar 5.9 berikut.



Transporter

Transporter: forklift

Number of Units: 1

• Free Path
Guided Path

Distance Set: forklift_Dst

Velocity: 35

Transporter Schedule

✓ Based on Schedule

Inactive Station: plate_stockyard

Schedule:

1,210 Add...
0,90 Edit...
1,180
0,960
<End of list> Delete

Initial Position Status:

Station,plate_stockyard,Active
<End of list>

Ac
Ec
De

Statistics OK Cancel Help

Schedule... Options... Stats... Failure...

OK Cancel Help

Transporter	forklift
Number of Units	1
Free Path	select
Distance Set	forklift_Dst
Velocity	35
Initial Position Status	Station,plate_stockyard,Active
Schedule...	
Capacity,Duration	1,210 0,90 1,180 0,960

Gambar 5.9 Input program Transporter Module

Semua proses pemindahan material dari *server plate_stockyard* ke *station material_storage* menggunakan *forklift*. Sedangkan untuk proses transfer dalam bengkel menggunakan *overhead crane* yang diasosiasikan dengan transporter



ohc1, ohc2 dan ohc3. Setiap *transporter* mengikuti jam kerja/ *schedule* sesuai dengan yang ditentukan. Satuan kecepatan sama dengan satuan jarak per satuan waktu.

- *Depart*

Modul ini digunakan untuk membebaskan *entities* dari model. **Gambar 5.10** menunjukkan input *Depart Module*.

Depart

Enter Data

Label:	<input checked="" type="radio"/> Station	<input type="radio"/> Building_Berth	
	<input type="radio"/> Station Set		
	Station...	Trans In...	Options...
Count	Tally		
<input checked="" type="radio"/> Individual Counter	<input type="radio"/> Individual Tally		
<input type="radio"/> Counter Set Member	<input type="radio"/> Tally Set Member		
<input type="radio"/> None	<input checked="" type="radio"/> None		
Counter:	Block Building_berth ▾		
Increment:	1		

[OK](#) [Cancel](#) [Help](#)

Enter Data

Station	Building_Berth
Count	
Individual Counter	<i>select</i>
Counter	Block Building_berth
Increment	1

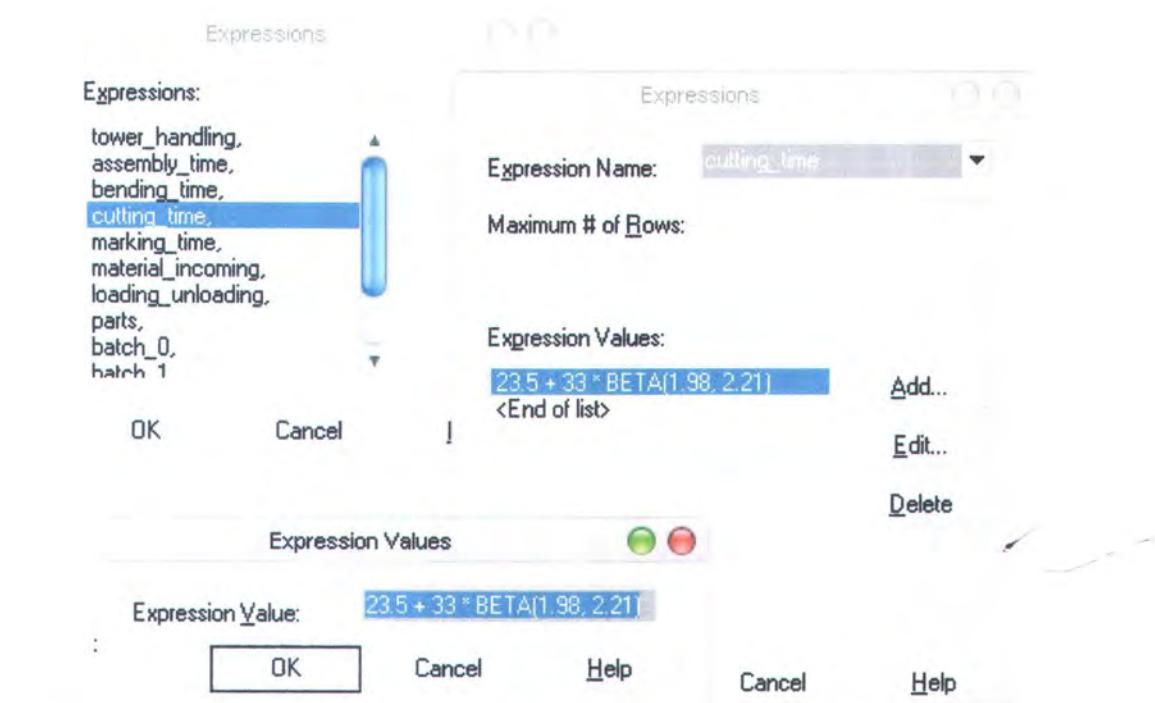
Gambar 5.10 Input program *Depart Module*



Modul depart ini digunakan untuk mengumpulkan dan mencatat jumlah blok kapal yang dibangun dan jumlah kapal yang direparasi.

- *Expressions*

Modul ini mengekspresikan harga tertentu dari modul-modul yang berhubungan dengannya. Input *Expression Module* dapat dilihat pada **Gambar 5.11** berikut.



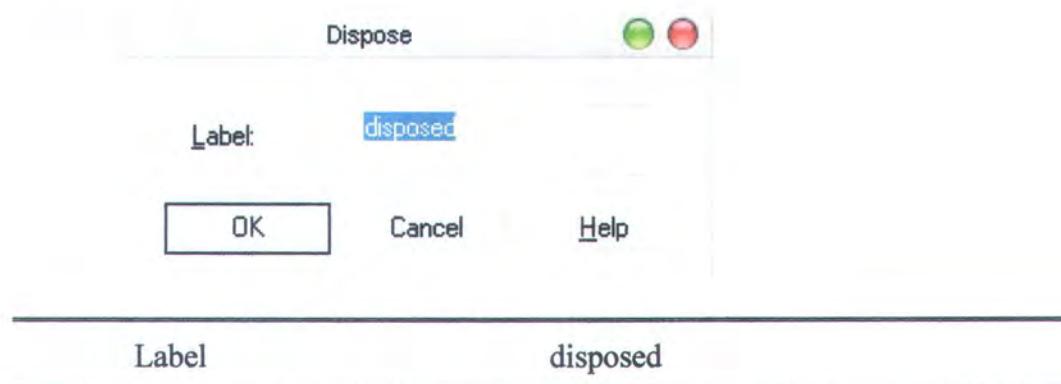
Gambar 5.11 Input program *Expressions Module*



Modul ini digunakan untuk mengumpulkan semua atribut-atribut yang digunakan dalam membangun model. Juga berguna dalam mempermudah pemeriksaan dan koreksi apabila terjadi kekeliruan dalam membangun model.

- *Dispose*

Setelah entity melewati modul *Duplicate* dan mengikuti distribusi sekunder yang diberikan pada atribut, maka entity pembangkit dibuang oleh modul karena tidak diperlukan lagi. Input *Dispose Module* dapat dilihat pada **Gambar 5.12** berikut.



Gambar 5.12 Input program *Dispose Module*

Pada modul ini, pembangkit data sekunder untuk material yang selesai diproses dari *server cutting* harus dibuang.

- *Simulate*

Modul ini menjelaskan jumlah replikasi simulasi yang diinginkan, waktu mulai replikasi, lama waktu replikasi, juga kondisi terminating tiap replikasi.

Gambar 5.13 menunjukkan input *Simulate Module*.



Simulate

Project

Title:

Analyst:

Date:

Replicate

Number of Replications: 10

Beginning Time: 0.0

Length of Replication: 432000

Terminating Condition:

Between Replications...

Initialize System

Initialize Statistics

Warm-Up Period:

OK Cancel Help

Replicate

Number of Replications	10
Beginning Time	0.0
Length of Replication	432000

Gambar 5.13 Input program *Simulate Module*

Model simulasi proses produksi di bengkel plat dan las Lambung Utara selengkapnya terdapat pada lampiran.

BAB VI

SIMULASI DAN ANALISIS MODEL



BAB VI

SIMULASI DAN ANALISIS MODEL

Model simulasi produksi bengkel plat dan las yang dirancang dalam Tugas Akhir ini merupakan model yang digunakan sebagai representasi sistem produksi yang sebenarnya di bengkel plat dan las di Lambung Utara. Model simulasi ini dapat digunakan sebagai alat bantu dalam melakukan analisis efisiensi peralatan *material handling* dan mampu menggambarkan kondisi dinamis sistem dengan adanya fluktuasi jumlah kapal yang direparasi dan jumlah blok kapal yang dibangun.

Hasil *running* pada simulasi produksi yang telah dirancang dan *running* simulasi produksi pada layout baru yang direncanakan, termasuk analisis efisiensi peralatan *material handling* akan diuraikan dalam bab ini. Juga akan diuraikan mengenai uji verifikasi model dengan tujuan membuktikan bahwa model program yang dibuat, sesuai dengan apa yang diinginkan dan yang dimaksudkan. Serta akan dijelaskan mengenai uji validasi model untuk mengetahui apakah model yang dibuat, dapat merepresentasikan sistem yang sebenarnya.

6.1 *Running Model Simulasi*

Model yang dibuat dijalankan dengan memberi input yang sama dengan kondisi sistem nyata. Data input yang digunakan pada simulasi ini adalah data sekunder dari departemen Rendal PT. Dok dan Perkapalan Surabaya. Data lengkap yang digunakan diambil dari data sekunder realisasi mulai bulan Januari 2003 sampai Desember 2003. Jenis simulasi yang dilakukan pada penelitian



Tugas Akhir ini adalah simulasi tipe *terminating*, yaitu menetapkan suatu interval waktu simulasi sampai suatu *event E* terjadi. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam menganalisa model.

Simulasi dilakukan selama 432000 menit, (300 hari kerja dalam setahun).

Hasil simulasi akan divalidasi pada tahap selanjutnya.

6.1.1 Verifikasi Model

Setelah menyelesaikan model simulasi, tahap selanjutnya adalah membuktikan bahwa model yang dibuat, sesuai dengan apa yang dimaksud dan yang diinginkan. Verifikasi simulasi dilakukan dengan membuat logika program yang benar dan sesuai dengan apa yang diinginkan. Contohnya dapat dilihat pada modul *chance entity*. Jumlah total *chance* pertama dan kedua pada pembagian entity masing-masing berjumlah 1.0.

6.1.2 Validasi Model

Sebelum eksperimen simulasi dilaksanakan, maka harus dilakukan pengujian terhadap validitas model simulasi yang dibuat. Validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah model yang dibuat dianggap telah merepresentasikan sistem nyata. Jika model simulasi telah diyakini valid, barulah pelaksanaan simulasi dan analisis dapat dilakukan. Jika sebaliknya, maka harus dilakukan perbaikan terhadap model.

Nilai yang menjadi parameter perbandingan adalah jumlah kapal reparasi dan blok kapal baru yang dibangun dalam setahun dengan output simulasi dalam



beberapa replikasi. Dalam kondisi riil, jumlah kapal yang direparasi sebanyak 90 kapal dan blok bangunan baru yang dibangun sebanyak 11 blok.

Tabel 6.1 berikut merupakan rangkuman jumlah kapal yang direparasi dan jumlah block kapal baru yang dibangun dari hasil output simulasi produksi bengkel plat dan las Lambung Utara dalam 10 kali replikasi.

Tabel 6.1 Output simulasi dalam 10 kali replikasi

Replikasi	Output Simulasi (Reparasi)	Output Simulasi (Blok)
1	92	10
2	90	11
3	88	12
4	92	10
5	85	12
6	89	11
7	89	12
8	86	12
9	91	12
10	89	12

Dengan menggunakan uji *one-sample T-test* yang tersedia pada *software SPSS 11.5*, maka diperoleh hasil uji *one-sample T-Test* seperti yang tertera pada **Tabel 6.2** dan **Tabel 6.3** berikut.

Tabel 6.2 Hasil Uji *One-Sample T-Test* untuk kapal reparasi

One Sample statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
REPAIR	10	89.10	2.331	0.737

*One-Sample Test*

	Test Value = 90					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
REPAIR	-1.221	9	0.253	-0.90	-2.57	0.77

Tabel 6.3 Hasil Uji *One-Sample T-Test* untuk blok kapal*One Sample statistics*

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BLOCK	10	11.40	0.843	0.267

One-Sample Test

	Test Value = 11					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
BLOCK	1.500	9	0.168	0.40	-0.20	1.00

Nilai T tabel diperoleh dari tabel nilai kritis distribusi t pada taraf keberartian ($1-\alpha$) 95% dengan derajat kebebasan (df) adalah $N-k$. Hipotesa nol diterima jika nilai T hitung \leq nilai T tabel atau nilai *significance level*-nya lebih dari nilai α . Dari **Tabel 6.2**, dapat diketahui bahwa nilai T hitung (-1.221) lebih kecil dari nilai T tabel (2.776) dan nilai *significance level*-nya (0.253) lebih besar dari nilai α (0,05) dan dari **Tabel 6.3**, didapat bahwa nilai T hitung (1.500) lebih kecil dari nilai T tabel (2.776) serta nilai *significance level*-nya (0.168) lebih besar dari nilai α (0,05). Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesa nol diterima, yang berarti tidak ada perbedaan rataan antara hasil simulasi dengan sistem riil. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa model simulasi valid dan dapat



digunakan sebagai representasi sistem dalam melakukan analisis performansi sistem.

6.1.3 *Running Simulasi*

Running simulasi untuk model awal dilakukan sesuai karakteristik model nyata, yaitu meliputi lama waktu *running* dan waktu awal dilakukan simulasi dan waktu simulasi selesai dalam satu sesi waktu atau hari. *Simulation clock* yang digunakan dalam simulasi ini adalah 24 jam atau 1440 menit. *Running* simulasi diatur dalam sebuah *schedule* kerja yang dimulai dari jam 08.00 pagi, istirahat dari jam 11.30-13.00, kemudian dilanjutkan sampai jam 16.00. Dari jam 16.00 sampai jam 08.00 keesokan harinya pekerjaan dianggap tidak ada. Total waktu yang dipakai/ disimulasikan setiap harinya adalah 6,5 jam atau 390 menit. Panjang simulasi dibuat 300 hari, yaitu total hari kerja dalam setahun di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya.

Pada *running* simulasi ini jumlah replikasi awal ditetapkan sebanyak 10 kali atau $n_o = 10$. Dalam menentukan jumlah replikasi ini, parameter yang digunakan adalah jumlah rata-rata kapal yang direparasi dan blok kapal baru yang dibangun hasil model simulasi dari **Tabel 6.2** dan **Tabel 6.3**, selang kepercayaan 95% ($\alpha = 5\%$) dan tingkat ketepatan relatif 10% ($\gamma = 0.1$). Nilai $\bar{X}(n)$ dan $\delta(n, \alpha)$ dapat dilihat pada **Tabel 6.4** berikut.

**Tabel 6.4** Nilai $\bar{X}(n)$ dan $\delta(n, \alpha)$ jumlah blok dan reparasi simulasi

Parameter	Jumlah kapal reparasi	Jumlah blok baru
$\bar{X}(n)$	89.1	11.4
$\delta(n, \alpha)$	0.383298	0.20480
$\delta(n, \alpha) / \bar{X}(n)$	0.004302	0.017965

Dari **Tabel 6.4** di atas, menunjukkan bahwa nilai parameter $\delta(n, \alpha) / \bar{X}(n)$ untuk masing-masing jumlah kapal reparasi (0.004302) dan jumlah blok baru (0.017965) lebih kecil dari nilai ketepatan relatif sebesar 10% ($\gamma=0.1$). Berdasarkan nilai ini, maka *running* simulasi dengan 10 kali replikasi sudah mencukupi dan tidak perlu ditambah lagi (**lihat sub bab 2.3.5**).

6.1.4 Analisis Utilitas Material handling Hasil Output Simulasi

Berdasarkan hasil output simulasi kita dapat melakukan analisis *performance material handling* yang terdiri atas *forklift* dan *overhead crane*.

6.1.4.1 Analisis Utilitas Forklift

Untuk forklift, *performance* yang akan dianalisa adalah *Utilization/busy time forklift*, yang merupakan waktu sibuk forklift dalam melakukan aktifitasnya.



- *Utilization / Busy Time Forklift*

Tabel 6.5 menunjukkan *utilization/ busy time average* dari forklift dalam selang waktu 6,5 jam perhari, 432000 menit/ 300 bulan untuk 10 kali replikasi simulasi.

Tabel 6.5 Utilization/ Busy Time Average Forklift

Replikasi	Busy Time Average Forklift tiap replikasi
Replikasi 1	0.03064
Replikasi 2	0.03134
Replikasi 3	0.03078
Replikasi 4	0.03031
Replikasi 5	0.02991
Replikasi 6	0.03013
Replikasi 7	0.03056
Replikasi 8	0.03046
Replikasi 9	0.03081
Replikasi 10	0.03051

Untuk mendapatkan harga rata-rata *busy time* forklift adalah dengan menghitung jumlah rata-rata utilitas forklift tiap replikasi dibagi dengan jumlah replikasi yaitu :

$$\frac{0.030 + 0.031 + 0.031 + 0.030 + 0.029 + 0.030 + 0.030 + 0.030 + 0.030}{10},$$

didapat $\frac{0.30545}{10}$ atau 0.030545. sebelum harga *busy time* dikalikan dengan 100%, harga tersebut mula-mula dibagi dengan nilai *forklift available*. Nilai *forklift available* adalah ketersediaan forklift untuk digunakan dalam sehari yang didapat dari pembagian jam pemakaian perhari (6,5 jam) dengan 24 jam, yaitu 0.27083. setelah dibagi dengan nilai *forklift available*, maka harganya dikalikan dengan 100% untuk mendapatkan utilitas forklift



$$\frac{0.030545}{0.27083} \times 100\% = 11,28\%$$

Angka ini didapat dengan asumsi bahwa forklift hanya melakukan proses pemindahan material dari gudang material ke bengkel plat dan las saja. Kemampuan forklift untuk melakukan aktifitas *material handling* lain dalam galangan tidak diperhitungkan. Kemampuan forklift memindahkan material plat ke bengkel mengikuti pola distribusi “ $1.02 + 3.55 * \text{BETA}(1.68, 1.87)$ ”

6.1.4.2 Analisis Utilitas *Overhead Crane*

Untuk *overhead crane*, *performance* yang akan dianalisis adalah *Utilization/ busy time foklift*, yang merupakan waktu sibuk *overhead crane* dalam melakukan aktifitasnya.

- *Utilization / Busy Time Overhead Crane*

Tabel 6.6 menunjukkan *utilization/ busy time average* dari 3 buah *overhead crane* di dalam bengkel untuk 10 kali replikasi simulasi.

Tabel 6.6 *Busy Time Average Overhead Crane*

Replikasi	<i>Busy Time Average Overhead Crane</i>		
	<i>Overhead Crane 1</i>	<i>Overhead Crane 2</i>	<i>Overhead Crane 3</i>
Replikasi 1	0.09204	0.23836	0.07605
Replikasi 2	0.09068	0.24083	0.07447
Replikasi 3	0.09023	0.23878	0.07221
Replikasi 4	0.09216	0.2393	0.07555
Replikasi 5	0.09025	0.23762	0.07466
Replikasi 6	0.09075	0.23885	0.07621
Replikasi 7	0.0916	0.23853	0.07369
Replikasi 8	0.0911	0.23759	0.07298
Replikasi 9	0.09002	0.23985	0.0749
Replikasi 10	0.09084	0.23913	0.07533
Jumlah	0.90967	2.38884	0.74605



Pada *Overhead Crane 1*, *busy time* rata-ratanya adalah $\frac{0.90967}{10} =$

0.0909. Nilai rataan ini kemudian dibagi dengan nilai *Overhead Crane Available* sebesar 0.27083. Setelah dibagi dengan nilai *Overhead Crane Available* kemudian dikalikan dengan 100% untuk mendapatkan utilitas *Overhead Crane 1*.

$$\frac{0.090967}{0.27083} \times 100\% = 33,59\%$$

Dengan prinsip yang sama, maka utilitas *Overhead Crane 2* adalah

$$\frac{2.38884}{10 \times 0.27083} \times 100\% = 85,20\%, \text{ dan utilitas } Overhead Crane 3 \text{ adalah}$$

$$\frac{0.74605}{10 \times 0.27083} \times 100\% = 27,55\%. \text{ Adanya perbedaan utilitas yang besar antara}$$

Overhead Crane 2 dengan *Overhead Crane 1* dan *Overhead Crane 3* dikarenakan pada model simulasi *Overhead Crane 2* melayani area kerja yang lebih luas dan jarak tempuh yang lebih panjang (*cutting-bending* dan *cutting-assembly*) dibandingkan *Overhead Crane 1* (*storage area-marking* dan *marking-cutting*) dan *Overhead Crane 3* (*bending-assembly* dan *assembly-tower crane*)

6.2 Pengembangan Layout Baru

Proses pengembangan dan perbaikan tata letak peralatan produksi dimulai dari melakukan analisis teknis terhadap layout lama dan kemudian dilakukan beberapa perubahan yang mengacu pada tujuan untuk meningkatkan produktifitas bengkel. Dalam pengembangan layout baru, terlebih dahulu dilakukan analisa regresi terhadap kapasitas produksi bengkel dalam beberapa tahun terakhir untuk

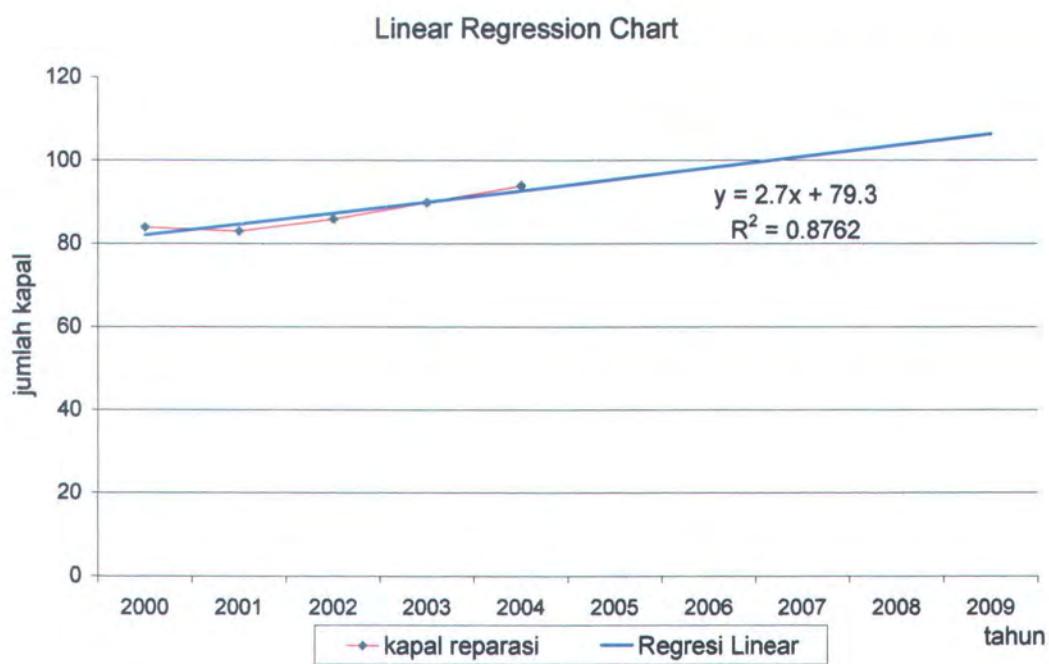


mendapatkan hasil peramalan rencana dan kebutuhan produksi dimasa yang akan datang (**Tabel 6.7**).

Tabel 6.7 Produktifitas bengkel plat dan las Lambung Utara

(x)	Tahun	jumlah	klasifikasi DWT				rata-rata DD (hari)
			GRT ≤ 1000	1001 \leq GRT ≤ 3000	3001 \leq GRT ≤ 6000	GRT > 6000	
1	2000	84	-	-	-	-	19
2	2001	83	-	-	-	-	18
3	2002	86	24	32	25	5	18
4	2003	90	22	34	25	9	16
5	2004	94	23	36	26	7	14

Kemudian dari data diatas, dilakukan peramalan akan kondisi yang akan dialami dan direncanakan dalam 5 tahun kedepan. Karena data yang diperoleh sedikit dan sederhana, maka metode peramalan yang digunakan adalah regresi linear seperti yang tampak pada **Gambar 6.1**. Dari hasil regresi didapatkan fungsi $y = 2,7x + 79,3$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar : 0,8762. Koefisien determinasi ini menunjukkan kedekatan nilai estimasi pada *trendline* cocok dengan data aktual.



Gambar 6.1 Regresi Linear Kapasitas Produksi

Dengan melakukan regresi, maka diperoleh data baru sebagai berikut

(**Tabel 6.8**):

Tabel 6.8 Data hasil regresi linear

(x)	tahun	Regresi linear (y)
6	2005	96
7	2006	98
8	2007	101
9	2008	104
10	2009	106

Dari data diatas, diketahui bahwa jumlah kapal yang direparasi akan mencapai rata-rata 106 buah pada tahun 2009. Sedangkan untuk pembuatan blok, diasumsikan terjadi kenaikan pembangunan 1 blok pertahun sehingga pada tahun 2009 pembuatan blok baru di bengkel plat dan las Lambung Utara diasumsikan telah mencapai 16 buah blok.



Setelah data regresi diketahui, maka dilakukan penghitungan material yang akan digunakan. Dari data yang dihimpun, pada tahun 2003 bengkel ini mengolah kurang lebih 2600 ton material plat dan profil. 1840 ton diantaranya untuk memenuhi kebutuhan reparasi kapal dan sisanya untuk membangun blok. Dari data diatas, diketahui bahwa setiap kapal menghabiskan rata-rata 20,4 ton untuk reparasi dan 69,1 ton untuk membangun tiap blok.

Dari hasil perhitungan rata-rata dan perencanaan kapasitas produksi, maka pada tahun 2009 diperkirakan material plat yang diolah akan mencapai 3320 ton. Bila jumlah hari kerja pertahun adalah 300 hari, maka beban kerja akan meningkat dan mencapai 10,56 ton perhari. Untuk itu perlu dilakukan analisa kapasitas peralatan produksi yang ada apakah sudah memenuhi beban kerja perhari pada tahun 2009 yang akan datang.

6.2.1 Analisis Kebutuhan Peralatan Produksi

1. Mesin roll pelat

Dengan kapasitas mesin yang mampu untuk mengolah 10-12 lembar pelat setiap harinya, maka dianggap dapat memenuhi beban kerja perhari sebesar 10,56 ton. Kemampuan mesin roll dibagi untuk pelat-pelat tipis 6-8 mm dan pelat 10-14 mm.

2. Mesin Potong Pelat

Dengan perhitungan waktu efektif 5 jam kerja perhari, maka *Optical Gas Cutter* mampu mengolah 4-9 lembar plat atau sekitar 9,5 ton perhari. Bila kemampuan mesin ini dikombinasikan dengan mesin potong manual



(scator tangan) yang diperkirakan mampu mengolah 3-4 lembar plat perhari, maka akan dapat memenuhi beban kerja perhari yang mencapai 10,56 ton.

3. Mesin *Bending* Pelat.

Untuk mengerjakan beban kerja perhari sebesar 10,56 ton, maka diperlukan minimal 2 unit mesin *bending*. 1 unit mesin berkapasitas 300 ton dan satu unit lagi berkapasitas 350 ton. Bila rata-rata waktu penggerjaan 40-60 menit dan waktu kerja efektif 5 jam perhari, maka 2 unit mesin ini akan mampu mengolah sekitar 16 ton atau 8-16 lembar plat.

4. Mesin Guillotine

Mesin ini digunakan untuk memotong plat tipis atau plat dengan bahan dasar aluminium, stainless, seng dengan cara dingin. Dalam layout lama, mesin ini jarang digunakan, tetapi tetap dibutuhkan. Kapasitas kerja mesin ini digabung dengan mesin *cutting*.

5. Mesin Plong

Dalam desain layout lama, terdapat 2 unit mesin plong yang juga jarang digunakan. Dalam layout baru, mesin ini juga disertakan karena tetap dianggap penting untuk mengolah material plat yang tidak dapat diolah dengan cara panas.

6. Mesin Las

Berdasarkan pengamatan, elektroda yang sering dipakai dalam penggerjaan pengelasan adalah elektroda berdiameter 3,2 mm, 4 mm dan 5



mm. Mesin las yang digunakan adalah mesin las berkapasitas 400 A dengan jumlah 67 unit. Mesin ini akan diletakkan di beberapa lokasi terutama di area *sub assembly* dan area *assembly*.

6.2.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Angkat dan Transportasi

Dalam perencanaan layout yang baru, peralatan angkat dan transportasi yang digunakan sama dengan yang digunakan pada layout yang lama dengan susunan sebagai berikut :

1. *Material handling* di dalam bengkel

- ♠ Untuk area *rolling, marking, cutting, bending* menggunakan OHC 5 ton.
- ♠ Untuk area *sub assembly 1, bending* 300 ton, dan *marshalling area* digunakan OHC 10 ton
- ♠ Untuk *assembly* dan *bending* 350 ton digunakan OHC 15 ton.
- ♠ Sebuah area *sub assembly 2* terpisah menggunakan OHC 3 ton.

2. *Material handling* di luar bengkel

- ♠ *Material handling* dari gudang material ke dalam bengkel menggunakan forklift.
- ♠ *Material handling* dari dalam bengkel ke *building berth* dan *floating dock* menggunakan *tower crane* atau *fegee crane*.

6.2.3 Layout dan Deskripsi Area Kerja

Deskripsi area kerja dalam layout baru adalah sebagai berikut :



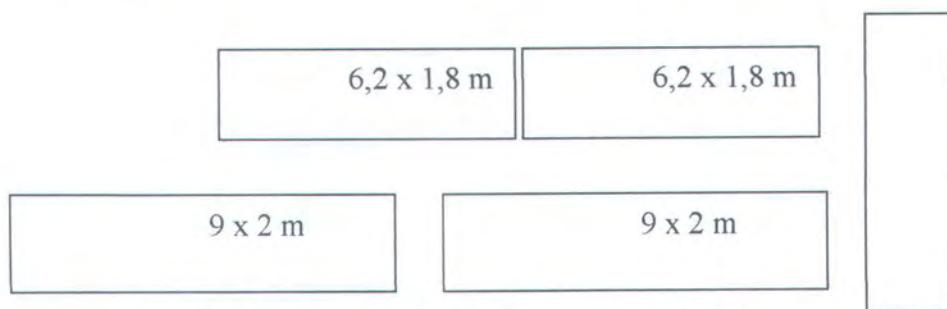
1. Area *rolling* material plat

Area ini berada di dekat pintu depan bengkel, dan dipisah menjadi 2 bagian.

Sebelah kiri digunakan untuk mengolah plat dengan ketebalan 10-14 mm dan mesin disebelah kanan untuk mengolah plat-plat tipis, dengan ketebalan maksimum 8 mm.

2. Area *marking* dan *cutting* manual.

Luas area ini dialokasikan 25×8 m. Pada area kerja ini diletakkan 5 buah meja kerja, 2 buah meja kerja berukuran 9×2 m dan 3 buah meja kerja berukuran $6,2 \times 1,8$ m. Tinggi meja kerja 1 m dengan konfigurasi meja seperti pada **Gambar 6.2** berikut :

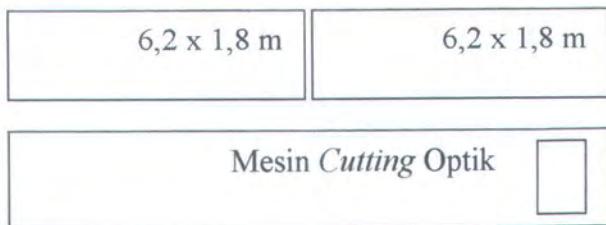


Gambar 6.2 Area *marking* dan *cutting* manual

3. Area *cutting* optik.

Luas area dialokasikan 14×8 m. Pada area ini terdapat 2 buah meja kerja dengan ukuran $6,2 \times 1,8$ m x 1 m. Konfigurasinya adalah seperti pada

Gambar 6.3 berikut :



Gambar 6.3 Area *cutting* optik

4. Area penumpukan material sementara

Luas area dialokasikan $9,5 \times 8$ m. Lokasinya berada tepat disebelah mesin *cutting* optik dan mesin roll.

5. Area *Sub assembly* 1

Luas area ini dialokasikan 22 m \times 8 m dengan tinggi meja kerja 50 cm. Area kerja ini berhadapan dengan mesin *guillotine* dan mesin *bending* berkapasitas 300 ton. Area kerja ini akan digunakan sebagai lokasi awal untuk merakit bagian-bagian kecil sebelum dikirim ke area *assembly* atau diletakkan di *buffer area*.

6. *Marshalling/ Buffer Area*

Terdapat 3 lokasi berbeda yang saling berdekatan sebagai area *marshalling* material dan unit-unit reparasi sebelum dikirim ke area selanjutnya untuk diolah. Luas area masing-masing dialokasikan 16 m \times 8 m, 23 m \times 8 m dan 13 m \times 8 m. Lokasinya diletakkan berdekatan dengan rel lori dan area *assembly*.



7. Area Sub assembly 2

Area ini berada terpisah dari struktur bengkel utama. Luas area dialokasikan 17m x 6m. Area kerja ini digunakan baik untuk reparasi dan bangunan baru. Sebuah *overhead crane* dengan kapasitas 3 ton digunakan untuk melayani area kerja ini.

8. Area Assembly

Area *assembly* dialokasikan seluas 36m x 8 m dengan tinggi meja kerja 50cm. Area ini berada disebelah kanan bengkel berdekatan dengan pintu keluar sebelah kanan yang mempermudah untuk mengeluarkan unit-unit yang telah direparasi. Area kerja ini digunakan sebagai tempat untuk merakit seksi-seksi yang telah dikerjakan di area *sub assembly* menjadi blok kapal.

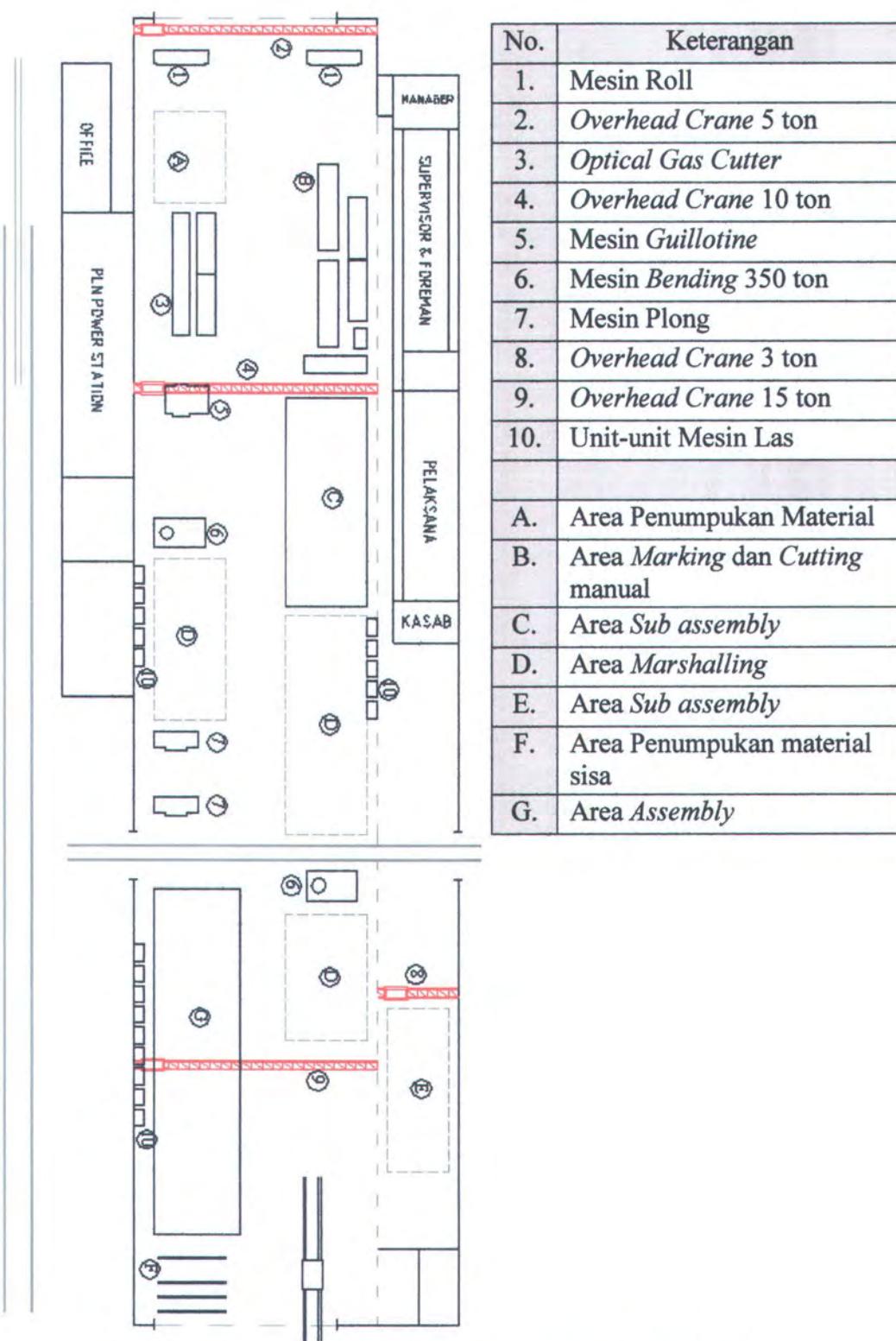
9. Area Penumpukan material sisa

Lokasi area ini terletak di bagian belakang susunan bengkel secara keseluruhan. Luas area yang dialokasikan 8m x 8m.

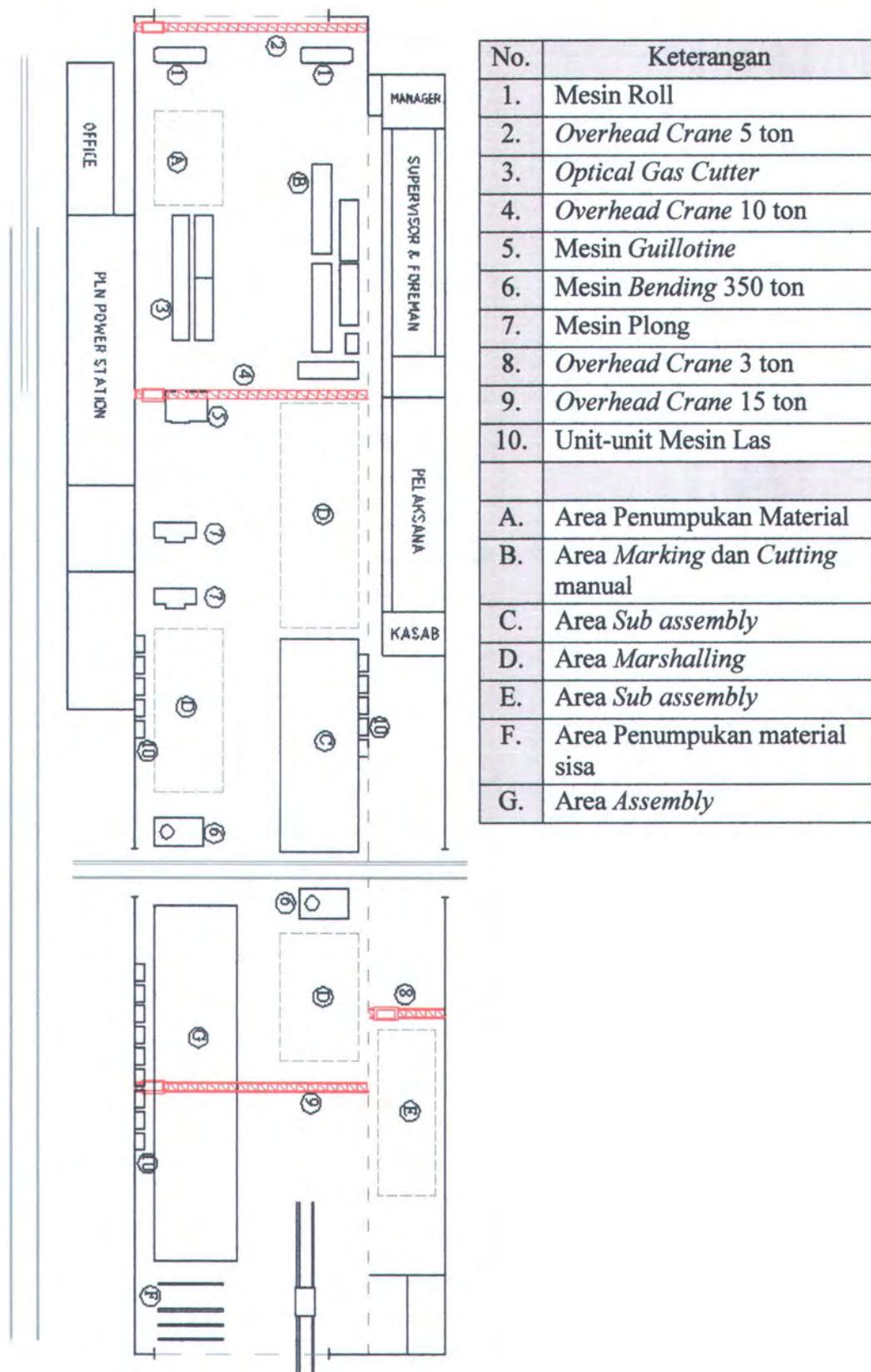
Dalam pengembangan layout, akan dibuat 2 buah alternatif layout seperti pada **Gambar 6.4** dan **Gambar 6.5** yang mana output hasil simulasinya akan dianalisis dan dibandingkan untuk mencari tingkat utilitas yang diinginkan.



Kedua rencana layout selengkapnya adalah sebagai berikut :



Gambar 6.4 Layout 1 hasil pengembangan dan perbaikan

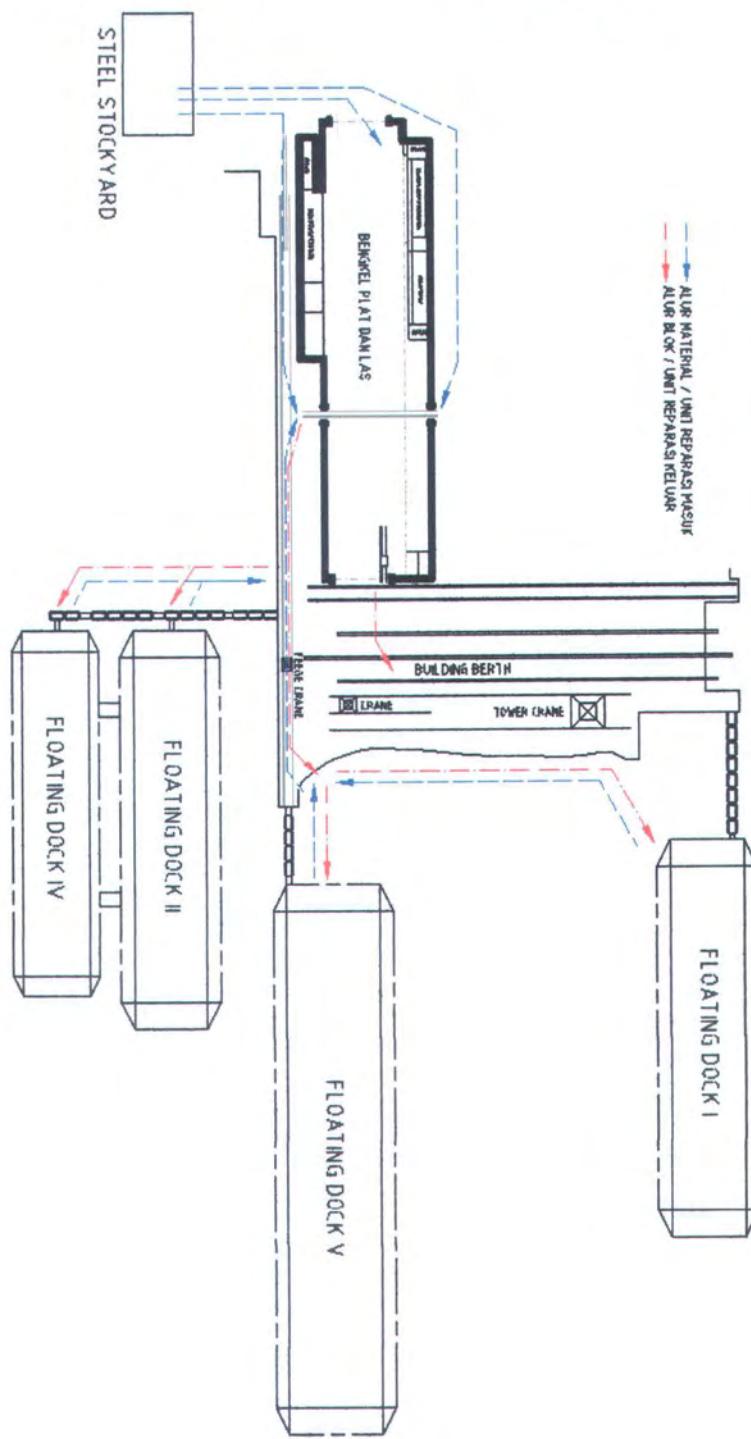


Gambar 6.5 Layout 2 hasil pengembangan dan perbaikan



6.2.4 Aliran Material

Alur aliran material dari *plate stockyard* ke bengkel dan dari bengkel ke *building berth* atau *floating dock* digambarkan seperti pada **Gambar 6.6** berikut :



Gambar 6.6 Aliran Material



6.2.5 Pengembangan Model Simulasi Layout Baru

Dalam pembuatan model simulasi untuk layout baru, dilakukan beberapa penyesuaian yang terkait dengan rencana produksi dan kapasitas peralatan produksi yang digunakan.

Pada model simulasi dengan layout lama, *resource* mesin *bending* yang digunakan adalah 1 unit sedangkan pada layout yang dikembangkan, kapasitas atau *resource* mesin *bending* yang digunakan sebanyak 2 unit. juga adanya perbedaan jumlah material yang diolah dan jarak antar kedatangan material.

6.2.6 Analisis Utilitas *Material handling* Model Layout 1

Berdasarkan hasil output simulasi kita dapat melakukan analisis utilitas *material handling* yang terdiri atas *forklift* dan *overhead crane*.

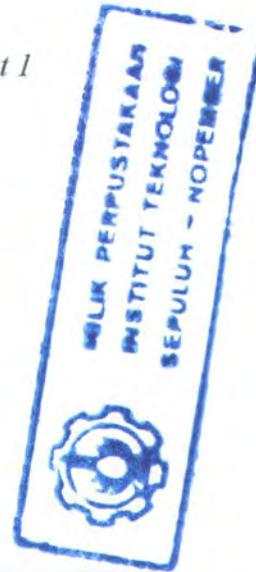
6.2.6.1 Analisis Utilitas *Forklift*

Untuk *forklift*, *performance* yang akan dianalisa adalah *Utilization/busy time forklift*, yang merupakan waktu sibuk *forklift* dalam melakukan aktifitasnya.

- *Utilization / Busy Time Forklift*

Tabel 6.9 Utilization/ Busy Time Average Forklift Layout 1

Replikasi	Busy Time Average Forklift tiap replikasi
Replikasi 1	0.03881
Replikasi 2	0.03897
Replikasi 3	0.03955
Replikasi 4	0.04033
Replikasi 5	0.03977
Replikasi 6	0.04034
Replikasi 7	0.0407
Replikasi 8	0.03841





Replikasi 9	0.04059
Replikasi 10	0.04041

Tabel 6.9 menunjukkan *utilization/ busy time average* dari *Forklift* pada layout 1 dalam selang waktu 6,5 jam perhari, 432000 menit/ 300 bulan untuk 10 kali replikasi simulasi

Untuk mendapatkan harga rata-rata *busy time* forklift adalah dengan menghitung jumlah rata-rata utilitas forklift tiap replikasi dibagi dengan jumlah replikasi yaitu :

$$\frac{0.038 + 0.038 + 0.039 + 0.040 + 0.039 + 0.040 + 0.040 + 0.038 + 0.040 + 0.040}{10},$$

didapat $\frac{0.39788}{10}$ atau 0.039788. nilai ini kemudian dibagi nilai *forklift available*

sebelum dikalikan dengan 100%. Nilai *forklift available* adalah ketersediaan forklift untuk digunakan dalam sehari yang didapat dari pembagian jam pemakaian perhari (6,5 jam) dengan 24 jam, yaitu 0.27083. utilitas forklift adalah:

$$\frac{0.039788}{0.27083} \times 100\% = 14,69\%$$

6.2.6.2 Analisis Utilitas *Overhead Crane*

Untuk *overhead crane*, *performance* yang akan dianalisis adalah *Utilization/ busy time ohc*, yang merupakan waktu sibuk *overhead crane* dalam melakukan aktifitasnya.



- *Utilization / Busy Time Overhead Crane*

Tabel 6.10 menunjukkan *utilization/ busy time average* dari 3 buah *overhead crane* pada layout 1 untuk 10 kali replikasi simulasi.

Tabel 6.10 *Busy Time Average Overhead Crane Layout 1*

Replikasi	Busy Time Average Overhead Crane		
	Overhead Crane 1	Overhead Crane 2	Overhead Crane 3
Replikasi 1	0.16919	0.22317	0.07832
Replikasi 2	0.16706	0.22436	0.07683
Replikasi 3	0.16741	0.22382	0.07621
Replikasi 4	0.16917	0.22599	0.07605
Replikasi 5	0.1691	0.22279	0.08012
Replikasi 6	0.16962	0.22405	0.07702
Replikasi 7	0.16753	0.22531	0.07722
Replikasi 8	0.17086	0.22322	0.08044
Replikasi 9	0.16909	0.22394	0.07853
Replikasi 10	0.17044	0.22719	0.08036
Jumlah	1.68947	2.24384	0.7811

Pada *overhead crane 1*, *busy time* rata-ratanya adalah $\frac{1.168947}{10 \times 0.27803} \times 100\% = 62,38\%$.

Dengan prinsip yang sama, maka utilitas *Overhead Crane 2* adalah

$$\frac{2.24384}{10 \times 0.27803} \times 100\% = 82,85\%, \text{ dan utilitas } Overhead Crane 3 \text{ adalah}$$

$$\frac{0.7811}{10 \times 0.27803} \times 100\% = 28,84\%.$$

6.2.7 Analisis Utilitas Material Handling Model Layout 2

6.2.7.1 Analisis Utilitas Forklift

Untuk *forklift*, *performance* yang akan dianalisa adalah *Utilization/busy time forklift*, yang merupakan waktu sibuk *forklift* dalam melakukan aktifitasnya.



- *Utilization / Busy Time Forklift*

Tabel 6.11 Utilization/ Busy Time Average Forklift Layout 2

Replikasi	Busy Time Average Forklift tiap replikasi
Replikasi 1	0.03881
Replikasi 2	0.03897
Replikasi 3	0.03955
Replikasi 4	0.04033
Replikasi 5	0.03977
Replikasi 6	0.04034
Replikasi 7	0.0407
Replikasi 8	0.03841
Replikasi 9	0.04059
Replikasi 10	0.04041

Tabel 6.11 menunjukkan *utilization/ busy time average* dari *Forklift* pada layout 2 dalam selang waktu 6,5 jam perhari, 432000 menit/ 300 bulan untuk 10 kali replikasi simulasi

Untuk mendapatkan harga rata-rata *busy time* forklift adalah dengan menghitung jumlah rata-rata utilitas forklift tiap replikasi dibagi dengan jumlah replikasi yaitu :

$$\frac{0.038 + 0.038 + 0.039 + 0.040 + 0.039 + 0.040 + 0.040 + 0.038 + 0.040 + 0.040}{10},$$

didapat $\frac{0.39788}{10}$ atau 0.039788. nilai ini kemudian dibagi nilai *forklift available* sebelum dikalikan dengan 100%. Nilai *forklift available* adalah ketersediaan forklift untuk digunakan dalam sehari yang didapat dari pembagian jam pemakaian perhari (6,5 jam) dengan 24 jam, yaitu 0.27083. utilitas forklift adalah:

$$\frac{0.039788}{0.27083} \times 100\% = 14,69\%$$



6.2.7.2 Analisis Utilitas *Overhead Crane*

Untuk *overhead crane*, *performance* yang akan dianalisis adalah *Utilization/ busy time ohc*, yang merupakan waktu sibuk *overhead crane* dalam melakukan aktifitasnya.

- *Utilization / Busy Time Overhead Crane*

Tabel 6.12 menunjukkan *utilization/ busy time average* dari 3 buah *overhead crane* pada layout 2 untuk 10 kali replikasi simulasi.

Tabel 6.12 *Busy Time Average Overhead Crane Layout 2*

Replikasi	Busy Time Average Overhead Crane		
	Overhead Crane 1	Overhead Crane 2	Overhead Crane 3
Replikasi 1	0.15919	0.21405	0.06832
Replikasi 2	0.14706	0.21531	0.05683
Replikasi 3	0.14741	0.21322	0.05621
Replikasi 4	0.14250	0.22394	0.04938
Replikasi 5	0.13743	0.22599	0.04845
Replikasi 6	0.13295	0.22279	0.04035
Replikasi 7	0.15753	0.21317	0.06722
Replikasi 8	0.15086	0.22436	0.06044
Replikasi 9	0.14242	0.22382	0.05186
Replikasi 10	0.16044	0.21599	0.07036
Jumlah	1.47780	2.19264	0.56943

Pada *overhead crane 1*, *busy time* rata-ratanya adalah $\frac{1.47780}{10 \times 0.27803} \times 100\% = 54,57\%$. Dengan prinsip yang sama, maka utilitas *Overhead Crane 2* adalah

$$\frac{2.19264}{10 \times 0.27803} \times 100\% = 80,96\%, \text{ dan utilitas } Overhead Crane 3 \text{ adalah}$$

$$\frac{0.56943}{10 \times 0.27803} \times 100\% = 21,03\%.$$



Data teknis bengkel plat dan las Lambung Utara yang telah dimasukkan sebelumnya memungkinkan untuk memperkirakan efisiensi kerja pada bengkel kerja dan juga efektifitas bengkel-bengkel baru yang direncanakan atau perbaikan bengkel yang ada seperti pada Layout 1 (**Gambar 6.4**) dan Layout 2 (**Gambar 6.5**).

Pada kedua layout yang direncanakan, terjadi kenaikan utilitas *forklift* dan *overhead crane*. Kenaikan utilitas yang cukup signifikan dialami oleh *overhead crane 1*. Hal ini disebabkan naiknya jumlah material plat yang diproses, jarak antar stasiun kerja yang tidak terlalu jauh dan menerima sebagian beban kerja dari *overhead crane 2*. Pada *overhead crane 2*, tampak adanya penurunan utilitas peralatan. Hal ini disebabkan semakin dekatnya jarak antara stasiun kerja yang dilayani sehingga waktu tempuh semakin singkat. Pemindahan sebagian beban kerja ke *overhead crane 1* agar dapat memindahkan semua material yang diproses juga turut berpengaruh. Pada *overhead crane 3* kenaikan utilitas tidak terlalu signifikan, karena jarak antar stasiun kerja semakin dekat meskipun adanya kenaikan beban kerja akibat naiknya jumlah material yang diproses.

Dari perbandingan kedua output simulasi berdasarkan tingkat utilitas material handling dan kemampuan bengkel dalam memenuhi kapasitas produksi yang direncanakan, maka yang dianggap terbaik adalah layout 1. Pada layout 1, rata-rata jumlah kapal yang direparasi adalah berkisar 106 kapal dan membangun sekitar 16 blok kapal per tahunnya. Hasil ini sesuai dengan rencana kapasitas produksi untuk 5 tahun yang akan datang.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan simulasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisis, layout bengkel plat dan las Lambung Utara saat ini masih dapat dikembangkan/ diubah sesuai rencana kapasitas produksi. Perubahan layout juga mengakibatkan *material flow* berlangsung lebih baik.
2. Berdasarkan hasil output simulasi, kenaikan utilitas peralatan *material handling* dalam bengkel pada layout 1 lebih besar daripada layout 2. Pada layout 1, utilitas *overhead crane* 1 akan mencapai 62,38 %, sedangkan pada layout 2 utilitas *overhead crane* ini hanya mencapai 54,57 %. Kemampuan reparasi dan pembangunan bloknya juga mampu memenuhi kapasitas produksi yang direncanakan, sehingga layout 1 dipilih sebagai alternatif yang terbaik.
3. Berdasarkan analisis performance peralatan *material handling* saat sekarang dari hasil output simulasi, didapatkan *busy time forklift* sebesar 11.28 %, angka tersebut termasuk harga dalam kategori rendah. Rendahnya *busy time forklift* disebabkan karena penghitungan hanya dilakukan pada proses *material handling* dari gudang material ke bengkel plat dan las Lambung Utara.



-
4. Tata letak peralatan produksi yang dikembangkan berdasarkan rencana kapasitas produksi di masa yang akan datang dianggap mampu memenuhi kebutuhan produksi ditinjau dari kapasitas peralatan produksi dan utilitas *material handlingnya*.

7.2 Saran

Saran yang diajukan di bawah ini merupakan rekomendasi yang diberikan oleh penulis berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

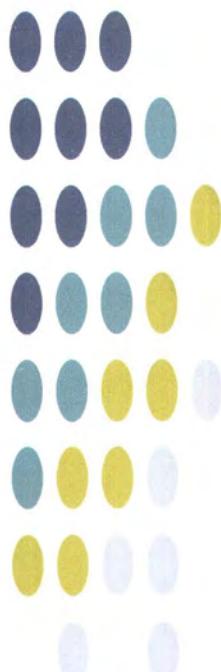
1. Model simulasi yang dikembangkan belum dapat mewakili pola gerakan dan layanan *material handling* yang sebenarnya (dinamis). Di dalam model simulasi, *material handling* dianggap statis karena hanya melayani arus pemindahan berdasarkan jarak antar stasiun yang didefinisikan. Oleh karena itu pemodelan yang lebih realistik perlu dikembangkan untuk mensimulasikan gerakan peralatan *material handling* tersebut.
2. Layout bengkel plat dan las Lambung Utara PT. Dok dan Perkapalan Surabaya perlu diperbaiki dengan cara mengubah susunan tata letak peralatan produksinya agar dapat mengurangi arus balik material dan memenuhi kapasitas produksi yang direncanakan.
3. Dibutuhkan data yang lebih banyak untuk menggambarkan distribusi “process time” yang lebih riil pada setiap peralatan produksi.
4. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengkaji aspek biaya dari proses *material handling* dan rencana re-layout bengkel plat dan las Lambung Utara.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Data Kapal Reparasi tahun 2002-2004





PT. DPS

tahun 2002

NO	NAMA KAPAL	ORDER	PEMILIK	KET
1	KM.MEDAN EXPRESS	02001	PT.JALANIDI TRANS	
2	KMP.MERAK INDAH-I	02002	PT.RUSIANTO BERSAUDARA	
3	KM.CARAKA JAYA N.III-04	02003	PT.PELNI	
4	KM.ADHIGUNA NUGRAHA-I	02004	PT.BAHTERA ADHIGUNA	
5	KM.HANDAL SAKTI-I	02005	PT.PEL.HANDAL SAKTI	
6	BARGE D & R - 21	02006	PT. ALICO	
7	KM.PRATIWI SATU	02007	PT.SPIL	
8	MT. BEST-V	02008	PT.BINTANG ERA SINAR/T	
9	KT.ANOMAN - II	02009	PELINDO-III	
10	KMP.DHARMA FERRY	02010	PT. DHARMA LAUTAN UTAMA	
11	KMP.BARUNA EXPLORER	02011	PT. WISATA TIRTA BARUNA	
12	KMP.SATYA DHARMA	02012	PT. DHARMA LAUTAN UTAMA	
13	MT.ANGELIA-XVI	02013	PT. ARMADA BUMI PRATIBI.L	
14	KM.SINAR SEJATI	02014	PT. DILLAH SAMUDERA	
15	KM.TELOK TRIMA	02015	PEL. NUSA TENGGARA	
16	KM.AYUMAS SAMUDERA	02016	PT. GURITA LINTAS SAMUDRA	
17	KM.CARAKA JAYA N.III - 24	02017	PEL. MERATUS	
18	MT.PANN OIL - 09	02018	PT.PANN MARITIM	
19	KMP.DHARMA KENCANA	02019	PT. DHARMA LAUTAN UTAMA	
20	KMP.EDHA	02020	PT. LINTAS SARANA.S	
21	KM.TATAMAILAU	02021	PT. PELNI	
22	KMP.GAJAH MADA	02022	PT. A.S.D.P	
23	KM.MANDIRI SATU	02023	PT. GURITA LINTAS SAMUDRA	
24	BARGE NIAGA	02024	PT. BAHTERA ADH.	
25	BARGE CSK-VI	02025	PT. ALICO	
26	KM.MARINA MAS	02026	PEL.MERATUS	
27	TB.ERSIHAN JUMBO	02027	PT. ARMADA ARUNG .S	
28	KM. CANNA	02028	PT. SPIL	
29	BARGE HARUM - II	02029	PT. TANITO HARUM	
30	KM.KARUNIA SEJATI	02030	PT. ISA LINE	
31	KM.SAMARINDA EXPRESS	02031	PT. RUSIANTO BERSAUDARA	
32	BG. ARUNG PERKASA - 04	02032	PT. ARMADA ARUNG .S	
33	KM. MANDIRI - V	02033	PT. GURITA LINTAS SMD.	
34	KMP. RODHITA	02034	PT. ASDP (LEMBAR)	
35	KMP. T U N A	02035	PT. ASDP (BAJO'E)	
36	KM. SURABAYA EXPRESS	02036	PT. S.B.A	
37	MT. SEKAR LAUT	02037	PT. HARUMAX PYK	
38	KM.BESAKIH	02038	PT. NUSA TENGGARA	
39	MT. ADHITAMA - X	02039	PT. ARMADA BUMI P.L	
40	MT. SOECHI LESMANA	02040	PT. ARMADA BUMI P.L	
41	KM.FILAOS	02041	PT. SPIL	
42	KMP.JATRA - I	02042	PT. ASDP	
43	KM.SATRIA	02043	PT. BERLIAN TIRTA LESTARI	
44	KMP.NUSA WANGI-I	02044	KAAP NUSA WANGI	
45	KM.BUKIT RAYA	02045	PT.PELNI	
46	KM.CARAKA JAYA N.III-01	02046	PT.PELNI	
47	KM.PULAU TOGIAN	02047	PT. DILLAH SAMUDERA	

48	KM.BAYU PRIMA	02048	PT. SPIL
49	MV.BUDY RACHMADI	02049	PT.GURITA LINTAS.L
50	KM.PANGRANGO	02050	PT.PELNI
51	KM.SAMARINDA EXPRES-1	02051	PT.RUSIANTO BERSAUDARA
52	MT.KARMILA /P.58	02052	PT. PERTAMINA
53	KM.TONASA BARU	02053	PT.TONASA LINE
54	KM.MANGKAJANG PERMAI	02054	PT.SAMUDERA ALAM RAYA
55	MV.MANDIRI-III	02055	PT.GURITA LINTAS.L
56	FC.DWI PANGGA	02056	PT.PERTAMINA
57	KMP.UMAKALADA	02057	PT.ASDP
58	KMP.BAKAHUNI	02058	PT.ASDP
59	LCT. ARJUNA	02059	PT.LINTAS SARANA
60	KM.KINTAMANI	02060	PT.NUSA TENGGARA LINES
61	KM.PAGARUYUNG LIMA	02061	PT. PAGARUYUNG LINES
62	KM.DOS ORIENTE	02062	PT.SPIL
63	KM.JUPITER BARU	02064	PT. SPIL
64	MT. GOLDEN PEARL-XIV	02065	PT.A.B.P.L
65	KM.CARAKA JAYA III - 26	02066	PT. ISA LINES
66	KM.T B N - II KM.CJY.N.III-9	02067	PT. SPIL
67	KM.PATRIOT	02068	PT. BERLIAN TIRTA LEST.
68	KM.CARAKA JAYA.N.III-16	02070	PT. ISA LINES
69	BG.OCEAN BEAUTY	02071	PT.TANITO HARUM
70	KM.MELINA	02072	PT.PEL.MERATUS
71	KM.SINAR SONA	02073	PT.PEL.LAUT BARU
72	KM.ARMADA JUWITA	02074	PT.ALUR KAPUAS
73	KM.CARAKA JAYA III - 21	02075	PT.PAGARUYUNG
74	KM.MARTHA DUA	02076	PT. M A R S
75	BG.ROBBY - 37	02077	PT.RUSIANTO.CS
76	KM.MERDEKA	02078	PT. JASA BAHTERA
77	KM.BUDHI PERKASA	02080	PT.BUDHI SEGARA LINES
78	TK.BAHTERA ADHIGUNA-I	02081	PT.PEL.BAHTERA ADH.
79	KM.PANGESTU	02082	PT.JASA BAHTERA
80	BG.HARUM - I	02083	PT.TANITO HARUM
81	KM.MARINA	02084	PT.PEL.MERATUS
82	MT.STEPHANIE - XVIII	02085	PT.A.B.P.L
83	MT.BOB0 - IV	02086	PT. APBL
84	CB.PELANGI BRAVO	02087	PT. PELANGI NIAGA
85	KM. DOS ORIENTE	02088	PT. S P I L
86	KM. SAFIRA NUSANTARA	02089	PT. PRIMA VISTA



PT. DPS

tahun 2003

NO	NAMA KAPAL	ORDER	PEMILIK	KET
1	KM. LUCKY PASIFIC	03001	PT. ANUGRAH MAKMUR	
2	LCT. TRISNA DWITYA	03002	PT. LINTAS SARANA NUST.	
3	KM. KAMANDALU	03003	PT. PEL.NUSA TENGGARA	
4	KMP. PRATHITA - IV	03004	PT. A S D P	
5	KM. TRISAKTI	03005	PT. BAHANA UTAMA LINES	
6	CB. INDO PRESTASI	03006	PT. INDO STRAITS	
7	TB. BURONG KAKAK	03007	PT. INDO STRAITS	
8	KM. SURYA KARTIKA	03008	PT. PEL. S U R Y A	
9	MT. EASTERN BRIGHT	03009	PT. A P B L	
10	KM. CARAKA JAYA N. III - 25	03011	PT. CARAKA TIRTA KENCANA	
11	KM. SULAWESI EXPRESS	03012	PT. S. B. A.	
12	KM. TILONG KABILA	03013	PT. P E L N I	
13	TK. ROBBY 73	03014	PT. MITRA BAHTERA SEGARA S.	
14	KM. A W U	03015	PT. P E L N I	
15	BG. TIONGWOON	03016	PT. BINTANG BARUNA ADIL S.	
16	KM. ANUGRAH NUSANTARA	03017	PT. ANUGRAH MAKMUR S.	
17	MT. K U A N G	03018	PT. PERTAMINA	
18	KM. BINAIYA	03019	PT. P E L N I	
19	BG. EMERALD - 1	03020	PT. RUSIANTO CS.	
20	MT. MERBAU	03021	PT. PERTAMINA	
21	KM. MARGA JAYA	03022	PT. S. B. A.	
	EX. KM. ORION PRIMA			
22	BG. JL - 06	03024	PT. RUSIANTO CS.	
23	KM. SEMANGAT LESTARI	03025	PT. JASA BAHTERA.M	
24	MT. KETALING	03026	PT. PERTAMINA	
25	KMP. RODHITA	03027	PT. A S D P - LEMBAR	
26	MT. PERSADA JAYA	03028	PT. SAMUDRA LP.	
27	TB. BAHARI PERDANA	03029	PT. BAHARI PERDANA	
28	KM. DANAU LIMBOTO	03030	PT. H.SYAIFUDDIN	
29	TB. BIMA - IV	03031	PT. PELINDO - III	
30	MV. SALINDO PERDANA - I	03032	PT. GURITA LINTAS SAMUDRA	
31	SV. PS - 03	03033	PT. PERTAMINA TONGKANG	
32	TB. BOMAS MULIA	03034	PT. PULAU SEROJA JAYA	
33	KM. SIRIMAU	03035	PT. P E L N I	
34	KMP. E D H A	03036	PT. LINTAS SAMUDRA NUSANTARA	
35	KRI. TELUK PARIGI - 531	03037	PT. GEMINI GEMILANG	
36	KM. LEUSER	03038	PT. P E L N I	
37	KM. MAKASAR EXSPRESS	03039	PT. MERATUS	
38	KM. MELIA EXSPRESS	03040	PT. MERATUS	
39	KM. KAMASAN	03041	PT. NUSA TENGGARA	
40	KM. DHARMA KENCANA	03042	PT. DHARMA LAUTAN UTAMA	
41	KM. ANUGRAH EXPRESS	03043	PT. ANUGRAH MAKMUR	
42	TB. BIMA - V	03045	PT. PELINDO - III	
43	MT. B E S T - III	03046	PT. BINTANG EST.	
44	KM. CARAKA JAYA N. III - 19	03047	PT. S P I L	
45	KM. PULAU SAYANG	03048	PT. S P I L	
46	KM. KARUNIA	03049	PT. BINTANG TIMUR	
47	KM. ARTHA SAMUDRA	03050	PT. ARTA SAMUDRA	

48	TB. SWISCO	03051	PT. MITRA BAHTERA SEGARA S.	
49	KM. PEMUDA	03052	PT. SPIL	
50	BG. BLORO - 18	03053	PT. RUSIANTO CS.	
51	KM. PULAU PANJANG	03054	PT. SPIL	
52	KM. CARAKA JAYA N. III - 2	03055	PT. MERATUS	
53	RIG. HIBISCUS	03056	PT. HITEC	
54	MT. TIRTA NIAGA - VIII	03057	PT. RAPLES SM.	
55	KM. FLORIDA	03058	PT. JASA BM.	
56	BG. R M N - 316	03059	PT. KARTIKA SAMUDRA	
57	KM. BANGUN LUAS	03060	PT. LUAS LINTAS LINE	
58	KM. MELITA	03061	PT. MERATUS	
59	MT. TIRTA NIAGA - I	03062	PT. RAFLES	
60	KM. CARAKA JAYA N. III - 6	03063	PT. PEL. SURYA	
61	KM. PANGESTU	03064	PT. JASA BAHTERA	
62	KM. E G O N	03065	PT. PELNI	
63	TK. ASIA RIDER	03066	PT. RUSIANTO CS.	
64	TB. HERCULES - II	03067	PT. RUSIANTO CS.	
65	KM. SURYA KARYA	03068	PT. PEL. SURYA	
66	KMP. ILLEMANDIRI	03069	PT. ASDP	
67	TK. M M S - 1	03070	PT. RUSIANTO CS.	
68	KM. MELINDA SEJATI	03071	PT. ANUGERAH MAKMUR. S	
69	KM. SAMARINDA EXPRESS-1	03072	PT. RUSIANTO CS.	
70	KM. TANJUNG PERMAI	03073	PT. SAMUDRA ALAM RAYA	
71	KMP. TRISILA BHAKTI	03074	PT. PEL. TRISILA LAUT	
72	BG. LABUHAN	03075	PT. MITRA B.S.S	
73	KM. KELIMUTU	03076	PT. PELNI	
74	KFC. AMBULU	03077	PT. ASDP	
75	KM. MUTI'A LADJONI EX. SIDUAR	03078	PT. SURYA B.T	
76	BG. SSP - 888	03079	PT. RUSIANTO BERSAUDARA	
77	KMP. UMAKALADA	03080	PT. ASDP	
78	KM. MULTIGUNA	03081	PT. PEL. MERATUS	
79	KM. TATAMAILAU	03082	PT. PELNI	
80	KM. KALIMANTAN PASIFIC	03084	PT. PEL. S.B.A	
81	BG. DAILAILAH	03085	PT. JASA BAHTERA	
82	BG. ARUNG PERKASA - II	03086	PT. ARMADA ARUNG PERKASA	
83	KM. BANYUWANGI	03087	PT. JASA BAHTERA	
84	TK. RAHMAT JAYA - I	03088	PT. RAHMAT JAYA SEJATI	
85	KM. KANNA BARU	03089	PT. SPIL	
86	BG. ROBBY - 38	03090	PT. RUSIANTO BERSAUDARA	
87	BG. HERCULES-08	03091	PT. RUSIANTO BERSAUDARA	
88	KM. MAHKAM RIVER	03092	PT. PEL. MERATUS	
89	TB. NANGKA	03093	PT. SPIL	
90	CB. SORONG RAYA	03094	PT. SPIL	



PT. DPS

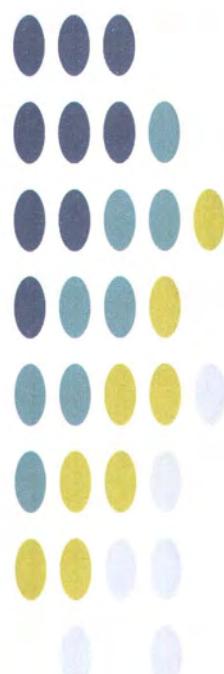
tahun 2004

NO	NAMA KAPAL	ORDER	PEMILIK	KET
1	CB.BALIKPAPAN RAYA	04001	PT. SPIL	
2	BG.PAMUKAN	04002	PT.ARUTMIN	
3	BG. ESP - 303	04003	PT.ERSIHAN SETYA PRATAMA	
4	KMP.CENGKIH AFO	04004	PT. ASDP	
5	KM.MANISE	04005	PT.PEL.MERATUS	
6	BG.LABUHAN 2702	04006	PT.MITRA BAHTERA SS	
7	BG.OFS - I	04007	PT. DOWELL.AS	
8	KM.CARAKA JAYA N.III-12	04008	PT.PEL.SURYA	
9	KM.MENTAYA RIVER	04009	PT.PEL.MERATUS	
10	KMP.RODHITA	04010	PT. ASDP	
11	KM.SUMEKAR	04011	PT. GARAM (PERSERO)	
12	KM.MERATUS EXPRESS	04012	PT.PEL.MERATUS	
13	KM.LUMINTU	04013	PT.LANGGENG INDAH LINES	
14	KMP.KERTANEGERA	04014	PT.SEKAWAN MAJU SEJAHTERA	
15	TK.KH.ALVA	04015	PT.ROYINDO KARYA LESTARI	
16	TB.PELITA-II	04016	PT.KARTIKA.SA	
17	TB.BURUNG CAMAR	04017	PT.ROYINDO KARYA LESTARI	
18	BG.SSP-889	04018	PT.RUSIANTO BERSAUDARA	
19	KRI.TELUK LAMPUNG	04019	PT.GEMINI GEMILANG	
20	KM.BERAU PERMAI	04020	PT.SAMUDRA ALAM RAYA	
21	KM.TANDEMAND	04021	PT.ASDP-KAYANGAN	
22	KM.LANGGENG - I	04022	PT.LANGGENG INDAH LINES	
23	KM.NIAGA - 55	04023	PT.ISA LINE	
24	KM.BAGUS	04024	PT.JASA BAHTERA MULIA	
25	KM.TONASA - VI	04025	PT.TONASA LINES	
26	KM.TILONG KABILA	04026	PT.PELNI	
27	KM.SAMARINDA EXPRESS-II	04027	PT.RUSIANTO BERSAUDARA	
28	KRI.TELUK SAMPIT-515	04028	ARMATIM	
29	KM.TERUN NARNITU MTB EXP.	04029	PT.ASOKA BAHARI	
30	BG.ROBY-128	04030	PT.MITRA BAHTERA SEGARA S.	
31	KMP.NUSA PENIDA	04031	PT.PUTRA MASTER SARANA .P	
32	KMP.GAJAH MADA	04032	PT.ASDP	
33	KM.ANUGERAH SELATAN	04033	PT.SPIL	
34	TK.SP-2702	04034	PT. KARYA SENTOSA TJ	
35	KM.TONASA LINE-V	04035	PT.TONASA LINE	
36	KM.KENCANA	04036	PT.NUSA TENGGARA	
37	KRI.TELUK MANDAR	04037	ARMATIM	
38	KM.MERATUS PRIMA (ANUGRA	04038	PT.MERATUS	
39	KMP.VARUNA SAKTI	04039	PT. REJEKI ABADI SAKTI	
40	KM.MARTHA DUA	04040	PT. BAHTERA AGUNG	
41	KMP.ROKATENDA	04041	PT. ASDP	
42	BG.ROBY-127	04042	PT. RUSIANTO CS	
43	TB.BLORO-21	04043	PT. RUSIANTO CS	
44	KM.ABUSAMAH	04044	PT.PUSRI	
45	KM.MARTAPURA RIVER	04045	PT. MERATUS	
46	KM.ILHAM SYARIAH-I	04046	PT.H.SYAIFUDDIN	
47	KMP.NUSA DUA	04047	PT.PUTRA MASTER SARANA .P	

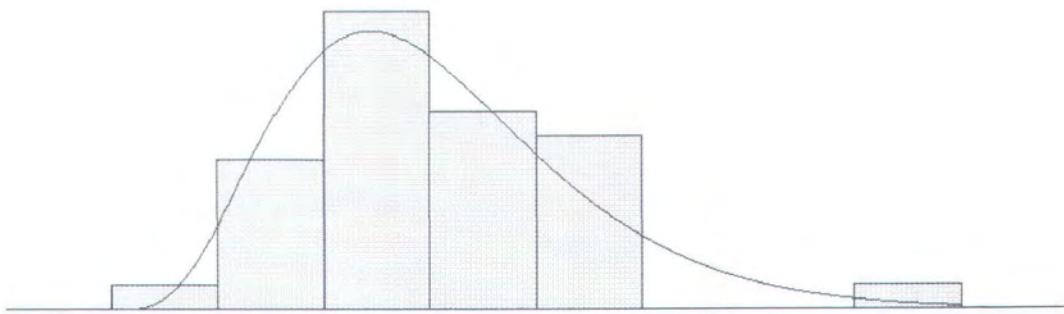
48	KM.CARAKA JY.N.III-18	04048	PT.PAGARUYUNG
49	TB.KUTAI-II	04049	PT.PUPUK KALTIM TBK
50	BG.APOL 2702	04050	PT.ARUTMIN
51	MT.KLAWOTONG	04051	PT.PERTAMINA
52	TB.BONTANG-05	04052	PT.PERTAMINA BONTANG
53	KMP.EDHA	04053	PT.ASDP
54	MT.SATRIA SATU	04054	PT.WINTERMAR
55	KM.SINAR MINANG	04055	PT.PAGARUYUNG
56	KMP.NUSA DAMAI	04056	PT.PUTRA MASTER SARANA .P
57	KM.KALSEL	04057	PT.PEL.SURYA
58	KM.SUARAN PERMAI	04058	PT.SAMUDRA ALAM RAYA
59	BG.ROBY-96	04059	PT.RUSIANTO CS
60	BG.STANDART	04060	PT.ALICO
61	BG.KLUMPANG	04061	PT.RIG TENDERS INDONESIA
62	MT. SOECHI LESMANA	04062	PT.ABPL
63	KMP.NUSA ABADI	04063	PT.PUTRA MASTER SARANA .P
64	BG.TL-II	04064	PT.TONASA LINE
65	TB.ANDHIKA.PRASETYA	04065	PT.TONASA LINE
66	BG.RAHMAT JAYA	04066	PT.RAHMAT JAYA SEJATI
67	KM.AYU BARU	04067	PT.LAUT BARU
68	KM.KUMALA	04068	PT.DHARMA LAUTAN UTAMA
69	KM.ADIRASA	04069	PT.GARAM
70	KMP. NUSA DUA	04070	PT.PUTRA MASTER
71	BG.ROBY-114	04071	PT.RUSIANTO CS
72	KM.SAMARINDA EXPRES-1	04072	PT.MITRA KALTIM
73	KM.LANCAR	04073	PT.PEL.SBA
74	BG.ROBY-51	04075	PT.RUSIANTO CS
75	TB.BIG FAIR MT.5	04076	PT.RUSIANTO CS
76	BG.FENGPING	04077	PT.MITRA BAHTERA SEGARA
77	CB.DONA FLOOR	04078	LOUIS DREYFUS AS
78	KM.CIPTA HARAPAN-7	04079	PT.SAMUDRA ALAM RAYA
79	KMP.PRADIPTA DHARMA	04080	PT.DHARMA LAUTAN UTAMA
80	BG.LABROY-157 (BG.SILVER-05)	04081	PT.USAHAMA JU SHIPPING
81	MT.BEST-1	04082	PT.BINTANG ERA SINAR TAMA
82	MV.GANDA SATRIA	04083	PT.GESURI LLYOD
83	KM.CARAKA JY.N.III-24	04085	PT.PEL.MERATUS
84	MT.CAHAYA SELATAN	04086	PT.SPIL
85	MT.KLASOGUN	04087	PT.PERTAMINA
86	BG.ROBY-97	04088	PT.MITRA KALTIM
87	BG.ROBY-85	04089	PT.RUSIANTO CS
88	TB.BONTANG-03	04090	PT.DUA DUA KUTAI UTAMA
89	BG.NIAGA BARGE	04091	PT.BAHTERA ADHIGUNA
90	TB.ADHIGUNA BAHARI	04092	PT.BAHTERA ADHIGUNA
91	KM.SURYA TULUS	04094	PT.PEL.SURYA
92	MT.DUTA SELATAN	04095	PT.PASIFIC SELATAN
93	MV.BESAKIH	04096	PT.PEL.NUSA TENGGARA
94	TB.HERCULES-08	04097	PT.MITRA KALTIM

LAMPIRAN B

Hasil Input Analyzer data primer dan sekunder



**HASIL INPUT ANALYZER WAKTU PROSES MARKING MATERIAL DI
BENGKEL PLAT DAN LAS LAMBUNG UTARA**



Distribution Summary

Distribution : Erlang
Expression : $7.5 + \text{ERLA}(0.609, 5)$
Square Error : 0.011672

Chi Square Test

Number of intervals = 4
Degrees of freedom = 1
Test Statistic = 0.394
Corresponding p-value = 0.543

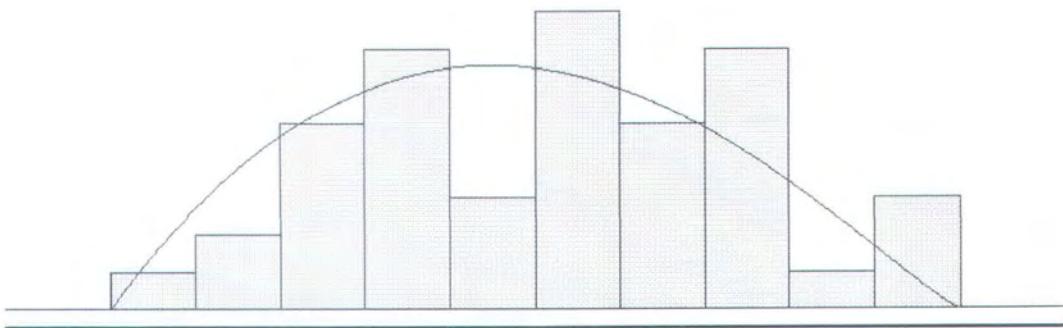
Data Summary

Number of Data Points = 35
Min Data Value = 8
Max Data Value = 15
Sample Mean = 10.5
Sample Std Dev = 1.34

Histogram Summary

Histogram Range = 7.5 to 15.5
Number of Intervals = 8

**HASIL INPUT ANALYZER WAKTU PROSES CUTTING MATERIAL DI
BENGKEL PLAT DAN LAS LAMBUNG UTARA**



Distribution Summary

Distribution : Beta
Expression : $23.5 + 33 * \text{BETA}(1.98, 2.21)$
Square Error : 0.016785

Chi Square Test

Number of intervals = 6
Degrees of freedom = 3
Test Statistic = 2.8
Corresponding p-value = 0.437

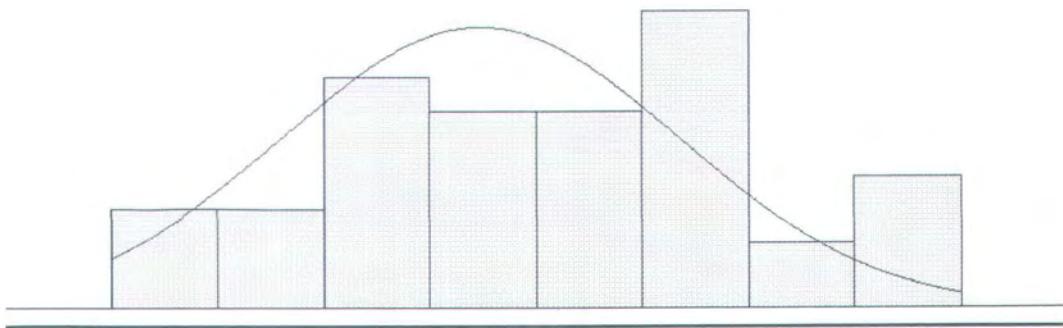
Data Summary

Number of Data Points = 42
Min Data Value = 24
Max Data Value = 56
Sample Mean = 39.1
Sample Std Dev = 7.23

Histogram Summary

Histogram Range = 23.5 to 56.5
Number of Intervals = 10

**HASIL INPUT ANALYZER WAKTU PROSES BENDING MATERIAL DI
BENGKEL PLAT DAN LAS LAMBUNG UTARA**



Distribution Summary

Distribution : Normal
Expression : NORM(21.8, 4.44)
Square Error : 0.013987

Chi Square Test

Number of intervals = 6
Degrees of freedom = 3
Test Statistic = 2.37
Corresponding p-value = 0.499

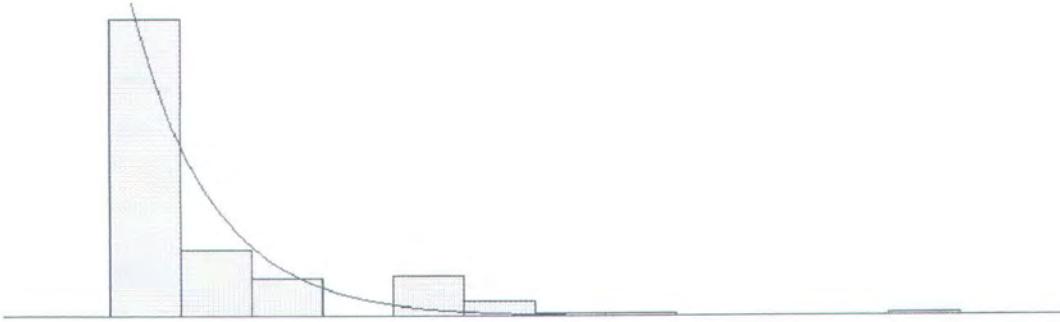
Data Summary

Number of Data Points = 40
Min Data Value = 14
Max Data Value = 32
Sample Mean = 21.8
Sample Std Dev = 4.5

Histogram Summary

Histogram Range = 13.5 to 32.5
Number of Intervals = 8

HASIL INPUT ANALYZER WAKTU KEDATANGAN MATERIAL MATERIAL
DI BENGKEL PLAT DAN LAS LAMBUNG UTARA



Distribution Summary

Distribution : Exponential
Expression : 480 + EXPO(405)
Square Error : 0.019703

Chi Square Test

Number of intervals = 4
Degrees of freedom = 2
Test Statistic = 28.1
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.131
Corresponding p-value = 0.0122

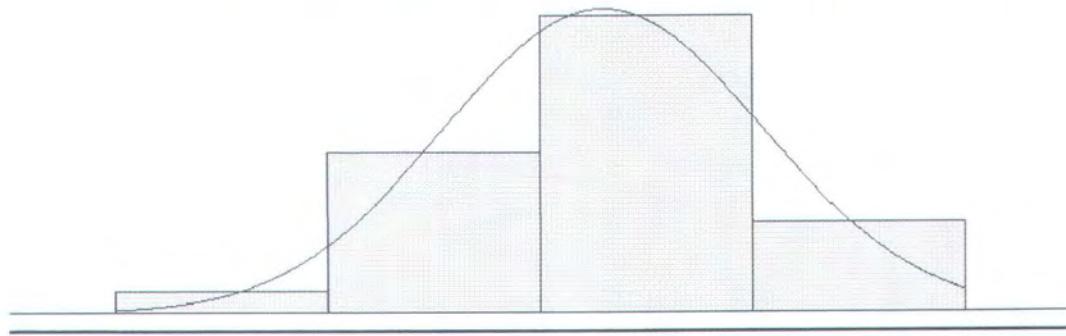
Data Summary

Number of Data Points = 147
Min Data Value = 480
Max Data Value = 4.8e+003
Sample Mean = 885
Sample Std Dev = 692

Histogram Summary

Histogram Range = 480 to 4.8e+003
Number of Intervals = 12

**HASIL INPUT ANALYZER WAKTU LOADING-UNLOADING MATERIAL DI
BENGKEL PLAT DAN LAS LAMBUNG UTARA**



Distribution Summary

Distribution : Normal
Expression : NORM(3.8, 0.748)
Square Error : 0.002067

Chi Square Test

Number of intervals = 2
Degrees of freedom = -1
Test Statistic = 0.168
Corresponding p-value < 0.005

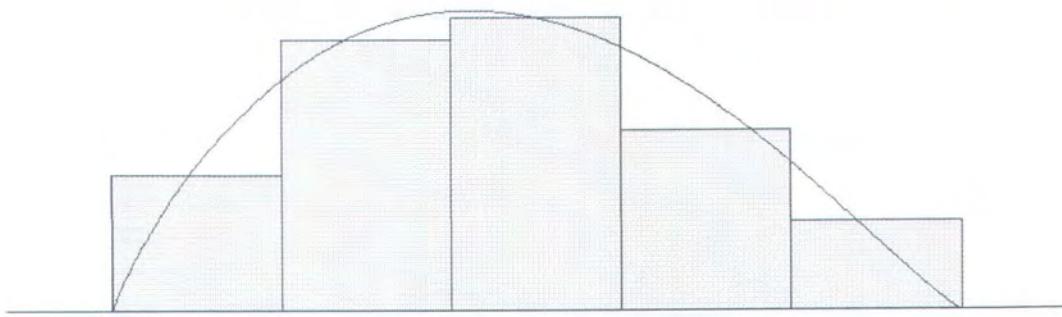
Data Summary

Number of Data Points = 25
Min Data Value = 2
Max Data Value = 5
Sample Mean = 3.8
Sample Std Dev = 0.764

Histogram Summary

Histogram Range = 1.5 to 5.5
Number of Intervals = 4

**HASIL INPUT ANALYZER WAKTU PROSES ASSEMBLY MATERIAL DI
BENGKEL PLAT DAN LAS LAMBUNG UTARA**



Distribution Summary

Distribution : Beta
Expression : $27.5 + 30 * \text{BETA}(1.87, 2.2)$
Square Error : 0.001389

Chi Square Test

Number of intervals = 4
Degrees of freedom = 1
Test Statistic = 0.222
Corresponding p-value = 0.665

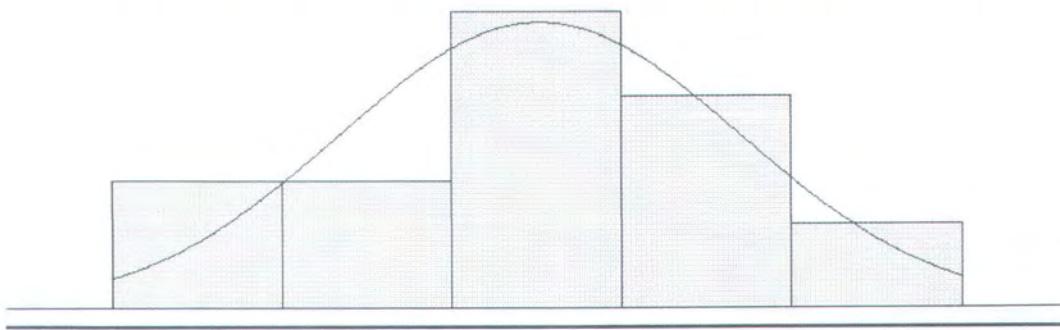
Data Summary

Number of Data Points = 43
Min Data Value = 28
Max Data Value = 57
Sample Mean = 41.3
Sample Std Dev = 6.64

Histogram Summary

Histogram Range = 27.5 to 57.5
Number of Intervals = 5

**HASIL INPUT ANALYZER WAKTU TOWER HANDLING MATERIAL DARI
BENGKEL PLAT DAN LAS LAMBUNG UTARA**



Distribution Summary

Distribution : Normal
Expression : NORM(11.5, 2.13)
Square Error : 0.011973

Chi Square Test

Number of intervals = 3
Degrees of freedom = 0
Test Statistic = 0.0899
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.138
Corresponding p-value > 0.15

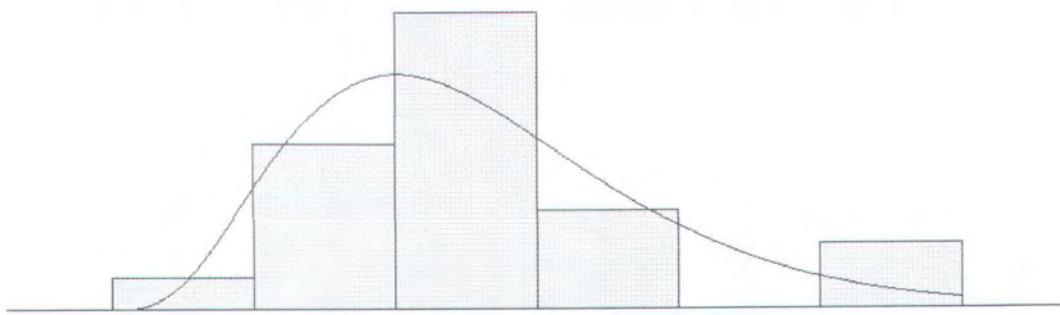
Data Summary

Number of Data Points = 20
Min Data Value = 7.35
Max Data Value = 16
Sample Mean = 11.5
Sample Std Dev = 2.18

Histogram Summary

Histogram Range = 7 to 16
Number of Intervals = 5

HASIL INPUT ANALYZER JUMLAH PARTS MATERIAL PADA PROSES
CUTTING DI BENGKEL PLAT DAN LAS LAMBUNG UTARA



Distribution Summary

Distribution : Gamma
Expression : $2.5 + \text{GAMM}(0.592, 4.39)$
Square Error : 0.032621

Chi Square Test

Number of intervals = 3
Degrees of freedom = 0
Test Statistic = 2.56
Corresponding p-value < 0.005

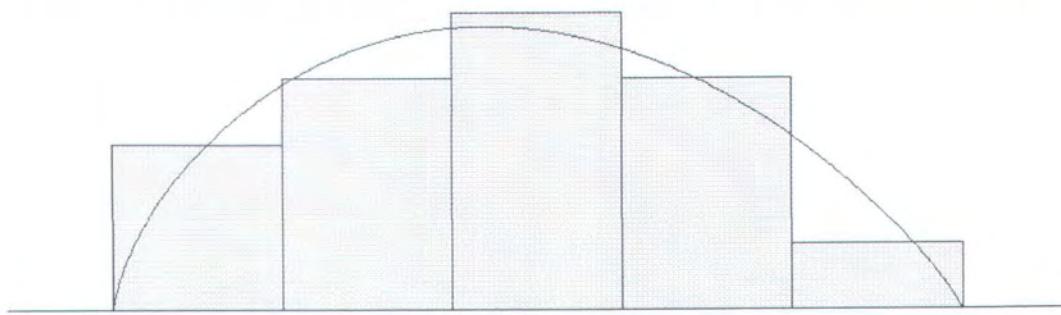
Data Summary

Number of Data Points = 20
Min Data Value = 3
Max Data Value = 8
Sample Mean = 5.1
Sample Std Dev = 1.25

Histogram Summary

Histogram Range = 2.5 to 8.5
Number of Intervals = 6

HASIL INPUT ANALYZER JUMLAH MATERIAL YANG DIANGKAT PADA PROSES MATERIAL HANDLING DENGAN MENGGUNAKAN FORKLIFT



Distribution Summary

Distribution : Beta
Expression : $1.02 + 3.55 * \text{BETA}(1.68, 1.87)$
Square Error : 0.002857

Chi Square Test

Number of intervals = 3
Degrees of freedom = 0
Test Statistic = 0.112
Corresponding p-value < 0.005

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.0901
Corresponding p-value > 0.15

Data Summary

Number of Data Points = 30
Min Data Value = 1.32
Max Data Value = 4.27
Sample Mean = 2.7
Sample Std Dev = 0.83

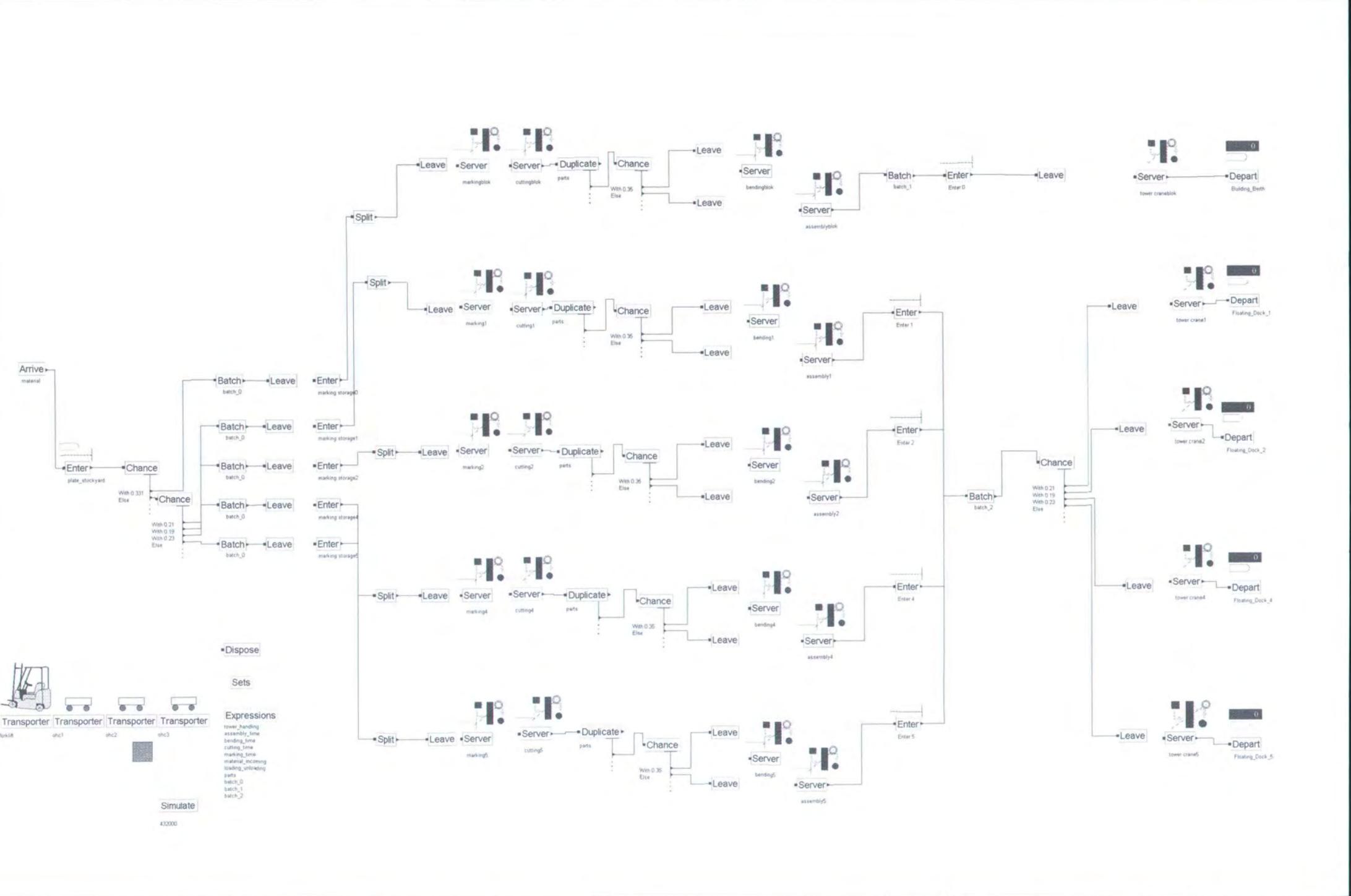
Histogram Summary

Histogram Range = 1.02 to 4.57
Number of Intervals = 5

LAMPIRAN C

1. Model Simulasi Bengkel Plat dan Las Lambung Utara
2. Output Layout Awal (Validasi)
3. Output Layout 1 (Validasi)
4. Tabel Perbandingan Output





OUTPUT LAYOUT AWAL (VALIDASI)



ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 1 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final value
ohc1_Busy	.09204	.02824	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.23836	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Busy	.07605	.04172	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.16510	.09686	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.21767	.12763	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05854	.03498	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.83021	.48967	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27193	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00373	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03064	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27556	.00333	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Active	.27280	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27098	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.83021	.48967	.00000	16.000	16.000
assembly_R.NumberSched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05205	.03072	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.16510	.09686	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.Utilization	.16510	.09686	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.05854	.03498	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.05854	.03498	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.21767	.12763	.00000	2.0000	.00000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.10884	.06382	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberBu	.00373	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00373	.00214	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	22	Infinite
FloatingDock_2	15	Infinite
FloatingDock_4	23	Infinite
FloatingDock_5	32	Infinite
Total_Ship_repaired	92	Infinite
Block_Building_berth	10	Infinite

OUTPUTS

Identifier	value
assembly_R.TimesUsed	8714.0
assembly_R.Scheduleduti	.19159
bending_R.TimesUsed	3272.0
bending_R.Scheduledutil	.60962
marking_R.TimesUsed	2402.0
marking_R.Scheduledutil	.21614
cutting_R.TimesUsed	2401.0
cutting_R.Scheduledutil	.40186
tower_crane_R.TimesUsed	204.00
tower_crane_R.Scheduled	.01376

Beginning replication 2 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 2 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.09068	.02749	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.24083	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07447	.04084	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.16161	.09221	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.21111	.12495	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05699	.03431	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.85205	.50648	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27194	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00357	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03134	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27549	.00340	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27240	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27099	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_NumberBusy	.85205	.50648	.00000	16.000	16.000
assembly_R_NumberSched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R_Utilization	.05334	.03172	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberBusy	.16161	.09221	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_Utilization	.16161	.09221	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberBusy	.05699	.03431	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Utilization	.05699	.03431	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_NumberBusy	.21111	.12495	.00000	2.0000	.00000
cutting_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Utilization	.10556	.06247	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_NumberBu	.00357	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_Utilizat	.00357	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	26	Infinite
FloatingDock_2	19	Infinite
FloatingDock_4	21	Infinite
FloatingDock_5	24	Infinite
Total_Ship_repaired	90	Infinite
Block_Building_berth	11	Infinite

OUTPUTS

Identifier	value
assembly_R.TimesUsed	8892.0
assembly_R.Scheduleduti	.19663
bending_R.TimesUsed	3207.0
bending_R.Scheduledutil	.59672
marking_R.TimesUsed	2332.0
marking_R.Scheduledutil	.21044
cutting_R.TimesUsed	2331.0
cutting_R.Scheduledutil	.38974
tower_crane_R.TimesUsed	202.00
tower_crane_R.Scheduled	.01318

Beginning replication 3 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 3 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.09023	.02703	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.23878	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07221	.04009	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.15736	.09287	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.20971	.12451	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05659	.03427	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.84367	.50042	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27187	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00356	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03078	.00314	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27549	.00331	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27265	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27101	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_NumberBusy	.84367	.50042	.00000	16.000	16.000
assembly_R_NumberSched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R_Utilization	.05288	.03136	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberBusy	.15736	.09287	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_Utilization	.15736	.09287	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberBusy	.05659	.03427	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Utilization	.05659	.03427	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_NumberBusy	.20971	.12451	.00000	2.0000	.00000
cutting_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Utilization	.10486	.06225	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_NumberBu	.00356	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Numbersc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_Utilizat	.00356	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	26	Infinite
FloatingDock_2	14	Infinite
FloatingDock_4	27	Infinite
FloatingDock_5	21	Infinite
Total_Ship_repaired	88	Infinite
Block_Building_berth	12	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.TimesUsed	8840.0
assembly_R.Scheduleduti	.19469
bending_R.TimesUsed	3115.0
bending_R.Scheduledutil	.58101
marking_R.TimesUsed	2317.0
marking_R.ScheduledUtil	.20895
cutting_R.TimesUsed	2316.0
cutting_R.Scheduledutil	.38716
tower_crane_R.TimesUsed	200.00

Beginning replication 4 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 4 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmyRun execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final value
ohc1_Busy	.09216	.02877	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.23930	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07555	.04179	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.16457	.09410	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.21854	.12828	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05899	.03522	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.83845	.50453	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27209	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00349	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03031	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27549	.00345	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27258	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27109	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_NumberBusy	.83845	.50453	.00000	16.000	16.000
assembly_R_NumberSched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R_Utilization	.05247	.03162	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberBusy	.16457	.09410	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_Utilization	.16457	.09410	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberBusy	.05899	.03522	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Utilization	.05899	.03522	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_NumberBusy	.21854	.12828	.00000	2.0000	.00000
cutting_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Utilization	.10928	.06415	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_NumberBu	.00349	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_Utilizat	.00349	.00209	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	12	Infinite
FloatingDock_2	17	Infinite
FloatingDock_4	28	Infinite
FloatingDock_5	35	Infinite
Total_Ship_repaired	92	Infinite
Block_Building_berth	10	Infinite

OUTPUTS

Identifier	value
assembly_R.TimesUsed	8788.0
assembly_R.Scheduleduti	.19349
bending_R.TimesUsed	3258.0
bending_R.Scheduledutil	.60763
marking_R.TimesUsed	2410.0
marking_R.Scheduledutil	.21782
cutting_R.TimesUsed	2409.0
cutting_R.Scheduledutil	.40347

tower_crane_R.TimesUsed	204.00
tower_crane_R.Scheduled	.01289

Beginning replication 5 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 5 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.09025	.02655	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.23762	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07466	.04035	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.16292	.09573	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.20821	.12483	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05618	.03416	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.82189	.48049	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27196	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00355	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.02991	.00279	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27569	.00331	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27264	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27095	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.82189	.48049	.00000	16.000	16.000
assembly_R.NumberSched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05157	.03013	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.16292	.09573	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.Utilization	.16292	.09573	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.05618	.03416	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Numberschedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.05618	.03416	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.20821	.12483	.00000	2.0000	.00000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.10411	.06241	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberBu	.00355	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00355	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	21	Infinite
FloatingDock_2	23	Infinite
FloatingDock_4	14	Infinite
FloatingDock_5	27	Infinite
Total_Ship_repaired	85	Infinite
Block_Building_berth	12	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.TimesUsed	8621.0
assembly_R.Scheduleduti	.18967
bending_R.TimesUsed	3238.0
bending_R.Scheduledutil	.60153
marking_R.TimesUsed	2306.0
marking_R.Scheduledutil	.20744
cutting_R.TimesUsed	2305.0

cutting_R.Scheduledutil	.38440
tower_crane_R.TimesUsed	194.00
tower_crane_R.Scheduled	.01311

Beginning replication 6 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 6 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final value
ohc1_Busy	.09075	.02776	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.23885	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Busy	.07621	.04132	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.16488	.09488	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.21014	.12358	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05670	.03367	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.82797	.49061	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27206	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00350	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03013	.00313	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27559	.00341	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Active	.27253	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27107	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.82797	.49061	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Numbersched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05182	.03075	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.16488	.09488	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.Utilization	.16488	.09488	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.05670	.03367	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.05670	.03367	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.21014	.12358	.00000	2.0000	.00000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.10509	.06181	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberBu	.00350	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.Numbersc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00350	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	19	Infinite
FloatingDock_2	18	Infinite
FloatingDock_4	26	Infinite
FloatingDock_5	26	Infinite
Total_Ship_repaired	89	Infinite
Block_Building_berth	11	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.TimesUsed	8689.0
assembly_R.Scheduleduti	.19107
bending_R.TimesUsed	3289.0
bending_R.Scheduledutil	.60880
marking_R.TimesUsed	2331.0
marking_R.Scheduledutil	.20936

cutting_R.TimesUsed	2330.0
cutting_R.Scheduledutil	.38795
tower_crane_R.TimesUsed	200.00
tower_crane_R.Scheduled	.01292

Beginning replication 7 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 7 of 10

Project:Unnamed Project
Analyst:jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final value
ohc1_Busy	.09160	.02772	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.23853	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Busy	.07369	.04142	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.16083	.09292	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.21651	.12741	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05838	.03497	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.83783	.49608	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27208	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00368	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03056	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27566	.00335	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Active	.27263	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27102	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.83783	.49608	.00000	16.000	16.000
assembly_R.NumberSched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05246	.03113	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.16083	.09292	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.Utilization	.16083	.09292	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.05838	.03497	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.05838	.03497	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.21651	.12741	.00000	2.0000	.00000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.10830	.06375	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberBu	.00368	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00368	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	16	Infinite
FloatingDock_2	20	Infinite
FloatingDock_4	18	Infinite
FloatingDock_5	35	Infinite
Total_Ship_repaired	89	Infinite
Block_Building_berth	12	Infinite

OUTPUTS

Identifier	value
assembly_R.TimesUsed	8788.0
assembly_R.Scheduleduti	.19335
bending_R.TimesUsed	3180.0
bending_R.Scheduledutil	.59382
marking_R.TimesUsed	2388.0

marking_R.Scheduledutil	.21556
cutting_R.TimesUsed	2387.0
cutting_R.Scheduledutil	.39970
tower_crane_R.TimesUsed	202.00
tower_crane_R.Scheduled	.01359

Beginning replication 8 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 8 of 10

Project:Unnamed Project
Analyst:jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.09110	.02755	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.23759	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Busy	.07298	.04131	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.15854	.09256	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.21330	.12494	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05738	.03426	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.83187	.49435	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27198	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00338	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03046	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27554	.00339	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Active	.27248	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27099	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.83187	.49435	.00000	16.000	16.000
assembly_R.NumberSched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05211	.03100	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.15854	.09256	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.Utilization	.15854	.09256	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.05738	.03426	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.05738	.03426	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.21330	.12494	.00000	2.0000	.00000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.10665	.06247	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberBu	.00338	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00338	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	22	Infinite
FloatingDock_2	18	Infinite
FloatingDock_4	13	Infinite
FloatingDock_5	33	Infinite
Total_Ship_repaired	86	Infinite
Block_Building_berth	12	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.Timesused	8691.0
assembly_R.Scheduledutil	.19197
bending_R.TimesUsed	3148.0
bending_R.Scheduledutil	.58540

marking_R.TimesUsed	2348.0
marking_R.Scheduledutil	.21186
cutting_R.TimesUsed	2347.0
cutting_R.Scheduledutil	.39378
tower_crane_R.TimesUsed	196.00
tower_crane_R.Scheduled	.01246

Beginning replication 9 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 9 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final value
ohc1_Busy	.09002	.02604	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.23985	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07490	.04151	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.16243	.09504	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.20923	.12439	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05567	.03354	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.84233	.50077	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27202	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00359	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03081	.00170	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27569	.00342	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27252	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27093	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.84233	.50077	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Numbersched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05274	.03142	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.16243	.09504	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.Utilization	.16243	.09504	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.05567	.03354	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.05567	.03354	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.20923	.12439	.00000	2.0000	.00000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.10462	.06219	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberBu	.00359	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.Numbersc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00359	.00198	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	18	Infinite
FloatingDock_2	20	Infinite
FloatingDock_4	17	Infinite
FloatingDock_5	36	Infinite
Total_Ship_repaired	91	Infinite
Block_Building_berth	12	Infinite

OUTPUTS

Identifier	value
assembly_R.TimesUsed	8817.0
assembly_R.Scheduleduti	.19438
bending_R.TimesUsed	3225.0

bending_R.Scheduledutil	.59973
marking_R.TimesUsed	2294.0
marking_R.Scheduledutil	.20556
cutting_R.TimesUsed	2293.0
cutting_R.Scheduledutil	.38627
tower_crane_R.TimesUsed	206.00
tower_crane_R.Scheduled	.01324

Beginning replication 10 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 10 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

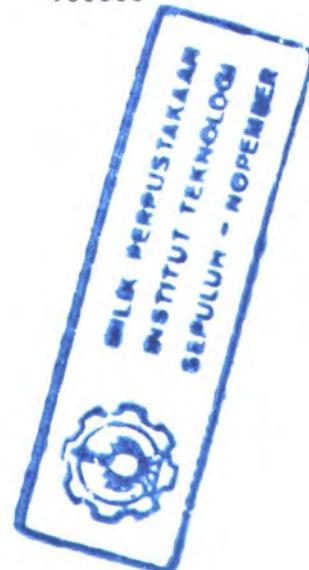
Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final value
ohc1_Busy	.09084	.02698	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
ohc2_Busy	.23913	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07533	.04045	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.16483	.09561	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.20880	.12322	.00000	2.0000	.00000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.05677	.03394	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.83013	.48699	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27192	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00358	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03051	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27569	.00352	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27251	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27099	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.83013	.48699	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Numbersched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05203	.03048	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.16483	.09561	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.Numbersched	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.Utilization	.16483	.09561	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.05677	.03394	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.05677	.03394	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.20880	.12322	.00000	2.0000	.00000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.10440	.06161	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberBu	.00358	(Insuf)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00358	.00197	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	21	Infinite
FloatingDock_2	21	Infinite
FloatingDock_4	19	Infinite
FloatingDock_5	28	Infinite
Total_Ship_repaired	89	Infinite
Block_Building_berth	12	Infinite

OUTPUTS

Identifier	value
assembly_R.Timesused	8703.0
assembly_R.Scheduleduti	.19157



bending_R.TimesUsed	3254.0
bending_R.Scheduledutil	.60862
marking_R.TimesUsed	2326.0
marking_R.ScheduledUtil	.20962
cutting_R.TimesUsed	2325.0
cutting_R.Scheduledutil	.38548
tower_crane_R.TimesUsed	202.00
tower_crane_R.Scheduled	.01324

ARENA Simulation Results
jimmy

Output Summary for 10 Replications

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/28/2005
Model revision date: 6/28/2005

Identifier	OUTPUTS				
	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
assembly_R.TimesUsed	8754.3	59.753	8621.0	8892.0	10
assembly_R.Scheduledutil	.19284	.00147	.18967	.19663	10
bending_R.TimesUsed	3218.6	40.162	3115.0	3289.0	10
bending_R.Scheduledutil	.59929	.00724	.58101	.60962	10
marking_R.TimesUsed	2345.4	29.165	2294.0	2410.0	10
marking_R.Scheduledutil	.21127	.00287	.20556	.21782	10
cutting_R.TimesUsed	2344.4	29.165	2293.0	2409.0	10
cutting_R.Scheduledutil	.39198	.00516	.38440	.40347	10
tower_crane_R.TimesUsed	201.00	2.6336	194.00	206.00	10
tower_crane_R.Scheduled	.01315	2.5757E-04	.01246	.01376	10

Simulation run time: 0.35 minutes.
Simulation run complete.



OUTPUT LAYOUT 1 (VALIDASI)

Summary for Replication 1 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.16919	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
ohc2_Busy	.22317	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07832	.04292	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.18518	.10264	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.25143	.16231	.00000	2.0000	2.0000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.08126	.05848	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.94852	.53736	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27284	.00320	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00433	.00236	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03881	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27549	.00361	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27256	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27100	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.94852	.53736	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Numberschedu	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05944	.03372	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.18518	.10264	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.Numberschedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.Utilization	.09261	.05133	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.08126	.05848	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Numberschedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.08126	.05848	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.25143	.16231	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Numberschedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.12575	.08120	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.NumberBu	.00433	.00236	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00433	.00236	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	19	Infinite
FloatingDock_2	22	Infinite
FloatingDock_4	24	Infinite
FloatingDock_5	41	Infinite
Total_Ship_repaired	106	Infinite
Block_Building_berth	16	Infinite

OUTPUTS

Identifier	value
assembly_R.TimesUsed	9918.0
assembly_R.Scheduleduti	.21889
bending_R.TimesUsed	3679.0
bending_R.Scheduledutil	.34186
marking_R.TimesUsed	3321.0
marking_R.Scheduledutil	.30003
cutting_R.TimesUsed	2771.0
cutting_R.Scheduledutil	.46417
tower_crane_R.TimesUsed	244.00
tower_crane_R.Scheduled	.01599

Beginning replication 2 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 2 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.16706	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
ohc2_Busy	.22436	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07683	.04131	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.18253	.10723	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.24598	.15040	.00000	2.0000	2.0000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.07983	.05600	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.94501	.52700	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27281	.00304	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_Busy	.00427	.00236	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03897	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27549	.00355	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27246	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27101	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.94501	.52700	.00000	16.000	16.000
assembly_R.NumberSchedu	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05918	.03302	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.18253	.10723	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.Utilization	.09129	.05363	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.07983	.05600	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.07983	.05600	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.24598	.15040	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.12302	.07520	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.NumberBu	.00427	.00236	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00427	.00236	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	18	Infinite
FloatingDock_2	24	Infinite
FloatingDock_4	22	Infinite
FloatingDock_5	42	Infinite
Total_Ship_repaired	106	Infinite
Block_Building_berth	15	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.TimesUsed	9888.0
assembly_R.Scheduleduti	.21808
bending_R.TimesUsed	3623.0
bending_R.Scheduledutil	.33698
marking_R.TimesUsed	3269.0
marking_R.Scheduledutil	.29474
cutting_R.TimesUsed	2718.0
cutting_R.Scheduledutil	.45413
tower_crane_R.TimesUsed	242.00
tower_crane_R.Scheduled	.01576

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 3 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmyRun execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.16741	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
ohc2_Busy	.22382	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Busy	.07621	.04257	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.18012	.10190	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.24402	.15722	.00000	2.0000	2.0000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.07998	.05785	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.94694	.53920	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27308	.00343	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00425	.00229	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03955	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27546	.00364	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Active	.27252	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27110	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_NumberBusy	.94694	.53920	.00000	16.000	16.000
assembly_R_NumberSchedu	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R_Utilization	.05937	.03383	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberBusy	.18012	.10190	.00000	2.0000	2.0000
bending_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
bending_R_Utilization	.09008	.05096	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberBusy	.07998	.05785	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Utilization	.07998	.05785	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_NumberBusy	.24402	.15722	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Utilization	.12210	.07866	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_NumberBu	.00425	.00229	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_Utilizat	.00425	.00229	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	22	Infinite
FloatingDock_2	24	Infinite
FloatingDock_4	20	Infinite
FloatingDock_5	38	Infinite
Total_Ship_repaired	104	Infinite
Block_Building_berth	16	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.TimesUsed	9929.0
assembly_R.Scheduleduti	.21852
bending_R.TimesUsed	3589.0
bending_R.Scheduledutil	.33253
marking_R.TimesUsed	3281.0
marking_R.Scheduledutil	.29530
cutting_R.TimesUsed	2704.0
cutting_R.Scheduledutil	.45049
tower_crane_R.TimesUsed	240.00
tower_crane_R.Scheduled	.01568

Beginning replication 4 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 4 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final value
ohc1_Busy	.16917	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
ohc2_Busy	.22599	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07605	.04256	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.18054	.10131	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.25076	.16441	.00000	2.0000	2.0000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.08112	.05911	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.96248	.54172	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27320	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00443	.00243	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.04033	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27549	.00354	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27254	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27100	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_NumberBusy	.96248	.54172	.00000	16.000	16.000
assembly_R_NumberSchedu	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R_Utilization	.06036	.03399	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberBusy	.18054	.10131	.00000	2.0000	2.0000
bending_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
bending_R_Utilization	.09028	.05066	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberBusy	.08112	.05911	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Utilization	.08112	.05911	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_NumberBusy	.25076	.16441	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Utilization	.12546	.08227	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_NumberBu	.00443	.00243	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_Utilizat	.00443	.00243	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	19	Infinite
FloatingDock_2	21	Infinite
FloatingDock_4	27	Infinite
FloatingDock_5	42	Infinite
Total_Ship_repaired	109	Infinite
Block_Building_berth	15	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.TimesUsed	10085.
assembly_R.Scheduleduti	.22211
bending_R.TimesUsed	3572.0
bending_R.Scheduledutil	.33331
marking_R.TimesUsed	3318.0
marking_R.Scheduledutil	.29954
cutting_R.TimesUsed	2765.0
cutting_R.Scheduledutil	.46293
tower_crane_R.TimesUsed	248.00

Beginning replication 5 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 5 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmyRun execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.16910	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
ohc2_Busy	.22279	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Busy	.08012	.04175	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.19080	.10796	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.25443	.16415	.00000	2.0000	2.0000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.08159	.05916	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Busy	.93471	.52775	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27314	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00416	.00226	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03977	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27538	.00371	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Active	.27260	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27107	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_NumberBusy	.93471	.52775	.00000	16.000	16.000
assembly_R_NumberSchedu	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R_Utilization	.05864	.03312	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberBusy	.19080	.10796	.00000	2.0000	2.0000
bending_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
bending_R_Utilization	.09542	.05400	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberBusy	.08159	.05916	.00000	1.0000	.00000
marking_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Utilization	.08159	.05916	.00000	1.0000	.00000
cutting_R_NumberBusy	.25443	.16415	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Utilization	.12726	.08208	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_NumberBu	.00416	.00226	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_Utilizat	.00416	.00226	.00000	1.0000	1.0000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	20	Infinite
FloatingDock_2	17	Infinite
FloatingDock_4	27	Infinite
FloatingDock_5	38	Infinite
Total_Ship_repaired	103	Infinite
Block_Building_berth	16	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.TimesUsed	9813.0
assembly_R.Scheduleduti	.21570
bending_R.TimesUsed	3774.0
bending_R.Scheduledutil	.35225
marking_R.TimesUsed	3345.0
marking_R.Scheduledutil	.30126
cutting_R.TimesUsed	2810.0
cutting_R.Scheduledutil	.46972

tower_crane_R.TimesUsed	237.00
tower_crane_R.Scheduled	.01536

Beginning replication 6 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 6 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final value
ohc1_Busy	.16962	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
ohc2_Busy	.22405	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07702	.04075	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.18251	.10612	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.24792	.15264	.00000	2.0000	2.0000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.07922	.05647	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.94844	.52868	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27292	.00309	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00441	.00242	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.04034	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27549	.00353	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27256	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27110	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.94844	.52868	.00000	16.000	16.000
assembly_R.NumberSchedu	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05942	.03316	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.18251	.10612	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.Utilization	.09126	.05306	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.07922	.05647	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.07922	.05647	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.24792	.15264	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.12402	.07634	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.NumberBu	.00441	.00242	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00441	.00242	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	22	Infinite
FloatingDock_2	22	Infinite
FloatingDock_4	29	Infinite
FloatingDock_5	33	Infinite
Total_Ship_repaired	106	Infinite
Block_Building_berth	16	Infinite

OUTPUTS

Identifier	value
assembly_R.TimesUsed	9941.0
assembly_R.Scheduleduti	.21887
bending_R.TimesUsed	3623.0
bending_R.Scheduledutil	.33694
marking_R.TimesUsed	3246.0
marking_R.Scheduledutil	.29251
cutting_R.TimesUsed	2726.0

cutting_R.Scheduledutil	.45770
tower_crane_R.TimesUsed	244.00
tower_crane_R.Scheduled	.01628

Beginning replication 7 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 7 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.16753	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
ohc2_Busy	.22531	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.07722	.04108	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.18385	.10470	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.24690	.15516	.00000	2.0000	2.0000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.08004	.05726	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.94659	.52135	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27295	.00333	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00421	.00228	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.04070	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27549	.00346	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27242	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27113	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.94659	.52135	.00000	16.000	16.000
assembly_R.NumberSchedu	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05929	.03268	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.18385	.10470	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.Utilization	.09194	.05236	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.08004	.05726	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.08004	.05726	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.24690	.15516	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.12350	.07758	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.NumberBu	.00421	.00228	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00421	.00228	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	23	Infinite
FloatingDock_2	19	Infinite
FloatingDock_4	20	Infinite
FloatingDock_5	44	Infinite
Total_Ship_repaired	106	Infinite
Block_Building_berth	15	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.TimesUsed	9922.0
assembly_R.Scheduleduti	.21844
bending_R.TimesUsed	3634.0
bending_R.Scheduledutil	.33942
marking_R.TimesUsed	3282.0
marking_R.Scheduledutil	.29551

cutting_R.TimesUsed	2725.0
cutting_R.Scheduledutil	.45582
tower_crane_R.TimesUsed	242.00
tower_crane_R.Scheduled	.01553

Beginning replication 8 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 8 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half width	Minimum	Maximum	Final Value
ohc1_Busy	.17086	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
ohc2_Busy	.22322	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Busy	.08044	.04116	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.19094	.10937	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.25573	.15890	.00000	2.0000	2.0000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.08077	.05889	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.94010	.51250	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27296	.00331	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00421	.00223	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.03841	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27544	.00367	.00000	1.0000	.00000
ohc3_Active	.27250	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27110	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_NumberBusy	.94010	.51250	.00000	16.000	16.000
assembly_R_NumberSched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R_Utilization	.05890	.03208	.00000	1.0000	1.0000
bending_R_NumberBusy	.19094	.10937	.00000	2.0000	2.0000
bending_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
bending_R_Utilization	.09551	.05470	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberBusy	.08077	.05889	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Utilization	.08077	.05889	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R_NumberBusy	.25573	.15890	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Utilization	.12789	.07945	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_NumberBu	.00421	.00223	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R_Utilizat	.00421	.00223	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	17	Infinite
FloatingDock_2	19	Infinite
FloatingDock_4	32	Infinite
FloatingDock_5	36	Infinite
Total_Ship_repaired	104	Infinite
Block_Building_berth	16	Infinite

OUTPUTS

Identifier	Value
assembly_R.TimesUsed	9812.0
assembly_R.Scheduleduti	.21695
bending_R.TimesUsed	3777.0
bending_R.Scheduledutil	.35250
marking_R.TimesUsed	3309.0

marking_R.TimesUsed	3309.0
marking_R.ScheduledUtil	.29861
cutting_R.TimesUsed	2776.0
cutting_R.ScheduledUtil	.46717
tower_crane_R.TimesUsed	242.00
tower_crane_R.Scheduled	.01561

Beginning replication 10 of 10

ARENA Simulation Results
jimmy - License: 23071979

Summary for Replication 10 of 10

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

Replication ended at time : 432000.0

DISCRETE-CHANGE VARIABLES

Identifier	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Final value
ohc1_Busy	.17044	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
ohc2_Busy	.22719	(Corr)	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Busy	.08036	.04117	.00000	1.0000	.00000
bending_R_Busy	.19004	.11107	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Available	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R_Busy	.25609	.15850	.00000	2.0000	2.0000
tower_crane_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Available	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R_Busy	.08069	.05695	.00000	1.0000	1.0000
assembly_R_Busy	.95395	.52358	.00000	16.000	16.000
ohc1_Active	.27293	.00309	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R_Busy	.00441	.00233	.00000	1.0000	.00000
assembly_R_Available	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
forklift_Busy	.04041	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
ohc2_Active	.27549	.00332	.00000	1.0000	1.0000
ohc3_Active	.27257	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
forklift_Active	.27105	(Corr)	.00000	1.0000	.00000
assembly_R.NumberBusy	.95395	.52358	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Numbersched	4.3333	(Insuf)	.00000	16.000	16.000
assembly_R.Utilization	.05970	.03282	.00000	1.0000	1.0000
bending_R.NumberBusy	.19004	.11107	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.NumberSchedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
bending_R.Utilization	.09505	.05556	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberBusy	.08069	.05695	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.NumberSchedu	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
marking_R.Utilization	.08069	.05695	.00000	1.0000	1.0000
cutting_R.NumberBusy	.25609	.15850	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Numberschedu	.54167	(Insuf)	.00000	2.0000	2.0000
cutting_R.Utilization	.12806	.07926	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.NumberBu	.00441	.00233	.00000	1.0000	.00000
tower_crane_R.NumberSc	.27083	(Insuf)	.00000	1.0000	1.0000
tower_crane_R.Utilizat	.00441	.00233	.00000	1.0000	.00000

COUNTERS

Identifier	Count	Limit
FloatingDock_1	25	Infinite
FloatingDock_2	19	Infinite
FloatingDock_4	23	Infinite
FloatingDock_5	40	Infinite
Total_Ship_repaired	107	Infinite
Block_Building_berth	16	Infinite

OUTPUTS

Identifier	value
assembly_R.TimesUsed	9977.0
assembly_R.Scheduleduti	.22014
bending_R.TimesUsed	3785.0

bending_R.ScheduledUtil	.35083
marking_R.TimesUsed	3311.0
marking_R.ScheduledUtil	.29793
cutting_R.TimesUsed	2819.0
cutting_R.ScheduledUtil	.47279
tower_crane_R.TimesUsed	246.00
tower_crane_R.Scheduled	.01630

ARENA Simulation Results
jimmy

Output Summary for 10 Replications

Project: Unnamed Project
Analyst: jimmy

Run execution date : 6/29/2005
Model revision date: 6/29/2005

OUTPUTS

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
assembly_R.TimesUsed	9913.8	58.036	9812.0	10085.	10
assembly_R.Scheduledutil	.21851	.00125	.21570	.22211	10
bending_R.TimesUsed	3676.2	57.601	3572.0	3785.0	10
bending_R.Scheduledutil	.34209	.00545	.33253	.35250	10
marking_R.TimesUsed	3299.1	20.823	3246.0	3345.0	10
marking_R.Scheduledutil	.29737	.00196	.29251	.30126	10
cutting_R.TimesUsed	2761.3	29.365	2704.0	2819.0	10
cutting_R.Scheduledutil	.46270	.00563	.45049	.47279	10
tower_crane_R.TimesUsed	242.50	2.2682	237.00	248.00	10
tower_crane_R.Scheduled	.01584	2.5978E-04	.01536	.01636	10

Simulation run time: 0.50 minutes.
Simulation run complete.

TABEL PERBANDINGAN OUTPUT

UTILITAS MATERIAL HANDLING LAYOUT AWAL

forklift. Utilization	ohc1. Utilization	ohc2. Utilization	ohc3. Utilization	available time
0.03064	0.09204	0.23836	0.07605	0.27083
0.03134	0.09068	0.24083	0.07447	
0.03078	0.09023	0.23878	0.07221	
0.03031	0.09216	0.2393	0.07555	
0.02991	0.09025	0.23762	0.07466	
0.03013	0.09075	0.23885	0.07621	
0.03056	0.0916	0.23853	0.07369	
0.03046	0.0911	0.23759	0.07298	
0.03081	0.09002	0.23985	0.0749	
0.03051	0.09084	0.23913	0.07533	
0.30545	0.90967	2.38884	0.74605	
0.030545	0.090967	0.238884	0.074605	
Utilitas (%)				
	11.28	33.59	88.20	27.55

UTILITAS MATERIAL HANDLING LAYOUT 1

forklift. Utilization	ohc1. Utilization	ohc2. Utilization	ohc3. Utilization	available time
0.03881	0.16919	0.22317	0.07832	0.27083
0.03897	0.16706	0.22436	0.07683	
0.03955	0.16741	0.22382	0.07621	
0.04033	0.16917	0.22599	0.07605	
0.03977	0.1691	0.22279	0.08012	
0.04034	0.16962	0.22405	0.07702	
0.0407	0.16753	0.22531	0.07722	
0.03841	0.17086	0.22322	0.08044	
0.04059	0.16909	0.22394	0.07853	
0.04041	0.17044	0.22719	0.08036	
0.39788	1.68947	2.24384	0.7811	
0.039788	0.168947	0.224384	0.07811	
Utilitas (%)				
	14.69	62.38	82.85	28.84