25078/H/06

MILIK PERPUSTAKAAN
ITS

TUGAS AKHIR
LL. 1327

PEMODELAN OPTIMASI OUTPUT PRODUKSI di DIVISI KAPAL NIAGA PT PAL INDONESIA

Rske
623.83
Rod
P1
2006

PERPUSTAKAAN
I T S
Tgl. Terima | 21-2-06
Terima Dari | H
No. Agenda Prp. | 224291

Oleh :

ZENDY RIZQY ABADI
4301.100.028

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2006

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN OPTIMASI OUTPUT PRODUKSI di DIVISI KAPAL NIAGA PT PAL INDONESIA

ZENDY RIZQY ABADI
4301.100.028

Surabaya, ...

Mengetahui / Menyetujui

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Daniel M. Rosyid, PhD	**Ir. Erwin Pritanto, PhD**
131 782 038	**105 963 930**

Ketua Jurusan Teknik Kelautan

Ir. Imam Rochani, MSc
131 417 209

ABSTRAK

ABSTRAK

Zendy Rizqy Abadi
Ir. Daniel M. Rosyid, PhD
Ir. Erwin Pritanto, PhD

PT PAL INDONESIA sebagai galangan domestik berkelas internasional bergerak dalam bidang rancang bangun kapal masih terus berbenah dalam hal produktivitas. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum tercapainya *output* produksi dari target yang diinginkan. Penelitian ini berupaya untuk merancang model simulasi optimasi output produksi pembuatan kapal di PT PAL Indonesia, dengan menggunakan SiMPLE ++. Penelitian ini difokuskan pada analisa sensitifitas dari parameter yang paling signifikan mempengaruhi troughput dari bengkel assembly. Dalam SiMPLE ++ dibuat skenario pengkerjaan yaitu *Overtime, Run_Satsun* dan *Shift* dimana masing-masing skenario divariasikan dan dikombinasikan menjadi 18 skenario kemudian dijalankan pada simulasi dengan 5 replikasi. Output dari simulasi telah dianalisa menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) yang ditampilkan dalam *main effect plot* dan *interaction plot. Main effect plot* menunjukkan bahwa faktor yang paling signifikan pengaruhnya terhadap output bengkel assembly adalah **SHIFT,** hal ini diindikasikan dengan perubahan troughput terbesar jika parameter shift dirubah *Noshift* ke 2 *Shift (Extra second shift)* , yaitu *Noshift* rata-rata keterlambatan sebesar 658 *block* sedangkan untuk 2 *Shift (Extra second shift)* rata-rata keterlambatan sebesar 439 *block*. Berdasarkan analisa penelitian ini skenario produksi terbaik dengan kriteria ***Late blok*** dan ***Building cost*** (***Multi criteria***) adalah 1_5 - SatSun - Shift2 yaitu dengan *Overtime* selama 1,5 jam, hari Sabtu dan Minggu masuk dan dilakukan 2 shift (*Extra second shift*) .

Kata kunci : Simulasi, *Assembly*, ANOVA, *Late blok, Building cost.*

ABSTRACT

Zendy Rizqy Abadi
Ir. Daniel M. Rosyid, PhD
Ir. Erwin Pritanto, PhD

PT PAL INDONESIA as a domestic shipyard with world-class is still improving its productivity. Background of the study is that the targeted production output has not been attained yet. The current study is about a simulation model of optimum ship production at PT PAL Indonesia using SiMPLE ++. It started with the most significant parameters which influence throughput of the assembly shop. In SiMPLE ++, work scenarios are made. They are Overtime, Run-Satsun and Extra Shift which were combined into 18 scenarios and each run with 5 replications. Output of the simulation were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) which was displayed into main effect plot and interaction plot. The Main effect plot shows that the most significant factor influencing the assembly shop output is **EXTRA SHIFT**. It is indicated by the biggest throughput change when the Extra shift parameter is changed from No extrashift into Extra second Shift. Average late of No extrashift is 658 block while Extra second Shift is 469 block. Based on this study , the best production scenario with criteria of Late block and Building cost (Multi Criteria) is 1_5 – SatSun – Shift2, that is with Overtime of 1,5 hour, working Saturday and Sunday and extra second shift.

Keywords : Simulation, Assembly, ANOVA, Late block, Building cost.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Dengan manyebut nama Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan perlindungan kepada umat manusia, atas ridlo-Nya kami diberikan kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai bagian dari amanah kami dalam rangka memberikan kontribusi ilmiah di lingkungan akademis. Salawat dan salam tak lupa kami peruntukkan untuk junjungan dan suri tauladan kami, Rasulullah Muhammad SAW.

Tugas akhir ini kami susun dengan tujuan untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah kami peroleh selam menempuh kuliah di Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Kelautan ITS. Topik yang kami ambil dalam Tugas akhir ini berkaitan erat dengan penggunaan model simulasi sebagai alat untuk penentuan strategi produksi yang efektif dan murah dalam pembangunan konstruksi kapal di bengkel *Assembly*, yang sejauh ini produktifitasnya masih belum optimal. Dengan menggunakan model simulasi ini kita dapat mengoptimalkan atau melaikukan realokasi sumber daya yang ada, tanpa harus melakukan uji coba di lapangan terlebih dahulu.

Kami percaya bahwa Tugas akhir ini masih terdapat banyak kelemahan baik dalam penulisan maupun substansinya, oleh karena itu saran dan kritik senantiasa kami harapkan dan kami terima untuk penyempurnaan Tugas akhir kami. Kami ucapkan terima kasih atas saran dan kritiknya, semoga Allah SWT menjadikannya sebagai amaliah dan mendapat balasan. Amien

Wassalmualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mensyukuri atas rahmat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan atas petunjuk-Nya. Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak terlepas dari pihak-pihak lain yang telah membantu dan membimbing penulis. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis sampaikan terimakasih yang setulusnya kepada:

1. Ir. Daniel M. Rosyid, PhD, selaku dosen pembimbing I yang dalam kesibukan selalu meluangkan waktunya dengan tulus untuk pemikiran-pemikiran yang cemerlang dalam berdiskusi dan memberikan arahan bagi penyelesaian tugas akhir
2. Ir. Erwin Pritanto, PhD , selaku dosen pembimbing II atas didikan dan keikhlasan yang telah penulis rasakan selama penulisan tugas akhir.
3. Ir. Imam Rochani MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
4. Seluruh staf pengajar Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
5. Para staf pengelola dan karyawan Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS.
6. Seluruh staf karyawan PPC Divisi Kapal Niaga PT PAL Indonesia, yang turut membantu penyediaan data, informasi dan bimbingan profesionalisme kepada penulis.
7. Kedua orang tua beserta keluarga penulis yang telah memberikan dukungan serta doanya yang tiada henti.
8. Orang yang penulis sayangi , Tyas yang telah memberikan pengertian, semangat, kasih sayang, cinta dan doanya yang tiada terputus oleh waktu .
9. Saudara perjuangan spiritual Mas Jenik dan Zaky, atas dukungan yang konsisten dan antusias kepada penulis.
10. Seluruh teman-teman perjuangan (***Albatroz***) di kampus Jurusan Teknik Kelautan Fakultas Teknologi Kelautan ITS. NEVER GIVE UP!

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam Tugas Akhir ini masih terdapat bayak kelemahan baik dalam penulisan maupun substansinya, oleh karena itu saran dan kritik senantiasa diharapkan penulis demi penyempurnaan Tugas Akhir ini, semoga Allah SWT menjadikannya sebagai amaliah dan mendapat balasan. Amien

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

Halaman Judul

Lembar Pengesahan

Abstrak iii

Kata Pengantar iv

Ucapan Terimakasih..... v

Daftar Isi vi

Daftar Gambar vii

Daftar Tabel viii

Daftar Lampiran ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Permasalahan 4

1.6 Sistematika Penulisan 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem dan Model

2.1.1 Sistem 6

2.1.2 Model 8

2.2 *Computer Simulation* 12

2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan Model Simulasi 13

2.2.2 Tipe Simulasi 15

2.2.3 Langkah-langkah Studi Simulasi 15

2.2.4 *Software* Simulasi SiMPLE++ 16

2.2.5 Elemen aliran Material dan Informasi 19

2.2.6 Verifikasi dan Validasi Model 20

2.3 *Main Effect* dan *Interaction* Plot

2.3.1 Rancangan Percobaan 22

2.3.2 Percobaan Faktorial 22

2.4 *One Way* ANOVA 24
2.5 Profil Objek Penelitian 26
2.5.1 Metode Pembangunan 27
2.5.2 Mekanisme Perencanaan Metode Pembangunan 27
2.6 *Project Scheduling*
2.6.1 Perencanaan Jangka Panjang 28
2.6.2 Perencanaan Produksi Tiap Kapal 28
2.6.3 *Integrated Schedule* 29
2.6.4 *Master Schedule* 29
2.6.5 *Monthly Schedule* 29
2.6.6 *Weekly Schedule* 29
2.6.7 Hierarki Perencanaan 30
2.7 Konsep Dasar metode Pembangunan 30
2.7.1 *Block Division* 31
2.7.2 *Erection Network* 32
2.8 Project Controling 33
2.9 Assembly
2.9.1 Lingkup *Assembly* 34
2.9.2 Proses Produksi 36
2.9.3 Pengurutan Produksi 37
2.9.4 Karakteristik masing-masing Blok 38
2.9.5 *Input Assembly* 44
2.10 Penelitian-penelitian Sebelumnya 47
AB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian 49
3.2 Variabel Penelitian 49
3.3 Langkah-langkah Pemecahan Masalah 50
3.3.1 Identifikasi Masalah 52
3.3.2 Penentuan Tujuan dan Batasan Masalah 52
3.3.3 Sumber Data 52
3.3.4 Pengolahan Data 53
3.3.5 Pembentukan Diagram alirran Model 53

3.3.6 Pembentukan Model 53
3.3.7 *Running* Simulasi 53
3.3.8 Validasi dan Verifikasi 54
3.3.9 Pembuatan Skenario Kondisi 54
3.3.10 Analisis Hasil Simulasi 54
3.3.11 Kesimpulan dan Saran 54
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN
4.1 Pemodelan 55
4.1.1 Input Pemodelan 56
4.1.2 Asumsi-asumsi Pemodelan 57
4.1.3 Pengujian Model 57
4.1.4 Replikasi 57
4.1.5 *Output* Simulasi 57
4.2 Analisis *Output* Simulasi 59
4.2.1 *Main Effect Plot* 59
4.2.2 *Interaction Plot* 61
4.2.3 *One Way* ANOVA 62
4.3 Biaya Produksi 64
4.4 Pengambilan Keputusan Skenario Terbaik dengan Metode Tabel Keputusan 76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 78
5.2 Saran 78
Daftar Pustaka
Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi Model	8
Gambar 2.2	Abstraksi Sistem Nyata	12
Gambar 2.3	Tahapan Studi Simulasi	16
Gambar 2.4	Tampilan Menu Utama SiMPLE++	17
Gambar 2.5	Tampilan *Building Block Library* SiMPLE++	18
Gambar 2.6	Tampilan Blok Bangunan Dasar SiMPLE++	18
Gambar 2.7	Bagan Pembagian Elemen Produksi	19
Gambar 2.8	Faktorial Percobaan Tanpa Interaksi	23
Gambar 2.9	Faktorial Percobaan dengan Interaksi	23
Gambar 2.10	Mekanisme Perencanaan Produksi	28
Gambar 2.11	Hierarki Perencanaan	30
Gambar 2.12	Proses Perencanaan Proyek	33
Gambar 2.13	Keterkaitan Sistem Kerja PPC	34
Gambar 2.14	Perencanaan Area *Assembly*	35
Gambar 2.15	Bagian-bagian Kapal	36
Gambar 2.16	Produksi Blok Dimulai dari *Cargo Hold*	37
Gambar 2.17	Produksi Blok Menuju ke *Engine Room*	37
Gambar 2.18	Produksi Blok Dimulai dari *Cargo Hold* dan *Engine Room*	38
Gambar 2.19	Produksi Blok *Cargo Hold* Selesai dan Mulai *After Part* dan *Fore Part*	38
Gambar 2.20	Produksi Blok Setelah Semua Blok Selesai dan Blok Siap Dilakukan *Errection Block*	38
Gambar 2.21	Blok Produksi MPL (*Double bottom block*)	40
Gambar 2.22	Proses Kerja MPL	40
Gambar 2.23	Proses Kerja MPL	40
Gambar 2.24	Blok produksi CBL (E/R *block type* "L")	42
Gambar 2.25	Proses Kerja CBL	43
Gambar 2.26	Input dari Fabrikasi	44
Gambar 2.27	Input dari *Sub Assembly* (*Upper deck block*)	44
Gambar 2.28	*Flowchart* Rute Produksi	46

ımbar 2.29 Rute Produksi Blok Bengkel *Assembly* 47
ımbar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian 51
ımbar 4.1 Tampilan Model Simulasi Bengkel *Assembly* 55
ımbar 4.2 *Main Effect Plot* terhadap *Troughput Lateblock* 60
ımbar 4.3 *Interaction Plot* terhadap *Troughput lateblock* 61
ımbar 4.4 Rute Produksi Blok di MPL 64
ımbar 4.5 Rute Produksi Blok di *New* MPL 65
ımbar 4.6 Rute Produksi Blok di CBL 67
ımbar 4.7 Rute Produksi Blok Kombinasi MPL-New MPL-CBL ... 68
ımbar 4.8 Rute Produksi Blok *Assembly* 3 71
ımbar 4.9 Rute Produksi Blok *Assembly* 2 72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan antara Model Simulasi dan Model Analitis ... 13

Tabel 2.2 Data untuk klasifikasi Satu Arah Analisis Varians 24

Tabel 2.3 Analisis Varians Satu Arah model efek Tetap 25

Tabel 2.4 Perbandingan Area *Assembly* 35

Tabel 2.5 Faktor Kesulitan Tiap Blok 39

Tabel 4.1 Hasil *Output* Simulasi SiMPLE++ 58

Tabel 4.2 Pengujian Interaksi antara Variabel *Overtime* terhadap *Lateblock* 62

Tabel 4.3 Pengujian Interaksi antara Variabel *Run_satsun* terhadap *Lateblock* 63

Tabel 4.4 Pengujian Interaksi antara Variabel *Shift* terhadap *Lateblock* .. 63

Tabel 4.5 Perbandingan Harga Berdasarkan Rute Produksi 74

Tabel 4.6 Biaya Masing-masing Rute Produksi (Rupiah) 75

Tabel 4.7 3 Skenario *Output* Terbesar dengan Kriteria *Lateblock* dan *Building Cost* 76

Tabel 4.8 Tabel Keputusan dengan Kriteria *Lateblock* dan *Building Cost* (majemuk) 76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Merchant Ship Division

Lampiran 2 Data Proyek

Lampiran 3 Data Blok

Lampiran 4 Tampilan Menu Program *Worker*

Lampiran 5 Tampilan Menu Program Replikasi

Lampiran 6 Hasil Simulasi SiMPLE ++

Lampiran 7 Output Minitab 13 (One way ANOVA)

Lampiran 8 Tabel Distribusi F

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan transportasi laut di masa yang akan datang akan memacu alur pelayaran menjadi semakin padat oleh armada angkutan laut. Hal ini khususnya berkaitan dengan penambahan jumlah kapal untuk sarana transportasi dan perdagangan dalam memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat. Perkembangan ini akan membuat perusahaan produksi kapal akan mendapatkan permintaan pembuatan kapal lebih banyak lagi. Oleh karena itu, tidaklah mengherankan jika banyak sekali perusahaan galangan kapal tersebar di seluruh Indonesia, salah satunya yang terdapat di Surabaya adalah PT. PAL INDONESIA. Perusahaan ini disamping tugas utamanya membangun kapal baru juga ikut serta membangun dan memajukan teknologi dan industri kemaritiman yang ada di Indonesia.

Produktivitas yang tinggi merupakan tujuan dari PT. PAL INDONESIA. Sebagai tolok ukur produksi adalah tercapainya keseimbangan dari 3 faktor :

1. *Quality*
2. *Delivery time*
3. *Cost*

MILIK PERPUSTAKAAN ITS

oleh karena itu perbaikan mutu kapal baik dalam segi kualitas maupun produktivitas mutlak diperlukan.

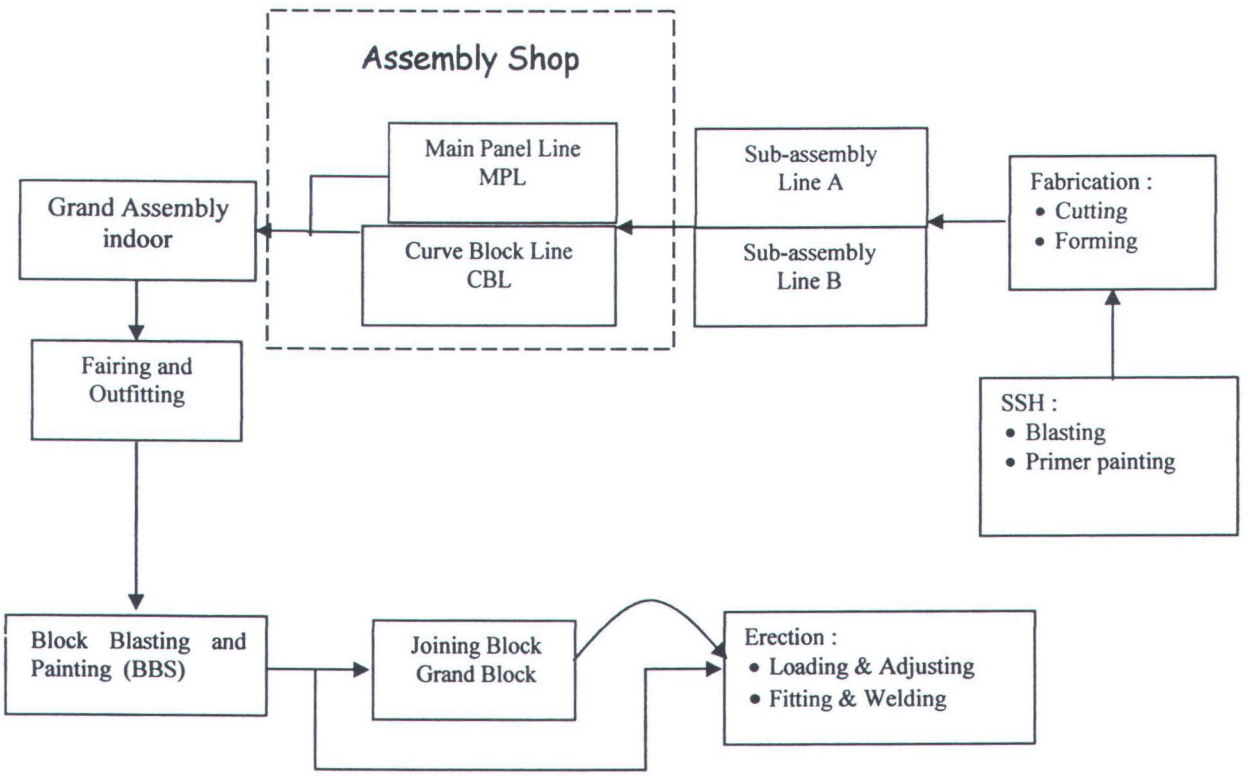
Pada saat penandatanganan kontrak, tentunya telah tercipta kata sepakat mengenai waktu yang diperlukan untuk memproduksi kapal. Berdasarkan kontrak tersebut maka PT. PAL INDONESIA membuat jadwal produksi terlebih dahulu. Jadwal produksi ini akan digunakan sebagai acuan dan alat kontrol dalam pengerjaan kapal. Proses produksi diawali ketika bagian Divisi teknologi membuat *production drawing* (gambar produksi), gambar inilah yang akan digunakan sebagai dasar Divisi logistik untuk pembelian material (*Steel plate & profiles*), sedangkan *material list* dari *production drawing* sering terlambat dan untuk memesan material juga membutuhkan waktu. Berbagai permasalahan mulai muncul

dalam produksi di bengkel-bengkel Divisi kapal niaga seperti ada pekerja yang menganggur (*idle time*), mesin yang menganggur, waktu transport dalam pabrik tidak efisien, jadwal produksi yang tidak ditepati, keterlambatan material, lintasan produksi yang tidak seimbang sehingga terjadi *bottle-neck*. Hal tersebut yang mengakibatkan *output* produksi menurun dari perencanaan awal. Hal ini sulit untuk dihindari dalam internal Divisi kapal niaga , namun dapat diatasi dengan pengoptimalan guna mengatur agar pekerjaan tidak menunggu (bukan memperpendek lama pekerjaan) sehingga *output* produksi bisa dimaksimalkan.

Untuk memodelkan sebuah sistem dari kondisi nyata yaitu dengan memusatkan pada identifikasi faktor-faktor dominan yang mengendalikan perilaku dari sistem nyata. Model berjenis apapun, tanpa bergantung pada akurasinya hanya akan memiliki sedikit nilai praktis jika tidak didukung oleh data yang andal. Walaupun sebuah model dapat didefinisikan dengan baik, mutu pemecahan model tersebut jelas bergantung pada seberapa baik kita bisa mengestimasi data. Jika estimasi tersebut terdistorsi, meskipun optimum dalam arti matematis, pada kenyataanya dapat bermutu rendah dari sudut pandang sistem nyata.

Sistem nyata dapat melibatkan sejumlah besar variabel, namun hanya sebagian dari variabel ini benar-benar mendominasi perilaku sistem nyata. Penyederhanaan sistem nyata tersebut untuk maksud pengembangan sebuah model harus berkosentrasi pada identifikasi variabel dan kendala dalam model peningkatan *output* produksi. Secara keilmuan kita dapat melihat kapasitas produksi adalah fungsi dari faktor-faktor seperti ketersediaan tenaga kerja, kapasitas mesin produksi, pengurutan proses produksi, laju pengiriman material yang dipesan, dan ketersediaan material.

Pengambilan keputusan dilihat dari aspek manapun adalah jantung dari fungsi managemen. Seluruh fungsi-fungsi managemen *planing, organizing, directing,* dan *controling* memerlukan pengambilan keputusan. pengambilan keputusan yang cepat dan akurat dengan menggunakan data-data dan informasi tepat merupakan kunci menjadi manajer yang efektif. Dengan banjir informasi yang timbul di lapangan, kemampuan memanfaatkan data- data dan informasi yang relevan secara efisien menjadi semakin penting.



Gambar 1.1 *Production Line*

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah model optimasi *output* produksi di Divisi Kapal Niaga PT PAL INDONESIA ?
2. Apakah faktor-faktor dominan yang berpengaruh pada *output* produksi di Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan yang hendak dicapai adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui model optimasi *output* produksi di Divisi Kapal Niaga PT PAL INDONESIA.
2. Untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang berpengaruh pada *output* produksi di Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pihak perusahaan mampu mengalokasikan sumber daya yang ada untuk lebih optimal sehinga mampu mencapai tujuan utama PT PAL INDONESIA.

1.5 Batasan Permasalahan

Agar permasalahan yang akan dipecahkan tidak terlalu meluas maka diperlukan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian tugas akhir ini dilakukan pada bagian *Hull Construction* bengkel *assembly* di Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA, sedangkan bengkel yang lainnya adalah sebagai *constraint* pembentukan model.
2. Data yang akan diolah adalah data proyek selama tahun 2004 sampai 2006.
3. Analisa lebih dipusatkan pada bengkel *assembly MPL* dan *assembly CBL.*
4. Dalam melakukan analisa perhitungan Tugas Akhir ini menggunakan Minitab 13, sedangkan untuk pemodelan menggunakan *software* SIMPLE ++.

1.6 Sistematika Penulisan

HALAMAN JUDUL
LEMBAR PENGESAHAN
ABSTRAK
KATA PENGANTAR
DAFTAR ISI
DAFTAR TABEL
DAFTAR GAMBAR
DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

(Berisi mengenai latar belakang penenelitian, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan permasalahan dan sistematika penulisan).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

(Berisi mengenai sejarah, Tugas pokok, Struktur organisasi dan penjelasan tugas Divisi Kapal Niaga di PT. PAL INDONESIA dan dasar-dasar teori yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

(Berisi mengenai penjelasan materi yang akan diteliti, tata cara penelitian dan bagan alir penelitian).

BAB IV ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

(Berisi mengenai analisa dan pembahasan variabel yang dominan dan model optimasi *output* produksi).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

(Berisi mengenai kesimpulan dari keseluruhan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, serta saran yang disampaikan untuk penelitian berikutnya).

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem dan Model

2.1.1 Sistem

Beberapa definisi sistem dan model yang telah banyak diberikan oleh ahli-ahli yang tedapat dalam buku karangan Simatupang (1995) antara lain, mendefinisikan sistem sebagai suatu agregasi atau kumpulan obyek-obyek yang terangkai dalam interaksi dan saling ketergantungan secara teratur. Sedangkan *Schimidt* dan *Taylor* (1970), menyatakan bahwa sistem adalah suatu kumpulan komponen-komponen yang berinteraksi dan bereaksi antar atribut komponen untuk mencapai suatu akhir yang logis. *Hick* mendefinisikan sistem sebagai sekumpulan komponen yang saling berinteraksi dan beroperasi di dalam suatu batasan.

Dengan demikian sistem dapat berupa kesatuan yang terdiri atas jaringan kerja kausal dari bagian-bagian yang saling bergantungan. Pilihan terhadap hubungan antara tiap-tiap bagian ini akan ditentukan oleh tujuan spesifik dari sistem. Singkatnya, sistem adalah kumpulan obyek-obyek yang saling berinteraksi dan bekerja bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu dalam lingkungan yang kompleks. Obyek-obyek yang dimaksud di sini adalah bagian-bagian dari sistem, seperti input proses, output, pengendalian umpan balik, dan batasan-batasan di mana setiap bagian ini mempunyai beberapa nilai atau harga yang bersama-sama menggambarkan keadaan sistem pada saat tertentu. Interaksi di sini menghasilkan suatu ikatan antar obyek-obyek dalam proses sistem, antara sistem dan sub sistem, sehingga dihasilkan suatu perilaku sistem tertentu. Setiap perilaku mengarah kepada suatu performansi yang mengendalikan dan mengarahkan sistem pada suatu tingkat prestasi tertentu.

Semua definisi tentang sistem di atas mencakup lima unsur utama yang terdapat dalam sistem, yaitu :

1. Elemen-elemen atau bagian-bagian.
2. Adanya interaksi atau hubungan antar elemen-elemen atau bagian-bagian.

3. Adanya sesuatu yang mengikat elemen-elemen atau bagian-bagian tersebut menjadi satu kesatuan.
4. Terdapat tujuan bersama sebagai hasil akhir.
5. Berada dalam lingkungan yang kompleks.

lasifikasi sistem bersifat umum dan boleh terdapat di mana saja. Beberapa klasifikasi stem menurut Simatupang (1995) di antaranya adalah :

1. Sistem Alamiah dan Sistem Buatan

   Sistem alamiah adalah sistem yang telah terbentuk dengan sendirinya dan dapat ditemui di alam bebas, misalnya sistem alam semesta atau tata surya. Sedangkan sistem buatan adalah sistem yang diciptakan dan dikendalikan dengan tujuan tertentu, misalnya sistem ekonomi, sistem politik, dan lain-lain.

2. Sistem Terbuka dan Sistem Tertutup

   Sistem terbuka dalah sistem yang mampu berinteraksi dengan lingkungannya, di mana dimungkinkan adanya pertukaran materi, energi, maupun informasi dengan lingkungannya. Suatu sistem yang mengandung unsur organisme yang hidup adalah sistem terbuka, sebab sistem-sistem tersebut akan sangat dipengaruhi oleh apa yang dirasakan organisme tersebut. Sedangkan sistem tertutup tidak memiliki relasi atau interaksi terhadap lingkungannya. Sistem tertutup digunakan sebagai suatu cara untuk pendekatan awal pada suatu sistem dengan menyerderhanakan situasi yang kompleks.

3. Sistem Statis dan Sistem Dinamis

   Peninjauan sistem statis dan dinamis berkaitan dengan perubahan waktu. Sistem statis adalah sistem yang tidak dipengaruhi atau tidak bergantung pada perubahan waktu. Sistem dinamis memakai waktu sebagai variabel independen (bebas atau berpengaruh).

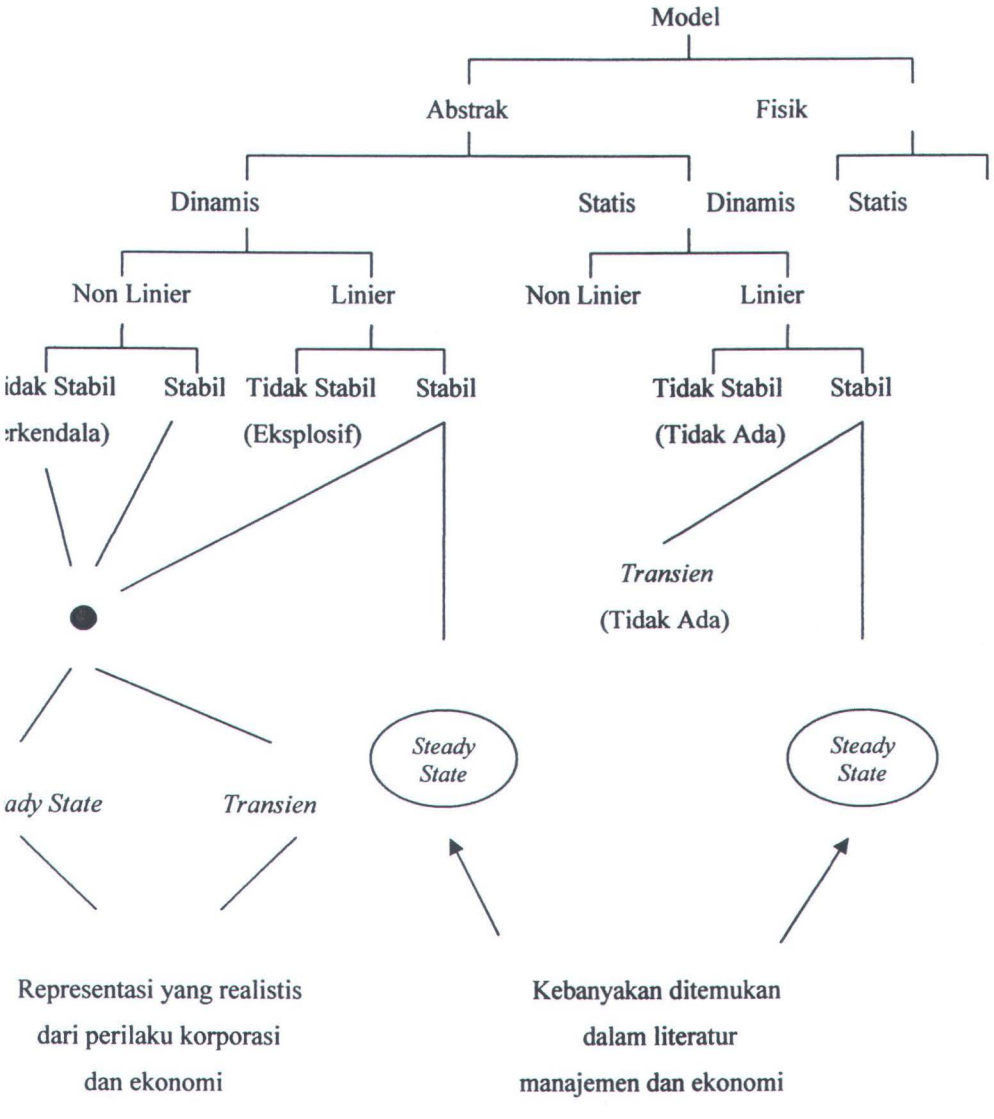
4. Sistem Adaptif dan Sistem Non Adaptif

   Sistem adaptif memberikan reaksi terhadap lingkungannya sedemikian rupa sehingga dapat memperbaiki fungsi, prestasi atau kemungkinannya bertahan hidup. Sedangkan sistem non adaptif tidak memberikan reaksi terhadap lingkungannya.

.2 Model

)del merupakan suatu representasi, penyederhanaan, dan pendesainan dari suatu sistem ata yang kompleks dengan tujuan untuk menyelidiki kemungkinan perbaikan sistem dan nentukan adanya pengaruh dari kebijaksanaan yang brbeda pada sistem. Secara umum)del digunakan untuk penggambaran sistem, penjelasan sistem, dan peramalan perilaku tem.

asifikasi model menurut *Forrester* (1961) dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Klasifikasi Model

apun penjelasan dari klasifikasi model adalah sebagai berikut :

1. Model Fisik dan Abstrak

   Model fisik adalah model yang paling mudah dimengerti, model ini biasanya berbentuk replika. Terdapat dua macam model fisik, yang pertama adalah model fisik statis, misalnya maket gedung. Kedua adalah model fisik dinamis, misalnya terowongan angin yang digunakan untuk menguji rancangan pesawat.

   Model abstrak adalah sebuah model yang lebih banyak menggunakan simbol daripada bentuk fisik. Model abstrak dibagi menjadi tiga macam, yaitu model mental, model bahasa atau verbal, dan model matematik. Model mental adalah model yang dimiliki oleh manusia yang ada di dalam benaknya untuk mewakili proases atau kejadian yang terjadi di sekitarnya. Model bahasa atau verbal adalah model komunikasi yang dilakukan oleh manusia. Model matematik sebenarnya model khusus dari model verbal, perbedaannya hanya terletak pada penggunaan bahasa yang lebih tepat dan akurat yang diwakili oleh simbol atau lambang.

2. Model Statis dan Dinamis

   Model ini merupakan jenis model yang mewakili situasi yang berhubungan dengan waktu. Model statis menjelaskan sebuah hubungan yang tidak berubah terhadap waktu. Sedangkan model dinamis berhubungan dengan interaksi yang berubah terhadap waktu.

3. Model Linear dan Non Linier

   Sebuah sistem yang dipresentasikan dalam sebuah model dapat berupa sistem linier atau sistem non linier. Pada sistrem linier, pengaruh luar pada sistem adalah murni penjumlahan. Sedangkan pada sistem non linier, pengaruh luar pada sistem tidak hanya penjumlahan saja.

4. Model Stabil dan Tidak Stabil

   Dalam model dinamis, di mana kondisi model berubah terhadap waktu dapat dibagi lagi menjadi model stabil dan tidak stabil. Hal ini juga berlaku terhadap sistem yang dipresentasikan dalam sebuah model. Sistem stabil adalah sistem yang cenderung akan kembali ke kondisi semula. Sedangkan sistem tidak stabil adalah sebuah sistem yang jika telah mengalami gangguan tidak akan kembali ke kondisi semula.

5. Model *Steady State* dan *Transient*

   Model pada kondisi *steady state* adalah sebuah model yang mengalami pengulangan terhadap waktu akan memperlihatkan perilaku yang sama dari waktu ke waktu. Sedangkan perilaku *transient* adalah fenomena sesaat yang tidak dapat terulang lagi.

'ada dasarnya literatur tentang model sepakat untuk mendefinisikan model sebagai suatu epresentasi atau formalisasi dari suatu sistem nyata. Dengan demikian permodelan adalah)roses membangun atau membentuk sebuah model dari sistem nyata. Beberapa tujuan dari)ermodelan sistem di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Memperkecil biaya dan tenaga yang harus dikeluarkan.
2. Mempersingkat waktu percobaan.
3. Memperkecil resiko.
4. Model dari sistem dapat berguna dalam menjelaskan, memahami, dan memperbaiki sistem tersebut.
5. Dapat mengetahui performansi dan informasi yang ditunjukkan oleh sistem.

Pengembangan suatu model dapat dilakukan dengan elaborasi, analogi, dan dinamis.

a. Elaborasi

   Pengembangan model sebaiknya dimulai dengan yang paling sederhana, kemudian secara bertahap dielaborasi menjadi model yang representatif. Penyederhanaan masalah dapat dilakukan dengan menggunakan asumsi yang ketat.

b. Analogi

   Pengembangan model dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip-prinsip teori yang telah dikenal luas.

c. Dinamis

   Pengembangan model bukanlah merupakan proses yang linier sehingga dalam tahap pengembangan mungkin saja terdapat proses pengulangan.

Beberapa karakteristik suatu model yang baik sebagai ukuran pencapaian tujuan permodelan menurut Siregar (1994), yaitu :

1. Tingkat generalisasi yang tinggi

   Semakin tinggi derajat generalisasi suatu model, maka model tersebut akan baik, sebab kemampuan model untuk memecahkan masalah semakin besar.

2. Mekanisme transparansi

   Suatu model dikatakan baik jika kita dapat melihat mekanisme suatu model dalam memecahkan masalah.

3. Potensial untuk dikembangkan

   Suatu model yang berhasil biasanya mampu membangkitkan minat peneliti lain untuk menyelidiki lebih lanjut, serta memberikan kemungkinan pengembangannya menjadi model yang lebih kompleks yang bermanfaat dalam menjawab pertanyaan masalah sistem nyata.

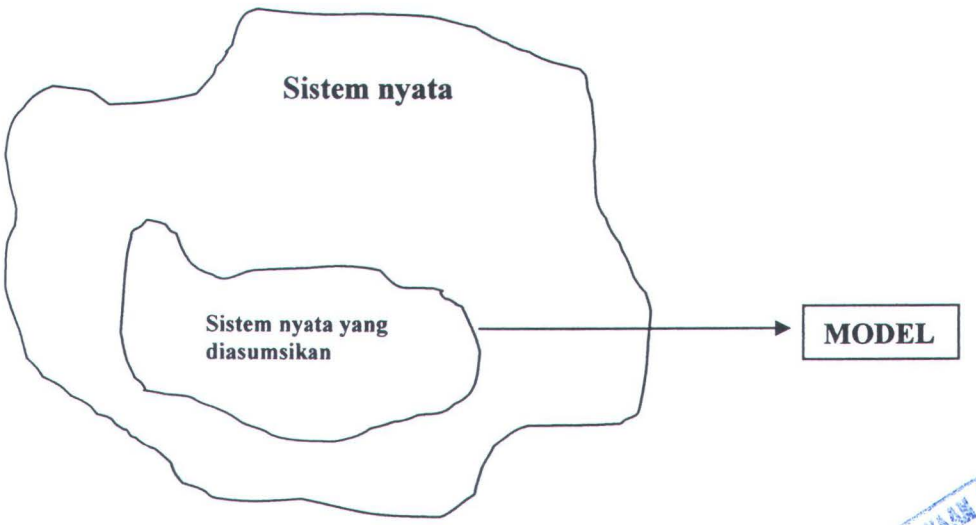
4. Peka terhadap perubahan asumsi

   Hal ini menunjukkan bahwa proses permodelan tidak pernah berakhir, selalu memberikan celah untuk membangkitkan asumsi.

lodel didefinisikan sebagai sebuah fungsi tujuan dengan batasan-batasan yang iekspresikan dalam bentuk variabel keputusan (alternatif) dari permasalahan tersebut. istem nyata dapat melibatkan sejumlah besar variabel dan batasan, biasanya hanya ebagian dari variabel dan batasan ini benar-benar mendominasi perilaku sistem nyata. enyederhanaan sistem nyata tersebut untuk maksud pengembangan sebuah model harus erkosentrasi pada identifikasi variabel dan batasan yang dominan.

lodel berjenis apapun, tanpa bergantung pada akurasinya hanya akan memiliki sedikit ilai praktis jika tidak didukung oleh data yang andal. Walaupun sebuah model dapat idefinisikan dengan baik, mutu pemecahan model tersebut jelas bergantung pada seberapa aik kita bisa mengestimasi data. Jika estimasi tersebut terdistorsi, meskipun optimum alam arti matematis, pada kenyataanya dapat bermutu rendah dari sudut pandang sistem yata.

ambar berikut ini akan menggambarkan tingkat abstraks dari sebuah situasi dunia nyata ang mengarah pada pengembangan sebuah model. Sistem nyata yang diasumsikan adalah istem yang diabtraksi dari situasi nyata dengan memusatkan perhatian pada identifikasi aktor yang dominan (variabel, batasan, parameter) yang mengendalikan perilaku sistem yata tersebut. Model yang merupakan sebuah abstraksi dari sistem nyata yang iasumsikan, lalu mengidentifikasi hubungan yang sesuai dalam sistem tersebut dalam entuk tujuan dan sekelompok batasan (Hamdy A.Taha 1996).



Gambar 2.2 Abstraksi System Nyata

MILIK PERPUSTAKAAN ITS

2.2 *Computer Simulation*

Salah satu cara untuk melakukan simulasi dengan lebih baik adalah dengan menggunakan komputer atau dikenal dengan *Computer Simulation*. *Computer Simulation* merupakan metode untuk mempelajari model yang bervariasi dari sistem nyata dengan evaluasi numerik yang dilakukan oleh *software* yang didesain untuk meniru karakteristik operasi dari sistem. (Kelton, 2000)

Model simulasi komputer adalah model di mana model ini dibuat sedemikian rupa sehimgga dapat menggambarkan sistem sesungguhnya dan dapat dilakukan proses eksperimen dengan model ini pada komputer (Pritsher, 1986). Pembangunan model simulasi harus menacakup beberapa elemen sistem, di mana elemen-elemen tersebut saling mempengaruhi elemen lainnya. Alasan utama penggunaan simulasi adalah karena terbatasnya teknik-teknik matematika standart untuk menganalisa suatu model (Tim Peneliti FTI, 1995). Hal ini terjadi apabila interaksi antara variabel sistem tidak linier atau apabila faktor acak merupakan karakteristik dari sistem.

Model simulasi digunakan apabila suatu sistem mempunyai komplektisitas atau tingkat kesulitan yang tinggi dan sulit diselesaikan dengan model matematika. Penjelasan lebih lanjut mengenai perbandingan antara model simulasi dan model analitis diuraikan berikut ini.

Tabel 2.1 Perbandingan antara Model Simulasi dan Model Analitis

Sudut Pandang	Model Simulasi	Model Analitis
Kompleksitas	Dapat dibuat dengan sangat kompleks sesuai tingkat kebutuhan dan tanpa batasan waktu untuk menjalankannya.	Terbatasnya kompleksitas sistem dan tingkat kesulitan perhitungan meningkat secara eksponensial sesuai besarnya sistem.
Fleksibilitas	Dapat digunakan untuk menganalisa beberapa struktur sistem berhubungan sekaligus tanpa harus melakukan perubahan berarti.	Perubahan parameter akan mengubah model jika ada perubahan struktur.
Kebutuhan Data	Dapat menggunakan banyak data untuk lebih mendekatkan pada kondisi yang sebenarnya.	Hanya membutuhkan sedikit data, karena tujuan kemudahan penjelasan tentang sistem.
Efisiensi	Kebutuhan waktu untuk membuat model bisa ditentukan dalam waktu yang ridak 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.

ber : Tim Peneliti FTI, Perancangan Model Simulasi Komputer sebagai Alat Bantu Analisis Perencanaan Kebutuhan Fasilitas dan Terminal Peti Kemas, 1995)

Kelebihan dan Kekurangan Model Simulasi

asi sebagai salah satu metode atau teknik dari riset operasional yang digunakan untuk elesaikan masalah yang bersifat stokastik telah disadari manfaatnya. Ada beberapa han model simulasi dibandingkan dengan model lain, yaitu :

Konsep random

Model simulasi komputer dapat dengan mudah memodelkan peristiwa random (acak), sehingga dapat memberikan gambaran kemungkinan-kemungkinan apa yang dapat terjadi.

Return On Investment

Dengan menggunakan model simulasi komputer, maka faktor biaya akan dengan mudah ditutup. Karena dengan simulasi, kita dapat meningkatkan efisiensi seperti penghematan *operation cost*, *inventory*, dan pengurangan jumlah orang.

3. Antisipasi

   Dengan menggunakan simulasi, maka kita dapat menghindarkan resiko yang mungkin terjadi karena penerapan sistem baru.

4. Meningkatkan komunikasi

   Adanya *user interface* yang baik pada program simulasi saat ini serta dilengkapi dengan kemempuan animasi, sehingga akan sangat membantu sekali dalam mengkomunikasikan dengan sistem yang baru pada semua pihak.

5. Pemilihan peralatan dan estimasi biaya

   Dalam pembelian peralatan baru, seringkali peralatan tersebut mempunyai kaitan dengan sistem yang lama, dengan menggunakan simulasi maka kita akan dapat melihat performansi sistem secara keseluruhan dan melakukan analisa *cost benefit* sebelum pembelian peralatan dilaksanakan.

6. *Countinous Improvement Program*

   Model simulasi komputer membantu program ini dengan cara membantu memberikan evaluasi strategi *improvement* dan mengevaluasi alternatif-alternatif yang ada. Dengan simulasi ini kita juga dapat melakukan serangkaian tes-tes dan mengevaluasi usulan-usulan yang diajukan.

lain memiliki kelebihan, model simulasi juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu :

a. Jika model yang dibuat dalam simulasi tidak sesuai (tidak valid) dalam menggambarkan sistem yang sebenarnya, maka simulasi akan menghasilkan informasi yang kurang berguna tentang sistem nyata tersebut.

b. Pada sistem yang kompleks diperlukan biaya yang besar untuk pengembangan dan pengumpulan data awal atau observasi sistem yang membutuhkan eksperimen awal.

c. Untuk model simulasi stokastik, peramalan karakteristik sejati model hanya untuk sebagian parameter input. Oleh karena itu, perlu banyak menjalankan model yang berbeda untuk parameter-parameter input yang lain. Atas dasar ini, model simulasi biasanya tidak terbukti baik untuk optimasi. Pada model analitis akan cepat menghasilkan ciri model sejati untuk berbagai parameter input untuk optimasi,

sehingga jika model analitis yang valid tersedia atau mudah dikembangkan, maka lebih baik memilih model analitis.

2.2 Tipe Simulasi

la banyak cara untuk mengklasifikasikan model simulasi, tetapi salah satu yang berguna alah mengklasifikasikannya dalam tiga dimensi, yaitu :

1. Statis vs Dinamis

   Kedua jenis model merupakan jenis model yang mewakili situasi yang berhubungan dengan waktu. Model statis menjelaskan sebuah hubuingan yang tidak berubah terhadap waktu. Sedangkan model dinamis, berhubungan dengan interaksi yang berubah terhadap waktu.

2. Kontinyu vs Diskrit

   Dalam model kontinyu, *state variable* dapat berubah setiap waktu. Sedangkan pada diskrit, simulasi perubahan terjadi secara acak dan tersebar pada suatu titik dari waktu.

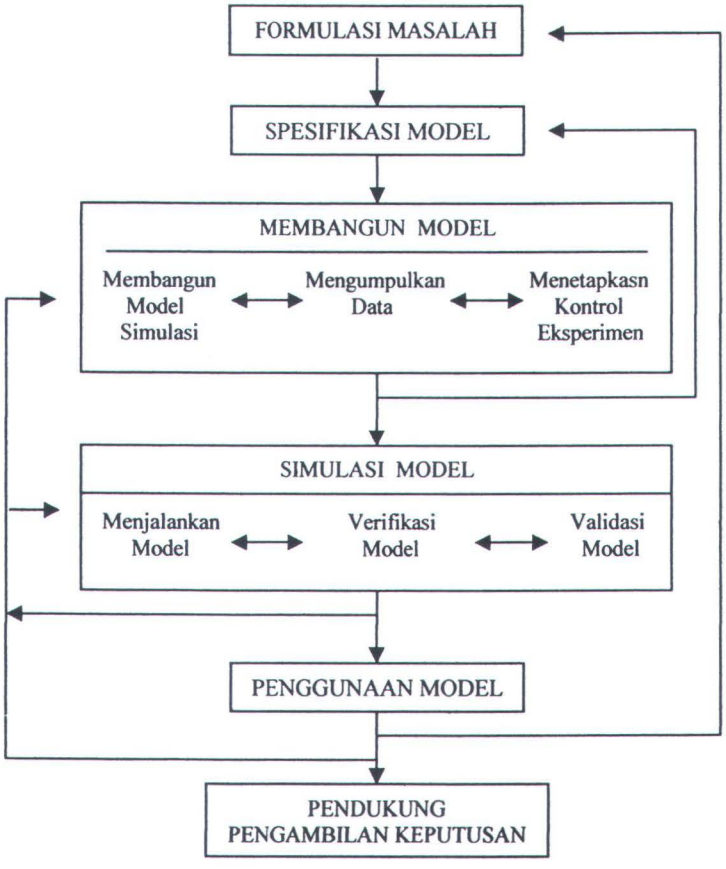
3. Deterministik vs Stokastik

   Model yang tidak memiliki data random adalah deterministic sedangkan untuk model stokastik setidaknya beberapa inputnya memiliki sifat random

2.3 Langkah-langkah Studi Simulasi

ıda umumnya simulasi dipandang sebagai aktifitas yang memiliki tiga fase, yaitu :

a. Permodelan.
b. Kompetensi.
c. Eksperimentasi.



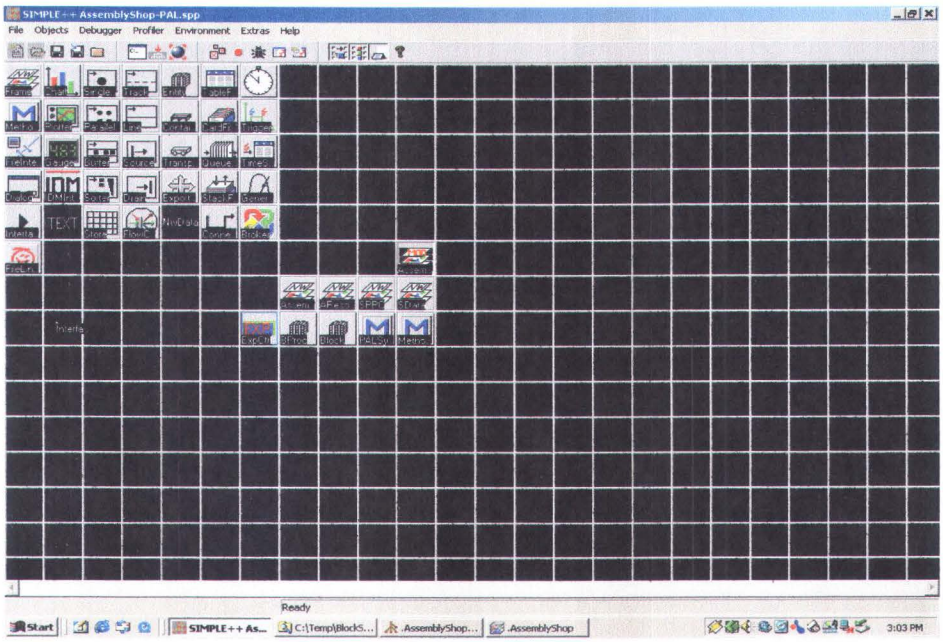
Gambar 2.3 Tahapan Studi Simulasi

:etiga fase aktifitas simulasi dapat dikembangkan menjadi langkah-langkah yang lebih :rperinci dalam melakukan permodelan dan proses simulasi seperti pada gambar di atas ang menyajikan urutan tahapan yang diperlukan untuk melakukan studi simulasi.

.2.4 Software Simulasi SiMPLE ++

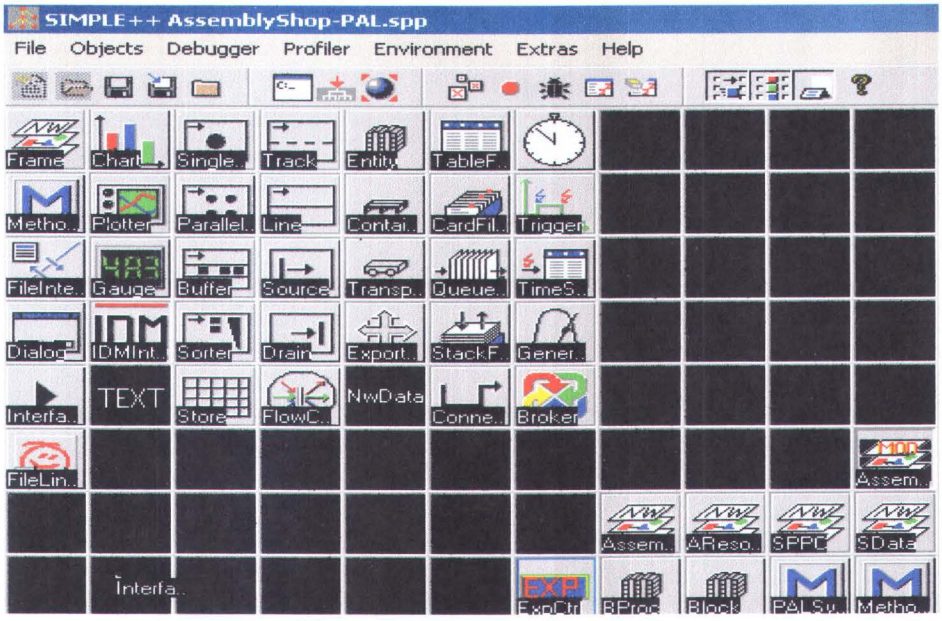
iMPLE ++ digunakan untuk simulasi dalam produksi, logistik, desain teknik dan iimplementasikan dalam bahasa pemograman C++. Pemodelan dapat ditentukan oleh engguna menurut gaya kerja masing-masing dan tidak ada penentuan prosedur. Bagian ari model dapat dirinci atau disederhanakan langkah demi langkah kapan saja, hal ini angat penting dalam penggunaanya kareana optimisme sistem dan proses bisnis sering iemerlukan perubahan model

l paling tinggi dari SiMPLE++ digambarkan melalui Window SiMPLE++. Window PLE++ adalah jalan masuk ke dalam sistem simulasi. Melalui window ini, kita dapat gakses level lainnya, perpustakaan blok bangunan, dan model kosong. Tersedia tiga an yaitu, Lingkungan, File, dan Debugger. Menu Lingkungan terdiri dari animasi, igurasi, pembuatan direktori, penghapusan direktori, dan penghapusan file. Menu File ungkinkan untuk membuka dan menutup model. Lebih jauh lagi, menu File dapat uat, membuka perpustakaan blok bangunan baru, *printed-out*, *seed value*, dan keluar program. Menu Debugger digunakan untuk menampilkan kesalahan dan bantu perbaikan kesalahan. Gambar di bawah ini akan menunjukkan menu utama SiMPLE ++.



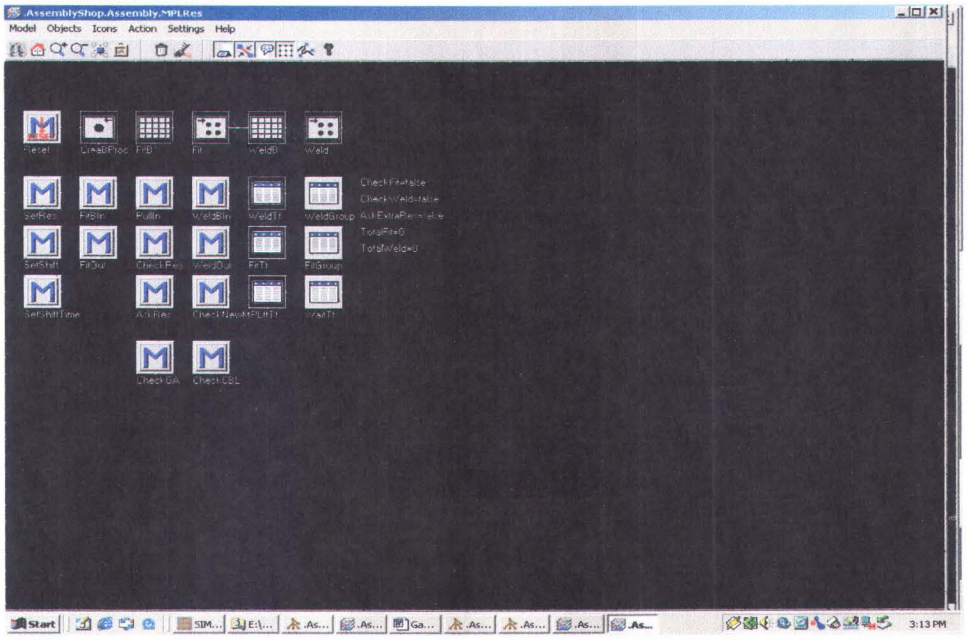
Gambar 2.4 Tampilan menu utama SiMPLE ++

ling Block Library (perpustakaan blok bangunan) adaalah level ke dua dari system lasi SiMPLE++. Perpustakaan blok bangunan terdiri dari seluruh blok bangunan dasar nodel yang dapat mendefinisikan pengguna, yang penting untuk membangun sebuah el. Blok bangunan dasar dapat disalin, diambil, dan bergerak dengan bebas. Gambar ut ini akan menunjukkan fasilitas *Building Block Library*.



Gambar 2.5 Tampilan *Building Block Library* SiMPLE ++

k bangunan dasar (*basic building block*) adalah satu-satunya blok bangunan yang ada t membuka perpustakaan blok bangunan baru. Perpustakaan blok bangunan dasar dapat efinisikan dalam kelompok-kelompok sebagai berikut blok bangunan model (model ong), aliran blok bangunan material aktif dan pasif, elemen yang dapat dipindahkan, ode blok bangunan, aliran informasi blok bangunan, dan beberapa super ordinat blok gunan. Gambar di bawah ini, menunjukkan *basic building block* dari sebagian model ıgkel *Assembly* yang dibahas dalam pemodelan ini.



Gambar 2.6 Tampilan Blok Bangunan Dasar SiMPLE ++

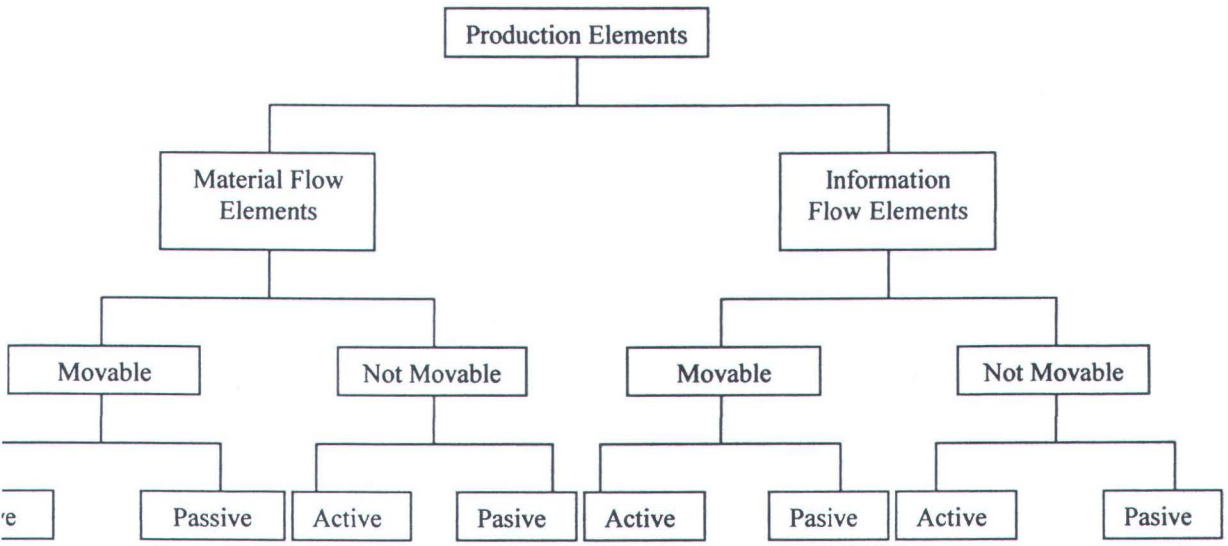
:modelan pada SiMPLE++ dibuat dalam dua langkah, yaitu :

Memulai dengan membuat blok bangunan pengguna (*user building block*) dari blok bangunan dasar. Blok bangunan pengguna dibuat dengan cara mengcopy model kosong dalam perpustakaan blok bangunan. Selanjutnya dengan membuka model kosong, blok bangunan dasar dimasukkan sesuai dengan model yang diinginkan, kemudian menghubungkan antara blok bangunan dasar dan mengatur parameter-parameternya apabila perlu.

Menempatkan blok bangunan pengguna bersama-sama untuk membentuk sebuah model. Model pengguna dibangun dengan cara mengcopy dan membuka sebuah model kosong. Kemudian memasukkan blok bangunan pengguna yang telah ada dalam perpustakaan blok bangunan, menghubungkan antara mereka menurut *station* yang ingin dibuat modelnya.

2.5 Elemen Aliran Material dan Informasi

lemen aliran material dijalankan sebagai transportasi dan pemrosesan elemen yang dapat :rpindah sampai metode yang menampilkan pekerjaan aktif, penyimpanan, dan :nggambaran tentang jalan yang memungkinkan untuk menampilkan pekerjaan pasif. ıformasi elemen aliran adalah perubahan informasi antara seluruh blok bangunan dan :mrosesan informasi. Perbedaan antara elemen aliran material dan informasi, akan jelaskan pada gambar bagan pembagian elemen produksi berikut ini.



Gambar 2.7 Bagan Pembagian Elemen Produksi

Keterangan :

a. Elemen aliran material (*material flow element*) adalah elemen dengan massa, dapat berubah (membutuhkan waktu), dapat ditiru dan merupakan obyek yang nyata untuk dipelajari.
b. Elemen aliran material yang dapat bergerak (*movable material flow elements*) adalah elemen aliran material yang dapat merubah lokasi mereka, ada dalam elemen aliran material dan dapat dibuat atau dihilangkan. Sebagai contoh adalah Fork-lift, pallet, produk, dll.
c. Elemen aliran material yang tidak bergerak (*not movable material flow elements*) adalah elemen aliran material yang mempunyai lokasi tetap, tidak ada dalam elemen aliran material dan tidak dapat dibuat atau dihilangkan. Sebagai contoh adalah mesin, gudang, jalur transportasi, dll.
d. Elemen aliran informasi (*information flow elements*) adalah elemen tanpa massa, dapat berubah (membutuhkan perkiraan, tidak membutuhkan waktu), dapat ditiru tanpa kehilangan waktu, dan hanya tiga untuk membantu aliran material.
e. Elemen aliran informasi yang dapat bergerak (*movable information flow elements*) adalah elemen aliran informasi yang dapat berpindah tempat, ada dalam elemen aliran informasi, dan dapat dibuat, ditiru, dan dihilangkan. Sebagai contoh adalah data, rekaman, dll.
f. Elemen aliran informasi yang tidak bergerak (*not movable information flow elements*) adalah elemen aliran informasi yang mempunyai lokasi tetap, dapat berisi elemen aliran informasi yang dapat berpindah tempat dan tidak dapat ditiru, dibuat atau dihilangkan. Sebagai contoh adalah computer, control, skalar, dll.

2.2.6 Verifikasi dan Validasi Model

Salah satu masalah penting dalam penggunaan model simulasi sebagai alat analitis sistem adalah menentukan apakah model merupakan representasi yang akurat dalam memodelkan sistem yang menjadi obyek studi. Proses verifikasi dilakukan untuk menentukan apakah model simulasi berjalan sesuai keinginan pembuat model, misalnya dengan melakukan proses *debug* program komputer. Sedangkan proses validasi, digunakan untuk menentukan pakah simulasi mampu mewakili sistem riil secara akurat.

Verifikasi Model Simulasi

:knik-teknik yang digunakan dalam melakukan proses verifikasi program komputer dari ɔdel simulasi antara lain adalah (Law&Kelton, 1983) :

1. Menulis dan *debug* program komputer untuk tiap modul atau sub program. Pertama kali lebih baik dibuat suatu model yang sederhana dan kemudian secara bertahap dibuat lebih kompleks sesuai dengan kebutuhan.
2. Pengembangan model simulasi dilakukan dalam satu tim yang terdiri dari beberapa anggota yang memiliki tugas-tugas tertentu yang berbeda.
3. Melakukan *tracing* sehingga dapat menelusuri *state* sistem yang disimulasikan secara jelas.
4. Menjalankan model dengan melakukan penyederhanaan asumsi pada karakteristik model yang sudah diketahui.
5. Membuat suatu *display* grafis yang mampu menampilkan *output* simulasi pada saat simulasi sedang berjalan.

Validasi Model Simulasi

alidasi merupakan proses perbandingan parameter antara model simulasi dengan sistem ıng disimulasikan. Sebuah model dapat diterima sebagai model yang memadai apabila odel tersebut berhasil melewati uji validasi. Pendekatan yang biasa digunakan dalam elakukan uji validasi adalah validasi kotak hitam (*black box validation*) dan validasi ɔtak putih (*white box validation*).

alidasi kotak hitam dilakukan dengan melakukan observasi perilaku sistem riil pada suatu ɔndisi tertentu dan menjalankan model pada kondisi yang sedapat mungkin mendekati ɔndisi sistem riil. Model dianggap valid jika tidak ada perbedaan yang signifikan antara bservasi model dengan sistem riil. Metodologi yang dapat dilakukan untuk melakukan erbandingan tersebut adalah dengan menetapkan suatu hipotesa awal dan selanjutnya ıelakukan pengujian statistik terhadap nilai rata-rata sistem riil dan hasil observasi model. elanjutnya, dilakukan analisa bahwa kurang dari x% kemungkinan bahwa hipotesa ersebut diterima atau ditolak. Validasi kotak putih dilakukan dengan mengamati cara kerja ıterval model simulasi, misalnya input distribusi dan logika sistem baik statis maupun inamis.

Main Effect Plot dan *Interaction* Plot

l Rancangan Percobaan

ıah percobaan dilakukan untuk menyelidiki hubungan antara faktor-faktor yang ngaruhi suatu proses atau untuk menetapkan beberapa hipotesis. Sebagai contoh, m membandingkan kesamaan dua rata-rata. Pelaku percobaan harus menetapkan ıah observasi yang dibutuhkan untuk memperoleh kekuatan pengujian. Rancangan obaan diperlukan untuk mengukur bahwa data yang dikumpulkan relevan dan untuk ıperoleh sebanyak mungkin informasi.

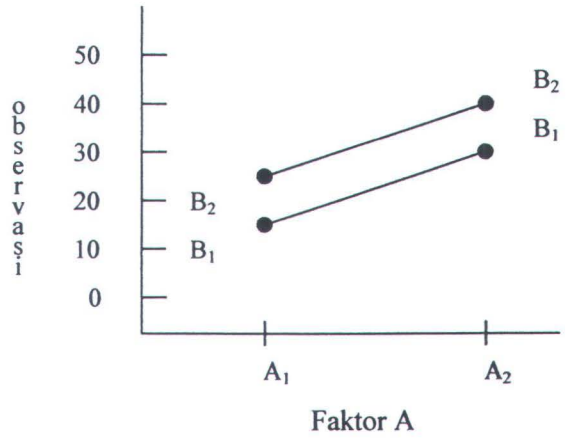
merancang suatu percobaan, yang harus diingat adalah dua dasar pertimbangan, yaitu patan statistik dan biaya. Ketepatan statistik mencakup pemilihan yang layak dari gapan yang diukur, penentuan jumlah faktor yang mempengaruhi respon, jumlah tu dasar percobaan (pengulangan), dan bentuk analisis yang diperlukan. Biaya sering kankan, tetapi sama pentingnya. Untuk meminimumkan biaya, maka harus memilih angan percobaan sesederhana mungkin dan menggunakan jumlah sampel yang sekecil ıgkin, sehingga konsisten dan memperoleh hasil yang memuaskan. Pada akhirnya, angan percobaan yang paling sederhana adalah rancangan yang efisien dan ekonomis.

2 Percobaan Faktorial

obaan faktorial digunakan untuk mempelajari secara serentak pengaruh dua atau lebih or. Dengan sebuah percobaan faktorial, dapat diartikan bahwadalam setiap percobaan kap atau pengulangan sebuah percobaan yang mungkin dikombinasikan dengan kat faktor yang diselidiki.

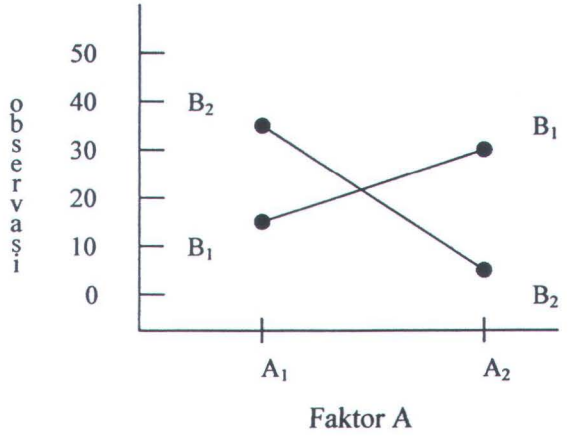
garuh sebuah faktor didefinisikan sebagai perubahan dalam respon yang dihasilkan ı sebuah perubahan dalam tingkat faktor tersebut. Hal ini disebut sebuah pengaruh na, karena ini berhubungan dengan faktor utama. Dalam beberapa percobaan, ıedaan dalam respon antara tingkat satu faktor tidak sama pada semua tingkat faktor nya. Bila hal ini terjadi, terdapat sebuah interaksi antara faktor-faktor tersebut.

Konsep interaksi dapat dilustrasikan secara grafik pada gambar berikut ini.



Gambar 2.8 Faktorial Percobaan Tanpa Interaksi

Pada gambar di atas, plot data menggambarkan hubungan terhadap tingkat A dan B. dapat dilihat bahwa garis B_1 dan B_2 secara kasar sejajar. Hal ini menunjukkan bahwa faktor A dan B tidak dapat behubungan secara nyata atau dapat dinyatakan bahwa antara faktor A dan faktor B tidak terjadi interaksi.



Gambar 2.9 Faktorial Percobaan dengan Interaksi

Pada gambar di atas, plot data menggambarkan hubungan terhadap tingkat A dan B. Dapat dilihat bahwa garis B_1 dan B_2 secara kasar tidak sejajar atau berpotongan. Hal ini menunjukkan bahwa faktor A dan B behubungan secara nyata atau dapat dinyatakan bahwa antara faktor A dan B terjadi interaksi.

ıran secara grafik sering bermanfaat dalam menyajikan suatu hasil percobaan. Dari asi ini, akan membantu para pelaku percobaan dalam menemukan jawaban pada vaan yang dibutuhkan dalam percobaan yang dilakukan.

ıe Way ANOVA

is Varians (ANOVA) adalah teknik perhitungan yang memungkinkan secara atif untuk mengestimasi dari setiap faktor pada semua pengukuran respon. Misalkan buah tingkat yang berbeda dari sebuah faktor tunggal yang ingin dibandingkan. aan tingkat faktor-faktor tersebut sering disebut perlakuan. Berikut ini akan ilkan tabel pengamatan dengan memperhatikan masalah di mana terdapat jumlah ısi yang sama pada masing-masing perlakuan.

Tabel 2.2 Data untuk Klasifikasi Satu Arah Analisis Varians

		Observasi			
	1	y_{11}	y_{12}	.....	y_{1n}
	2	y_{21}	y_{22}	.....	y_{2n}
Perlakuan	.	.	.	.....	.
	.	.	.	.....	.
	.	.	.	.....	.
	a	y_{a1}	y_{a2}	.....	y_{an}

li atas dapat dijabarkan observasinya dengan model *linear* secara statistik, di mana rvasi ke ij, μ adalah parameter umum untuk semua perlakuan yang disebut rata-rata uhan, τ_i adalah parameter yang berhubungan dengan perlakuan ke-i yang disebut ıh perlakuan ke-i, dan ε_{ii} komponen *error random*.

$$_i = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1,2,...,a \\ j = 1,2,...,n \end{cases} \quad \ldots (2.1)$$

persamaan di atas disebut dengan klasifikasi satu arah analisis varian (*One Way* A), karena hanya faktor yang diselidiki. Selanjutnya, akan dibutuhkan bahwa ısi diambil dalam susunan *random* sehingga lingkungan sekeliling perlakuan yang can (sering disebut unit eksperimental) seseragam mungkin. Penyususnan ini

ɔut rancangan percobaan k*erandom*an secara lengkap. Ada arah yang berbeda bahwa α
kat faktor dalam percbaan dapat dipilih. α perlakuan telah dipilih secara khusus oleh
kuan percobaan. Dalam keadaan ini, dilakukan pengujian hipotesis mengenai τ_i dan
npulan akan digunakan hanya untuk tingkat faktor yang dipertimbangkan dalam
sis. Kesimpulan tersebut tidak dapat diperluas untuk perlakuan yang sama yang tidak
timbangkan, sehingga untuk memperkirakan τ_i, maka digunakan model efek tetap
n Effect Plot).

m model efek tetap, perlakuan τ_i biasanya didefinisikan sebagai deviasi keseluruhan
rata, sehingga :

$$\sum_{i=1}^{a} \tau_i = 0 \qquad \ldots (2.2)$$

yang akan dipakai, didasarkan pada perbandingan dua taksiran bebas dari kesamaan
ınsi populasi σ^2. Kedua taksiran tersebut diperoleh dengan menguraikan variasi data.

edur pengujian diringkas dalam tabel Analisis Varian berikut ini.

Tabel 2.3 Analisis Varians Satu Arah Model Efek Tetap

Sumber Varian	**Derajat Kebebasan**	**Sum Square**	**Mean Square**	**F_{Hitung}**
Perlakuan	a – 1	$\sum_{i=1}^{a} \frac{y^2_{i.}}{n} - \frac{y^2_{..}}{N}$	$\frac{\sum_{i=1}^{a} \frac{y^2_{i.}}{n} - \frac{y^2_{..}}{N}}{a-1}$	$\frac{MSR}{MSE}$
Error (Dalam Perlakuan)	N – a	$SS_{Total} - SS_{Perlakuan}$	$\frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n} y^2_{ij} - \frac{y^2_{..}}{N}}{N-a}$	
Total	N – 1	$\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n} y^2_{ij} - \frac{y^2_{..}}{N}$		

gan menggunakan *One Way* ANOVA, untuk mengetahui apakah ada pengaruh
aksi terhadap variabel yang diamati, maka digunakan :

ɔtesa : H_0 : Tidak ada pengaruh interaksi terhadap *troughput* yang diamati

H_1 : Ada pengaruh interaksi terhadap *troughput* yang diamati

atistik Uji : $F_{Hitung} = \frac{MSR}{MSE}$ ... (2.3)

ilai F_{Hitung} ini, dibandingkan dengan F_{Tabel} yaitu $F_{(n1,n2,\alpha)}$ dimana n_1 = db perlakuan dan n_2 db *error*, dan dengan tingkat signifikasi (α) tertentu.

aidah pengambilan keputusan :

a. Jika $F_{Hitung} > F_{Tabel}$, maka tolak H_0 artinya Ada pengaruh interaksi terhadap *troughput* yang diamati.
b. Jika $F_{Hitung} \leq F_{Tabel}$, maka gagal tolak H_0 artinya Tidak ada pengaruh interaksi terhadap *troughput* yang diamati.

5 Profil Objek Penelitian

ntuk memenuhi kebutuhan pembangunan di sektor industri maritim maka dalam hal ini emerintah membuka perusahaan galangan kapal yaitu PT. PAL INDONESIA. Perusahaan i disamping tugas utamanya membangun kapal baru juga ikut serta membangun dan emajukan teknologi dan industri kemaritiman yang ada di Indonesia.

erbentuknya perusahaan PT. PAL INDONESIA merupakan kelanjutan dari Marine stablishment (ME) yang didirikan oleh pemerintah Hindia Belanda. ME diresmikan engan lembar nomer 22/1939 pada tahun 1939 yang mempunyai tugas dan fungsi untuk elakukan perawatan dan perbaikan kapal-kapal laut yang digunakan sebagai armada ngkatan Laut Belanda yang menjaga kepentingan-kepentingan daerah kolonialnya. Pada asarnya ME sendiri merupakan kelanjutan dari "PAL" artinya Penataran Angkatan Laut ang didirikan Hindia Belanda pada tahun 1848.

erkembangan selanjutnya adalah perubahan status Konatal menjadi Perusahaan Umum egara berdasarkan Peraturan Pemerintah nomer 4 tahun 1978. Perusahaan negara ini kenal dengan nama Perusahaan Umum Dok dan Galangan Kapal (Perumpal). Akhirnya engan lembaran Negara RI nomer 8 tahun 1980 dan akte pendirian nomer 12 tahun 1980 nggal 15 April 1980 Perumpal diubah statusnya menjadi Perseroan dengan nama PT. AL INDONESIA (Persero) dan sampai dengan saat ini telah diadakan perubahan yang rakhir dengan pendirian nomer 1 tanggal 4 Nopember 2002.

Visi PT PAL INDONESIA adalah menjadi perusahaan pembuat kapal kelas dunia, sedangkan misi PT PAL INDONESIA adalah berpartisipasi dalam usaha meningkatkan kesejahteraan negara dengan mencapai kepuasan pelanggan dan mewujudkan aspirasi karyawan dan berperan dalam menjaga system pertahanan dan keamanan negara.

Tugas Pokok PT. PAL INDONESIA (Persero)

1. Melaksanakan rancang bangun kapal maupun non kapal.
2. Memproduksi kapal-kapal (jenis niaga maupun perang).
3. Melaksanakan pemeliharaan dan perbaikan kapal maupun non kapal.
4. Melaksanakan penelitian dan pengembangan produk-produk yang merupakan peluang usaha.

2.5.1 Metode Pembangunan

Dalam kondisi persaingan yang ketat saat ini, galangan kapal dituntut mempunyai produktivitas yang tinggi. Untuk itu, diperlukan suatu metode pembangunan yang dapat mengoptimalkan proses pembangunan kapal tersebut dalam kondisi yang ideal dari beberapa kondisi yang ada, sehingga penentuan sistem pembangunan adalah suatu dasar pokok untuk semua galangan yang menunjukkan bagaimana membangun kapal dengan biaya murah, berkualitas, efektif, dan efisien.

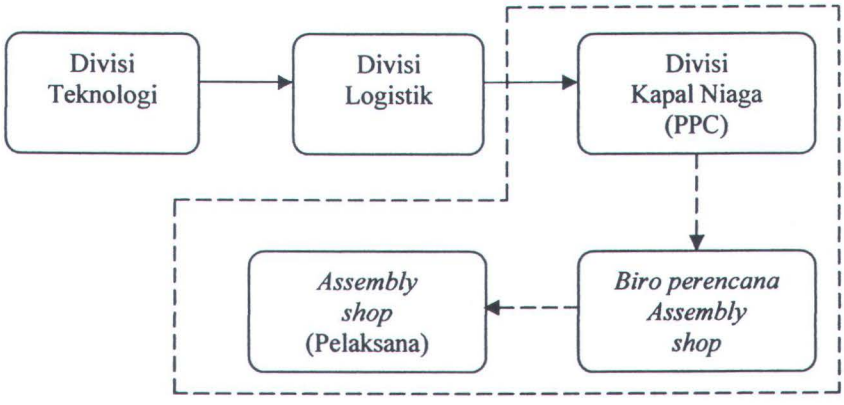
Perusahaan perkapalan nasional sedang melakukan berbagai upaya guna peningkatan produktivitas, antara lain :

a. Automatisasi fasilitas produksi.
b. Training peningkatan keahlian dan motivasi.
c. Penerapan program yang akurat guna menunjang perencanaan produksi.
d. Melakukan *reporting* proses produksi secara periodik dan informatif berdasarkan data yang akurat.

2.5.2 Mekanisme Perencanaan Metode Pembanguan

Dalam proses pembuatan kontrak suatu kapal, pemesan (*owner*) akan memberikan spesifikasi kapal yang akan dibangan di PT. PAL INDONESIA. Spesifikasi tersebut selanjutnya akan dikaji oleh desain untuk dihasilkan gambaran secara umum bentuk dari

pal tersebut di mana gambaran tersebut meliputi *general arrangement, lay out* kamar esin, *steel plan, midship section, shell expasion.* Gambaran-gambaran tersebut akan kirim ke PPC Divisi Niaga (Biro *Engineering Product*) yang selanjutnya akan dikaji di lam menentukan bentuk dari metode pembangunannya. Hasil dari kajian ini yang berupa *ock division* dan *erection network* akan dikirimkan ke pihak desain maupun produksi , di ana hal itu sebagai acuan pekerjaan di bengkel *assembly.*



Gambar 2.10 Mekanisme Perencanaan Produksi

6 *Project Scheduling*

6.1 Perencanaan Jangka Panjang

encana dasar manajemen galangan kapal dibuat dalam SBLC *(Shipbuilding Line Chart)* alam SBLC dapat diketahui proyek-proyek yang direncanakan akan dibangun Divisi apal Niaga sampai dengan 5 tahun ke depan. Dasar pembuatan dari SBLC adalah :

a. Perkiraan permintaan jangka panjang.
b. Perkiraan pengembangan kapal baru.
c. Perencanaan fasilitas galangan kapal.
d. Perencanaan personil.

6.2 Perencanaan Produksi Tiap Kapal

embangunan kapal dimulai dengan perencanaan produksi, design dan pengadaan aterial. Untuk menjaga kesesuaian jadwal maka harus dijaga kebenaran dari :

1. Desain
2. Pengadaan material

3. Metode pembangunan
4. *Quality Control*
5. Kesesuaian spesifikasi teknis dan standar.

3 *Integrated Schedule*

uat setelah diterimanya suatu proyek dari Divisi Teknologi dan Divisi Komersiil. Pada al ini digambarkan rencana produksi pekerjaan utama, pekerjaan perlengkapan utama ; berdasarkan pertimbangan ruang-ruang kapal dan lain-lain. Proses pembangunan l dapat diuraikan menjadi 5 item utama yaitu :

1. *General*
2. *Forepart & Cargo Tank*
3. *Afterpart & Engine Room*
4. *Accomodation*
5. *Painting*

4 *Master Schedule*

nggambarkan perencanaan produksi yang lebih detail untuk setiap kapal yang akan ngun. Periode jadwal pekerjaan ditunjukkan berupa diagram (*Bar Chart*). buatannya berdasarkan pada *integrated schedule* setiap kapal yang akan dibangun.

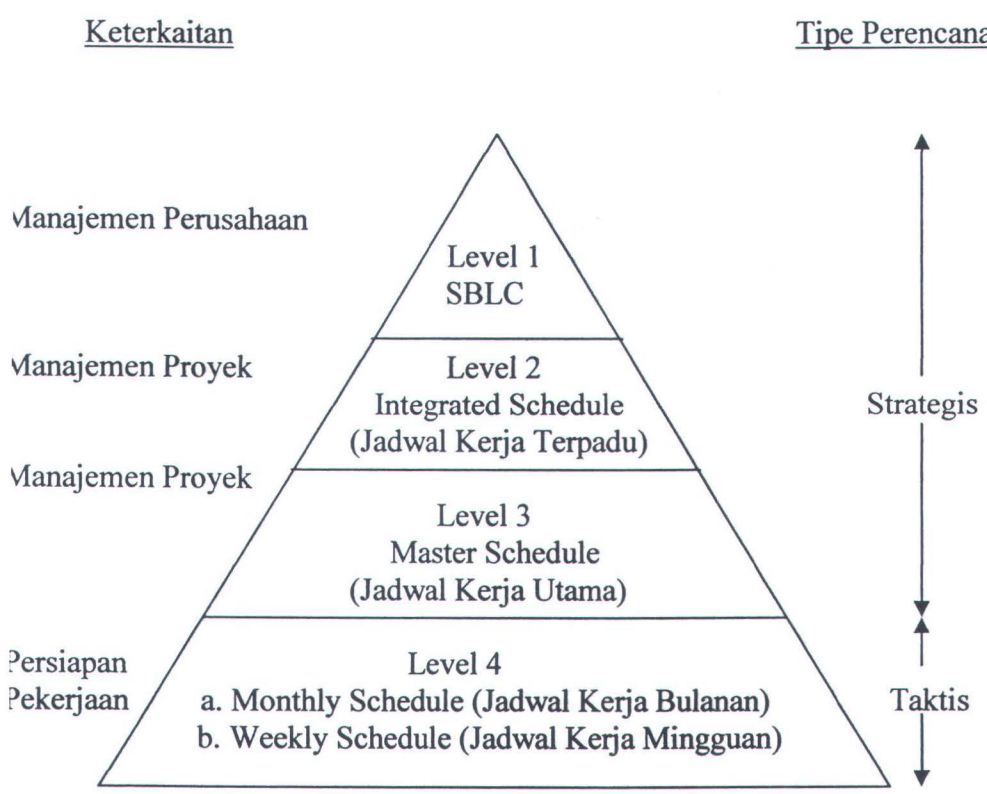
5 *Monthly Schedule*

nggambarkan perencanaan produksi untuk beberapa pekerjaan baik *Hull Construction Outfitting* yang harus diselesaikan selama 1 bulan. Pembuatannya berdasarkan pada *ter schedule*.

6 *Weekly Schedule*

nggambarkan perencanaan produksi untuk beberapa pekerjaan yang harus diselesaikan ma 1 minggu. Jadwal kerja ini merupakan jadwal kerja yang paling detail dari tiap atan di tiap bengkel pelaksana. Pembuatannya berdasarkan pada *monthly schedule*.

Hierarki Perencanaan



Gambar 2.11 Hierarki Perencanaan

Konsep Dasar Metode Pembangunan

ara umum konsep dasar penentuan metode pembangunan di PT PAL INDONESIA ggunakan sistem FOBS (*Full Outfitting Block System*) tidak hanya berpatokan pada struksi lambung (*Hull Construction*), tetapi juga pada pekerjaan *outfitting* pengadaan erial serta kesiapan desain. Sehingga, integrasi dari beberapa aktifitas dikaji untuk dapatkan metode yang ideal yaitu sistem pembangunan dengan peride waktu yang h pendek, kemudahan pekerjaan, berkualitas, efektif, dan efisien.

lalam penentuan metode pembangunan, diperlukan adanya data-data pendukung yang n digunakan sebagai bahan beberapa pertimbangan, antara lain adalah gambar *shell asion*, *midship section*, *construction profile*, *transverse section*, *general arrangement*, *ine room lay out*, serta data berat *block*. Metode pembangunan secara konsep dasar iputi :

1. *Block Division* (pembangun *block*)
2. *Erection Network* (urutan penegakan *block*)

ua hal sebelumnya merupakan dasar acuan untuk pekerjaan desain produksi maupun gadaan material. Sebagai contoh adalah penentuan *schedule* desain produksi maupun erial yang pada akhirnya diintegrasikan untuk disesuaikan dengan target penyelesaian g detailkan ke dalam *master plan.*

1 *Block Division*

ck Division merupakan bentuk pembagian kapal menjadi beberapa *block* yang bertujuan ık mengoptimalkan pekerjaan di atas *dock* dan memperpendek masa pembangunan di ım *dock.*

- hal yang dijadikan pertimbangan dalam pembuatan *Block Division* adalah :

A. Dimensi

Dimensi adalah pertimbangan awal dari pembuatan *block division*, karena dengan adanya pertimbangan tersebut dapat ditentukan dimensi dan ukuran *block* yang akan ditetapkan, di mana hal ini akan disesuaikan dengan kemampuan fasilitas, kecepatan, dan area kerja yang digunakan.

B. *Lay Out* (Sistem Produksi Galangan Kapal)

Lay out dan sistem produksi galangan kapal merupakan pertimbangan awal dalam penentuan sistem pembagian *block*, karena di dalam *lay out* dan sistem produksi tersebut telah ditetapkan bentuk atau aliran produksi, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk pengembangan lebih lanjut pada hal-hal yang dinilai masih memungkinkan. Sebagai contoh adalah pada daerah-daerah yang ditemukan adanya stagnasi (proses tunggu) pada sistem ban berjalan, di mana dalam prosesnya dapat dikerjakan secara manual atau semi otomatis di luar sistem ban berjalan, sehingga di dalam proses mengurangi antrian *block* yang akan dikerjakan.

C. Kemampuan Fasilitas

Kemampuan fasilitas akan menentukan ukuran dan berat dari *block*, baik pada waktu perakitan maupun pada waktu penegakan *block*, sebagai contoh kemampuan alat angkat kemampuan proses dari *Main Panel Line* (MPL)_dan *Curved Block Line* (CBL).

D. Area Kerja

Keterbatasan area kerja untuk proses kerja maupun *buffer* dari *section* atau *block* juga menentukan bentuk dan ukuran dari *block* yang akan direncanakan. Sebagai

contoh, pada daerah *Main Panel Line* kerja untuk proses maksimal lebar 15 m dan pada daerah bengkel *block blasting* dan *painting block* yang mampu diproses adalah dengan ukuran 15 m (panjang) x 15 m (lebar) x 6 m (tinggi).

E. Bentuk atau *Contour* dari Kapal

Pembagian badan kapal menjadi beberapa *block* diusahakan sebanyak mungkin *block* dalam bentuk *flat*, karena hal ini memudahkan proses produksi maupun kontrol dimensi, dan pada daerah yang mempunyai bentuk atau *contour* dari *block* seimbang, karena hal ini sangat menentukan stabilitas *block* pada waktu proses pengangkatan letak titik berat tidak pada ujung *block*.

1.2 Erection Network

ection network merupakan urutan penegakan *block*, hal ini disebabkan dengan rtimbangan jumlah dari *block* suatu kapal, di mana *erection network* ditentukan sesuai ngan pengembangan metode yang mengacu pada rencana *Block Division.*

twork Erection merupakan hubungan yang relatif untuk menentukan kapasitas produksi ng berdasarkan pada fasilitas yang ada di galangan, artinya perlu dipertimbangklan stribusi beban pekerjaan pada masing-masing proses. Sehingga, dalam menentukan *twork erection* tidak menutup kemungkinan menggunakan *single starting point* atau *ultiple starting point*. Pada umumnya *starting point* dimulai dari *block* yang berada di pan kamar mesin dengan alasan sebagai berikut :

a. Kamar mesin bagian belakang memiliki bentuk yang lebih kompleks daripada ruang muat, sehingga hal ini memerlukan jam orang yang lebih banyak untuk penyelesaiannya.
b. Mendahulukan lebih cepat pekerjaan *outfitting* kamar mesin termasuk mesin induk, mesin bantu, pekerjaan perpipaan serta pekerjaan lainnya.

i dalam perencanaan *erection network*, hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah :

1. Bagian-bagian yang mempunyai tingkat kesulitan tinggi (*fore and after part*).
2. Dihindari adanya *block* yang terjepit atau *insert*.
3. Waktu *delivery* bagian-bagian (*rudder horn, stern frame, bow thruster*) atau *equipment* yang bersifat khusus atau *supply* (*main engine, steering gear*).

roject Controling

ct controling merupakan aktivitas yang dilakukan untuk mengontrol setiap proses aan demi menjaga ketepatan jadwal yang dibuat. Fokus utamanya adalah proses aan di bengkel dan laporan pengendalian proses berdasarkan jadwal yang telah t (*monthly schedule* dan *weekly schedule*). Kemajuan pekerjaan dan efisiensi jam dapat dilihat dengan mudah dan akurat melalui media :

S – Curve

Penandaan pada schedule (*Master, Monthly, Weekly*)

Bar chart untuk jam orang

an proses kontrol ini diharapkan terdapat peningkatan pada :

Jadwal produksi realistis

Pengendalian waktu kerja

Pengendalian proses pekerjaan dan efisiensi

Pengumpulan data untuk perbaikan perencanaan mendatang

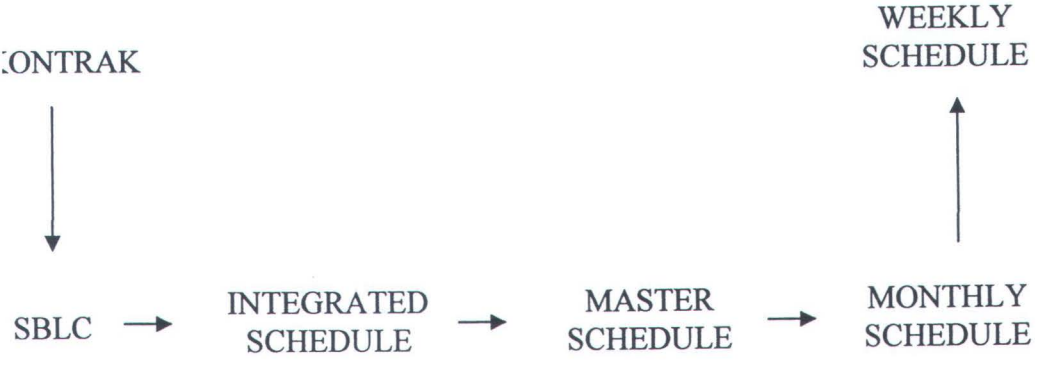
g lingkup kontrol proyek meliputi :

Kontrol Proyek meliputi : Kontrol *engineering*, *procurement* dan konstruksi.

Kontrol biaya.

Laporan produksi.

a umum proses perencanaan sebuah proyek di PT. PAL INDONESIA Divisi Kapal i dapat digambarkan sebagai berikut.



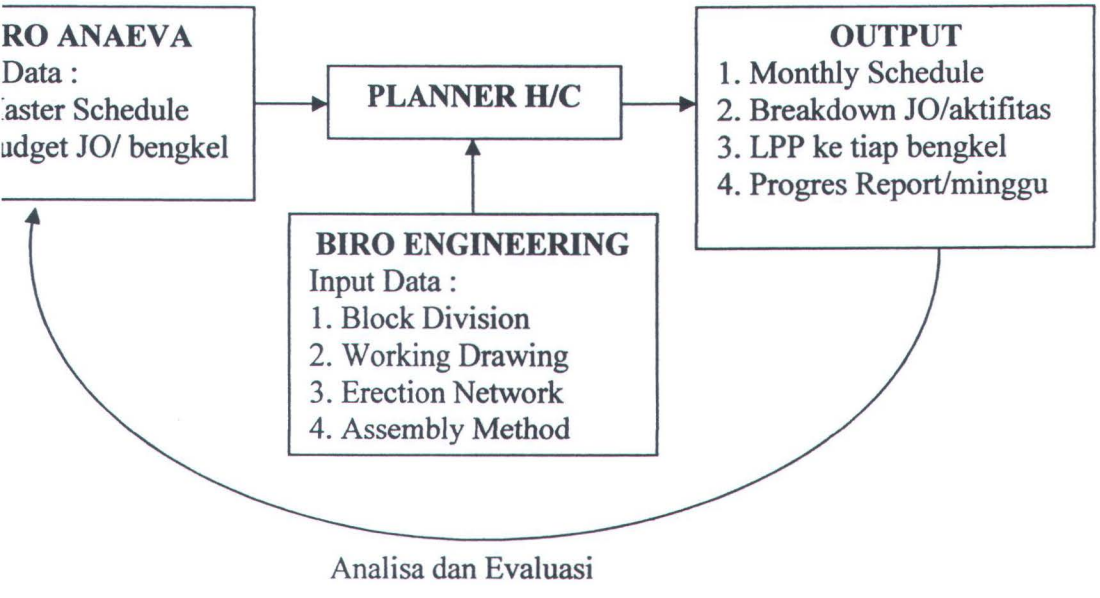
Gambar 2.12 Proses Perencanaan Proyek

:embly

.ingkup *Assembly*

usaha untuk mencapai tujuan perencanaan produksi, maka perencana produksi *:r*) bertugas mengkoordinir bagian-bagian lainnya di dalam perusahaan agar . produksi yang disusun benar-benar mencerminkan keadaan dan kemampuan .aan, sehingga mungkin dapat dilaksanakan rencana produksi yang dibuat tersebut,)roduksi akan dimulai dan kapan selesai, jumlah tenaga kerja, bahan-bahan, dan ın yang dibutuhkan dalam proses produksi tersebut.

melaksanakan kegiatan perencanaan produksi suatu perusahaan akan selalu ginkan agar diperoleh *output* yang baik. Perencanaan produksi yang baik harus kan pada informasi dari departemen terkait.



Gambar 2.13 Keterkaitan Sistem Kerja PPC

sederhana dapat dikatakan bahwa perencanaan produksi merupakan suatu proses buat agar realisasi dari suatu aktivitas sesuai yang direncanakan. Salah satu tugas *planner* adalah menentukan area *assembly* sebuah blok dilaksanakan, dengan angan teknis dari biro *engineering*. Area *assembly* dibagi dalam 3 lokasi yaitu :

Assembly I (MPL dan CBL) :

- Fasilitas utama *Ultra Heavy Lift (* UHL) dengan kapasitas 150 ton (MPL) dan 60 ton (CBL).

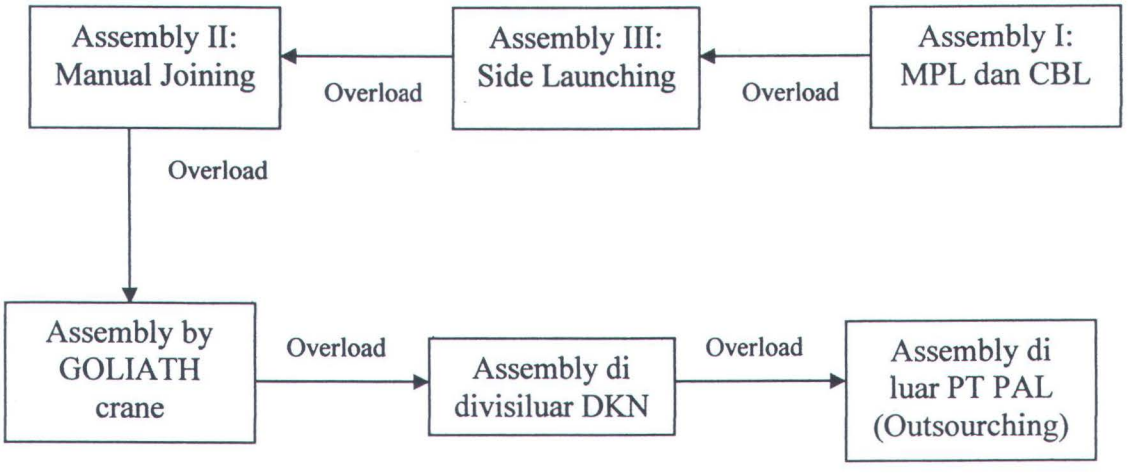
2. *Assembly* II:
   - Fasilitas utama *Mobile crane* dengan kapasitas 40 ton .
3. *Assembly* III:
   - Fasilitas utama *Mobile crane* dengan kapasitas 40 ton .

ırea *assembly outdoor* dilengkapi dengan alat transportasi yaitu *Transporter* dengan apasitas 150 ton dan 300 ton dan Ponton (transportasi lewat laut). Berikut ini adalah erbandingan masing-masing area *assembly*.

Tabel 2.4 Perbandingan Area *Assembly*

Jo	Kriteria	*Assembly* I	*Assembly* II	*Assembly* III
1	Tempat	Indoor DKN	Outdoor (luar area DKN)	Outdoor (DKN)
2	Fasilitas	Crane max 150 Ton Mesin otomatis	Crane max 40 Ton Mesin manual	Crane max 40 Ton Mesin manual
3	Faktor kesulitan	Kecil	Tinggi	Tinggi
4	Durasi produksi	Pendek	Lama	Lama
5	Resiko produksi	Kecil	Tinggi	Tinggi

)alam pemilihan area *assembly block*, prioritas utama adalah pada *Assembly* I, karena ecara fasilitas lebih memadai dan kenyamanan pekerja jauh lebih baik dibandingkan lengan area *assembly* yang lainnya. Tidak menutup kemungkinan produksi blok libebankan pada perusahaan di luar PT PAL Indonesia, hal ini disebabkan oleh area ıroduksi blok sudah melebihi kapasitas produksi (*Overload*).

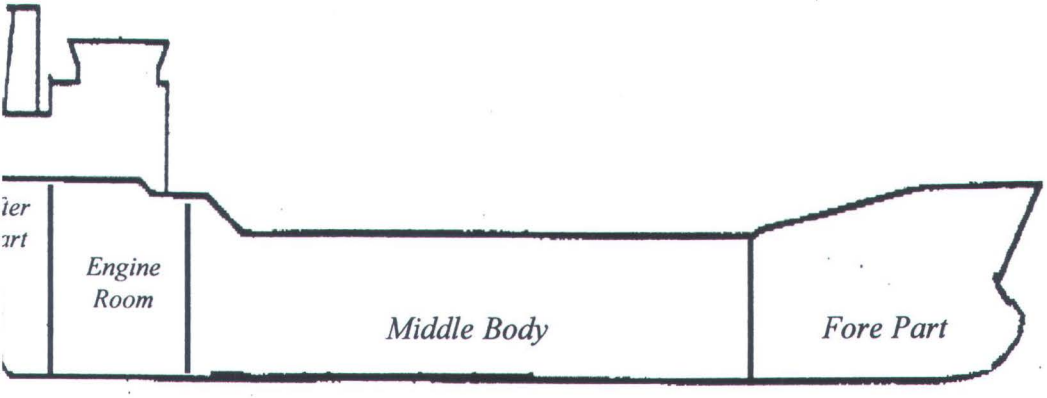


Gambar 2.14 Perencanaan Area *Assembly*

Proses Produksi

pembangunan kapal pada umumnya dibagi menjadi 4 bagian yaitu :

a. *Middle Body* (bagian tengah kapal)
b. *Fore Part* (bagian depan)
c. *After Part* (bagian belakang)
d. *Engine Room*



Gambar 2.15 Bagian-bagian Kapal

dengan jalur kerjanya bagian *middle body* dikerjakan di *Main panel line* (MPL) , gkan bagian *Fore part* dan *After part* dikerjakan pada jalur *Curve block line* (CBL). elaksanaanya produksi *middle body* didahulukan sehingga jalur MPL maupun CBL engerjakan bagian tersebut, dan juga sebaliknya jalur MPL maupun CBL terkadang rjakan bagian *Fore part* dan *After part* secara bersamaan.

proses produksi di bengkel *assembly* agar cepat dan lebih mudah dalam erjaan yaitu dengan memaksimalkan *downhand fitting* dan *downhand welding*, hal karenakan proses *overhead fitting and welding* seorang welder harus mempunyai an khusus. Untuk mengurangi tenaga kerja yang menganggur akibat menunggu aan kepala bengkel assembly mmbuat keputusan untuk mengerjakan material yang rlebih dahulu kerena tidak semua material *block* tersedia dengan lengkap. Apabila n produksi di bengkel assembly tidak seimbang akan terjadi *bottle neck* sehingga at *buffer* (tumpukan) *block* pada lokasi kerja, hal ini disebabkan oleh :

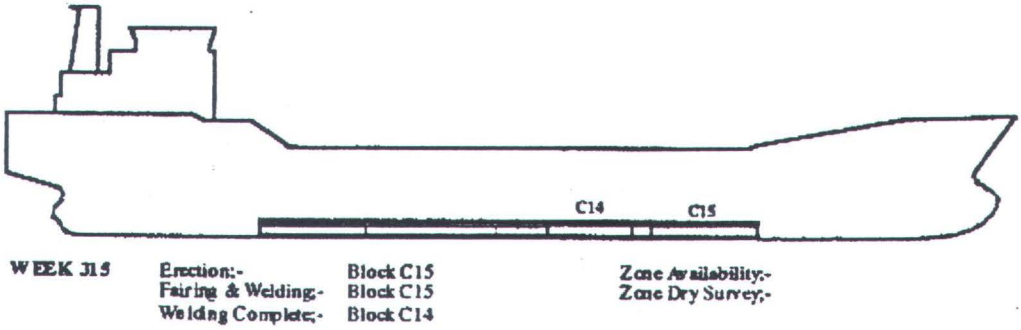
1. Ketersediaan material *block* yang akan diproduksi tidak lengkap.
2. Input material *block* dari bengkel fabrikasi dan sub assembly terlambat.

3. Waktu proses pengkerjaan antara bengkel fabrikasi, sub assembly dan assembly tidak seimbang.

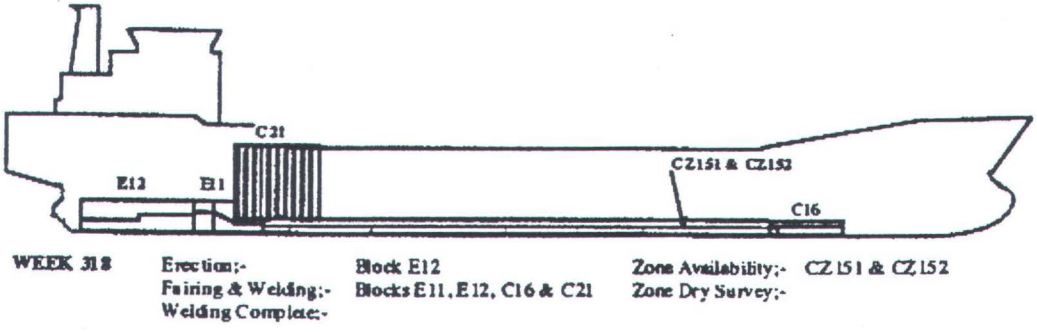
ıffer yang terlalu banyak akan memakan tempat sehingga kepala bengkel akan mengatur ɡar rute produksi tetap berjalan dengan lancar yaitu dengan menggeser *buffer* menuju *ıtdoor* (lokasi *grand assembly*).

.9.3 Pengurutan Produksi

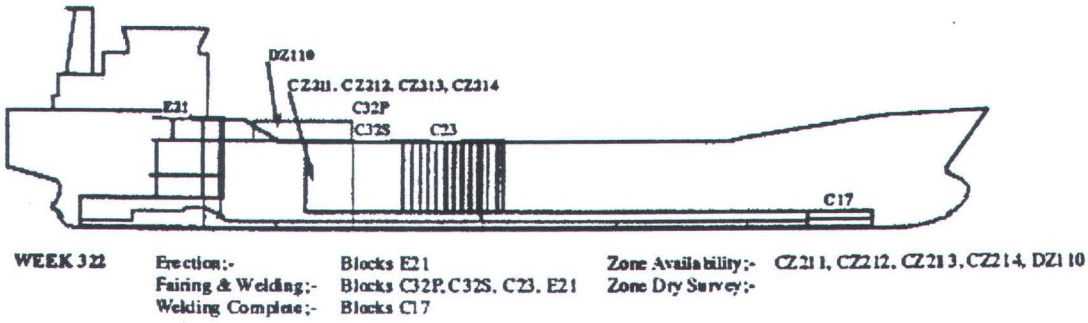
ebagai seorang *planner*, sebagaimana diketahui di dalam pelaksanaan proses produksi iperlukan adanya penentuan urutan dan penjadwalan proses produksi pada bengkel *ssembly*. sebagai acuan pengurutan proses ini, *planner* berkoordinasi dengan biro *ngineering*. Input data yang diperoleh yaitu *erection network* yang berisi tentang urutan lok mana yang akan dikerjakan pertama, kedua dan seterusnya, *planner* membaca *master :hedule* yang akan di *breakdown* untuk menjadi *monthly schedule* sehingga dapat terbaca urasi pengkerjaan per blok. Pembangunan blok dimulai dari bagian *Double Bottom* di rea *Cargo hold* dan kemudian bagian *engine room , after part* dan *fore part*



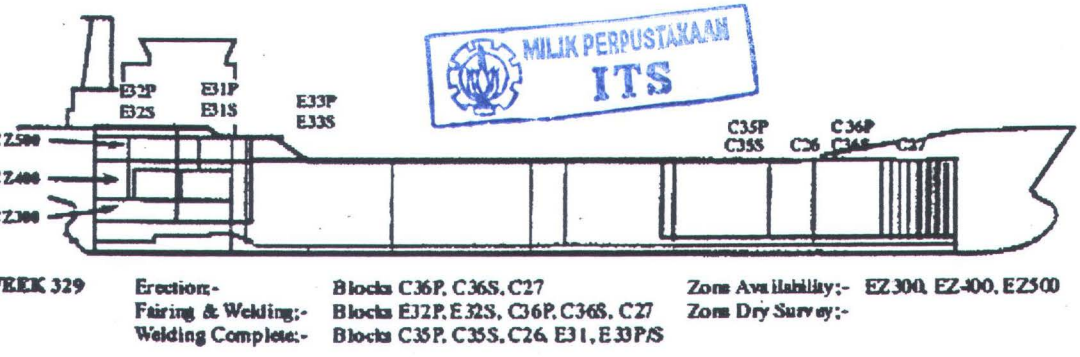
Gambar 2.16 Produksi Blok Dimulai dari *Cargo Hold*



Gambar 2.17 Produksi Blok Menuju ke *Engine Room*

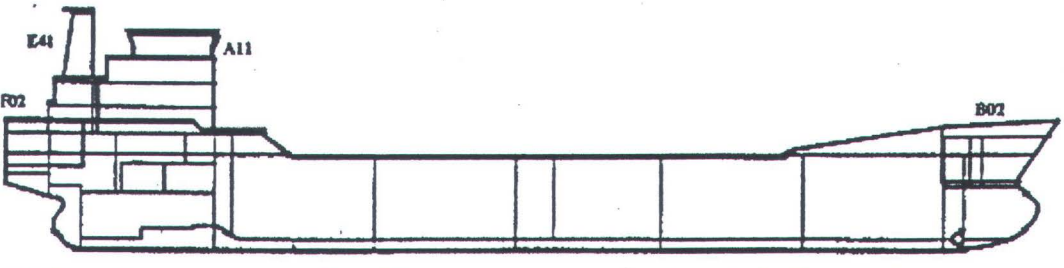


Gambar 2.18 Produksi Blok Dimulai dari *Cargo Hold* dan *Engine Room*



MILIK PERPUSTAKAAN ITS

Gambar 2.19 Produksi Blok *Cargo Hold* Selesai dan Mulai *After Part* dan *Fore Part*



Gambar 2.20 Produksi Blok Setelah Semua Blok Selesai Dilakukan *Errection Block*

4 Karakteristik Masing-masing Blok

k yang diproduksi mempunyai karakteristik yang beda, yaitu :

a. Untuk bagian *Cargo hold*, contoh blok *Double bottom, Side shell, Tanktop shell* :

- Bentuk : *Flat* (datar)
- Dimensi dan berat maksimum 150 ton
- Durasi pekerjaan 20 - 25 hari/blok

- Rata – rata plat yang dipakai dalam produksi 1 blok 20-30 plat

b. Untuk bagian *after part, fore pert, engine room,* contoh AP, FP,DBW

- Bentuk : *Curve* (lengkung)
- Dimensi dan berat maksimum 60 ton
- Durasi pekerjaan 30-40 hari/blok
- Rata – rata plat yang dipakai dalam produksi 1 blok 25-30 plat

)alam proses *assembly block* memiliki tingkat kesulitan masing-masing, karena tiap blok ıemiliki karakter yang berbeda. Berikut ini adalah tabelisasi faktor kesulitan proses ssembly untuk masing-masing blok.

Tabel 2.5 Faktor Kesulitan Tiap Blok

No	*Block*	Faktor Kesulitan
1	DB *Cargo Hold Center*	1
2	DB *Cargo Hold Wing*	1,08
3	SS *Cargo Hold*	1,08
4	UD, LB *Cargo Hold*	0,9
5	DB *Engine Room Center*	1,25
6	DB *Engine Room Wing*	1,25
7	SS *Engine Room*	1,25
8	UD *Engine Room*	0,9
9	Akomodasi, *Hatch Cover*	1,2
10	HT, FMT, RMT, FS1A	0,9
11	*Fore Part* (FP, FC, FBB, FBC)	1,65
12	*After Part* (AP, SF)	1,65
13	Bhd (*Corrugate*)	1,3

alur pekerjaan pada bengkel *assemblyIndoor* dibagi menjadi dua, yaitu :

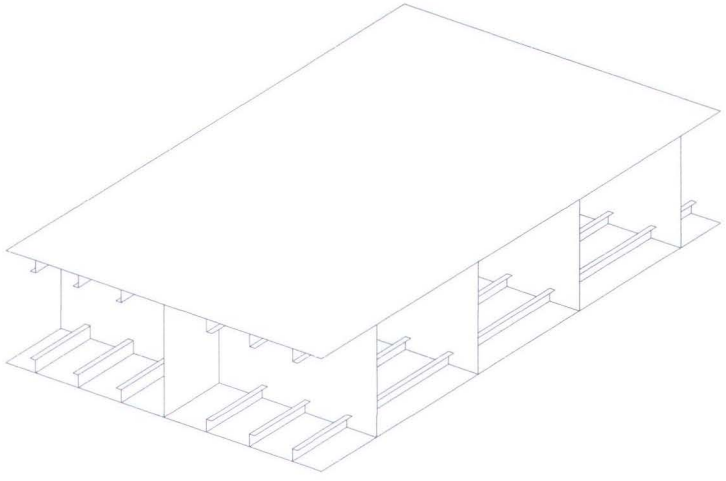
A. Main Panel Line (MPL)

Digunakan untuk merakit panel menjadi unit yang berbentuk lurus. Kapasitas jalur ini adalah maksimal sama dengan 16m x 16m x 5m , dengan beban lantai maksimal

500 kg/m^2 dan berat panel maksimal 60 ton dan bentuk yang dikerjakan plat datar, contohnya adalah *Bottom Shell*, *Side Shell*, dan *Middle Body*.

Peralatan yang terdapat di MPL adalah sebagai berikut :

a. *Tack Welding Station* (TWS)
b. FCB – OSWS, digunakan untuk pengelasan pada penyambungan plat dasar dengan kapasitas ketebalan 8 – 25 mm.
c. *Mobile Stiffener Gantry*, digunakan untuk pemasangan *stiffener* yang dilengkapi dengan *clemping unit* yang digunakan untuk *tack welding* sebelum penyambungan plat dasar.
d. *Fillet Welding Gantry* sebanyak 2 unit, digunakan untuk pengelasan *stiffener* secara otomatis.
e. *Mobile Web Service Gantry*, digunakan untuk pemasangan dan *fitting* panel.
f. *Welding Gantry* sebanyak 2 unit, tiap unitnya dilengkapi dengan 6 buah lasGMAW untuk pengelasan panel.
g. *Panel Line Floor Equipment Including Ultra Heavy Lift (* UHL) dengan kapasitas 150 ton.



Gambar 2.21 Blok Produksi MPL (*Double bottom block*)

gurasi berikut ini akan menggambarkan proses kerja di lokasi *Main Panel Line*) yang merupakan ban berjalan

Gambar 2.22 Proses Kerja MPL

perencanaan produksi MPL digunakan untuk merakit panel menjadi unit yang tuk lurus (*flat*). Kapasitas jalur ini adalah dengan blok dengan dimensi maksimal engan 16m x 16m x 5m, yaitu bagian *Cargo Hold* (DB, SS, dll). Aktifitas dalam si di MPL adalah *fitting, welding* dan *granding*. Kapasitas fasilitas *crane* yang a di MPL yaitu mampu mengangkat blok sampai 150 ton. Berikut adalah ngan perencanaan untuk produksi di bengkel assembly MPL

Existing capacity = 954 Ton / bulan/shift

Estimasi berat per blok = 60 Ton

Estimasi durasi pengkerjaan 1 blok = 20-25 hari

Pelaksana pekerjaan 1 *group* yang terdiri :

a. Fitter = 4 Orang

b. Welder = 4 Orang

c. Helper = 2 Orang

Dengan Asumsi :

a. Jam efektif = 7 jam/hari

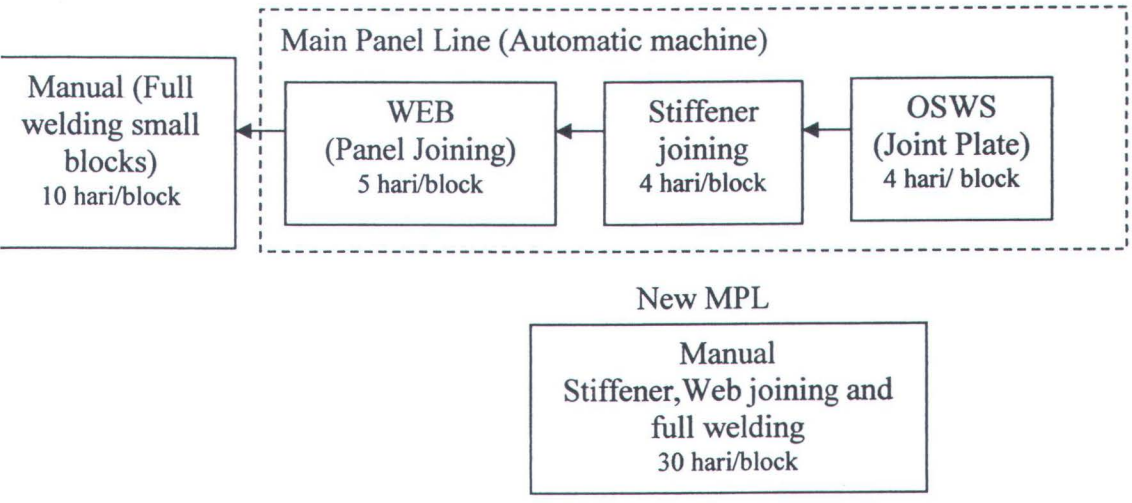
b. *Input material* 100%

c. *Standart tools* terpenuhi

kapasitas yang mampu dikerjakan oleh MPL = $\frac{954 Ton/bln}{60 Ton}$ = 16 blok/bln/shift

ana pekerjaan 1 *group* mampu mengerjakan 1 blok/bln/shift.

urasi di bawah ini menggambarkan proses kerja di lokasi *Main Panel Line* (MPL) erupakan sistem ban berjalan dengan disertai durasi masing-masing mesin (*station*).

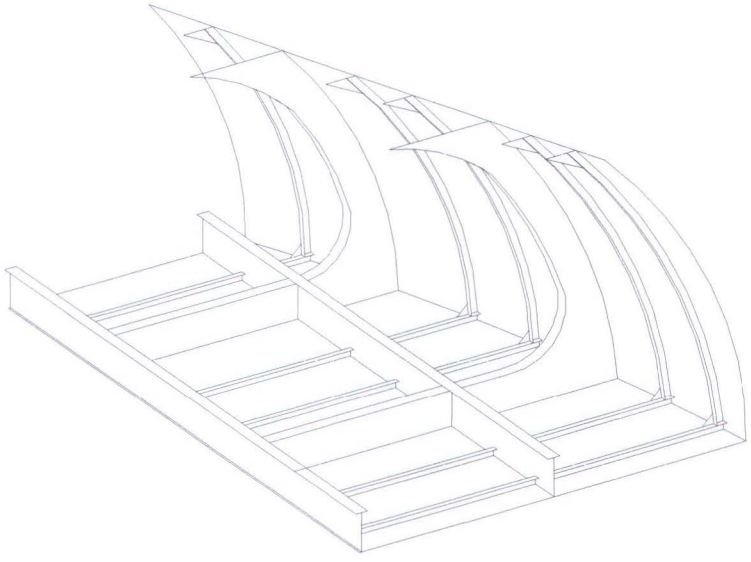


Gambar 2.23 Proses Kerja MPL

3. Curve Block Line (CBL)

Digunakan untuk merakit panel yang berbentuk lengkung yaitu bagian *Fore part*, dan *After part* kapal dengan berat sampai dengan 60 ton dikerjakan dalam jalur ini. Kapasitas jalur blok lengkung ini adalah blok dengan panjang maksimal 12 meter, lebar maksimal 10 meter, dan tinggi maksimal 10 meter. Sedangkan beban lantai maksimal 600 kg/m^2 dan berat maksimal 60 ton. Untuk perakitan dengan bentuk lengkung ini, dilakukan dengan menggunakan peralatan :

a. *Welding Service Gantry*, berisi mesin-mesin las *portable*.
b. *Skid Floor*, berupa landasan kerja dengan jig-jig yang dapat diatur ketinggiannya untuk mengikuti bentuk lengkung blok.
c. *Ultra Heavy Lift* (UHL), untuk memindahkan benda-benda kerja dengan kapasitas 20 ton.



Gambar 2.24 Blok Produksi CBL (*E/R block type* "L")

perencanaan produksi CBL digunakan untuk merakit panel menjadi unit yang tuk lengkung. Kapasitas jalur ini adalah dengan blok dengan dimensi maksimal lengan 12m x 10m x 10m, yaitu bagian *after part, fore pert, engine room*. Fasilitas yang tersedia di CBL mampu mengangkat blok dengan kapasitas maksimal 60 ton. t ini adalah perhitungan perencanaan untuk produksi di bengkel *assembly* CBL.

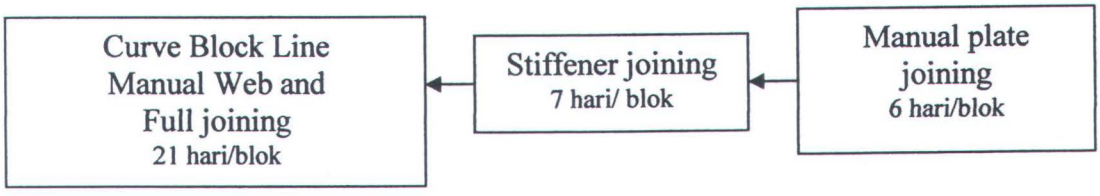
Existing capacity = 766 Ton / bulan

Estimasi berat per blok = 60 Ton

- Estimasi durasi pengkerjaan 1 blok = 30-40 hari
- Pelaksana pekerjaan 1 *group/ block* yang terdiri :
  a. Fitter = 4 Orang
  b. welder = 4 Orang
  c. Helper = 2 Orang
- Dengan Asumsi :
  a. Jam efektif = 7 jam/hari
  b. *Input material* 100%
  c. *Standart tools* terpenuhi

Maka, kapasitas yang mampu dikerjakan oleh CBL = $\frac{766Ton/bln}{60Ton}$ = 13 blok/bln/shift

:laksana pekerjaan 1 *group* mampu mngerjakan 1 blok/bln/shift, Konfigurasi di bawah i menggambarkan proses kerja di lokasi *Curve Block Line* (CBL) yang merupakan stem ban berjalan dengan disertai durasi masing -masing mesin / station:



Gambar 2.25 Proses Kerja CBL

ka tenaga kerja yang dibutuhkan di MPL dan CBL kurang , maka keputusan yang ambil *planner* yaitu:

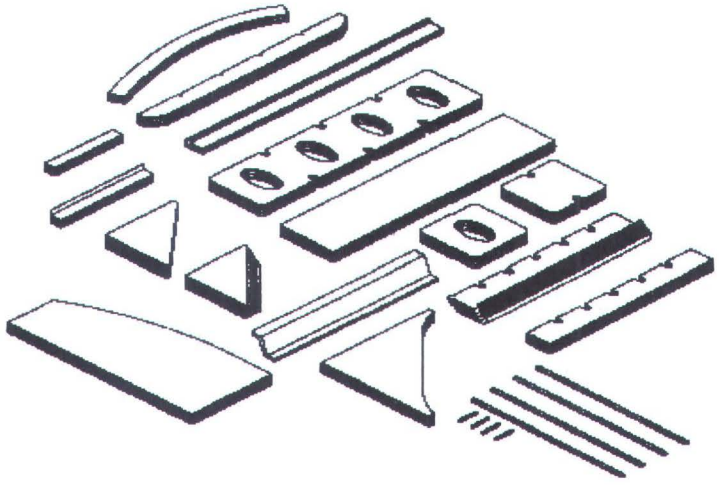
1. Melakukan *Overtime* (lembur) :
   - Waktu : MAX 3 jam kerja
   - Pelaksana : Tenaga kerja Organik PT PAL dan Sub kontraktor
2. Melakukan 2 *Shift (Extra second shift)* :
   - Waktu : MAX 8 jam kerja
   - Pelaksana : Tenaga kerja Organik PT PAL dan Sub kontraktor
3. Melakukan kerja *Sabtu & minggu* :
   - Waktu : MAX 8 jam kerja
   - Pelaksana : Tenaga kerja Organik PT PAL dan Sub kontraktor

2.9.5 *Input Assembly*

Input bengkel *assembly* disesuaikan jalur produksinya yaitu dari bengkel fabrikasi yang lingkup kerjanya meliputi *cutting, forming* kemudian mengalir ke *sub assembly* yang juga dibagi dalam 2 jalur (line A & line B).

Input dari fabrikasi :

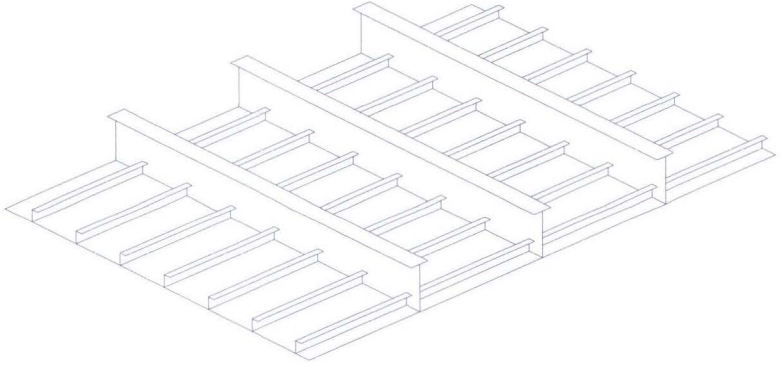
a. *Holland profiles*
b. *Shell plate*
c. *Deck plate*
d. *Tanktop plate*, dll.



Gambar 2.26 Input dari Fabrikasi

Input dari sub *assembly* :

a. *Wrang.*
b. *Side shell*, dll.



Gambar 2.27 Input dari *Sub Assembly* (*Upper deck block*)

aterial yang diterima dari bengkel fabikasi maupun sub assembly di alirkan dengan 2 ra :

a. Menggunakan *transporter conveyors*, material diletakkan diatasnya kemudian *conveyors* berjalan menuju ke jalur berikutnya.

b. Menggunakan *crane*, material diangkat dengan mencari titik keseimbangannya, kemudian diletakkan ke jalur berikutnya.

ute material secara umum digambarkan sebagai berikut.

. ***Routing*** **(Rute produksi)**

ute kerja produksi dilaksanakan dalam perencanaan produksi untuk menghindari rjadinya penumpukan kerja pada salah satu area kerja bengkel, dalam hal ini *monthly hedule* yang disusun oleh *planner* berperan sebagai pembagian kerja yang akan enunjukkan aktifitas bengkel *assembly* didalam pembangunan blok. Sebagai acuan untuk enentukan rute produksi yaitu :

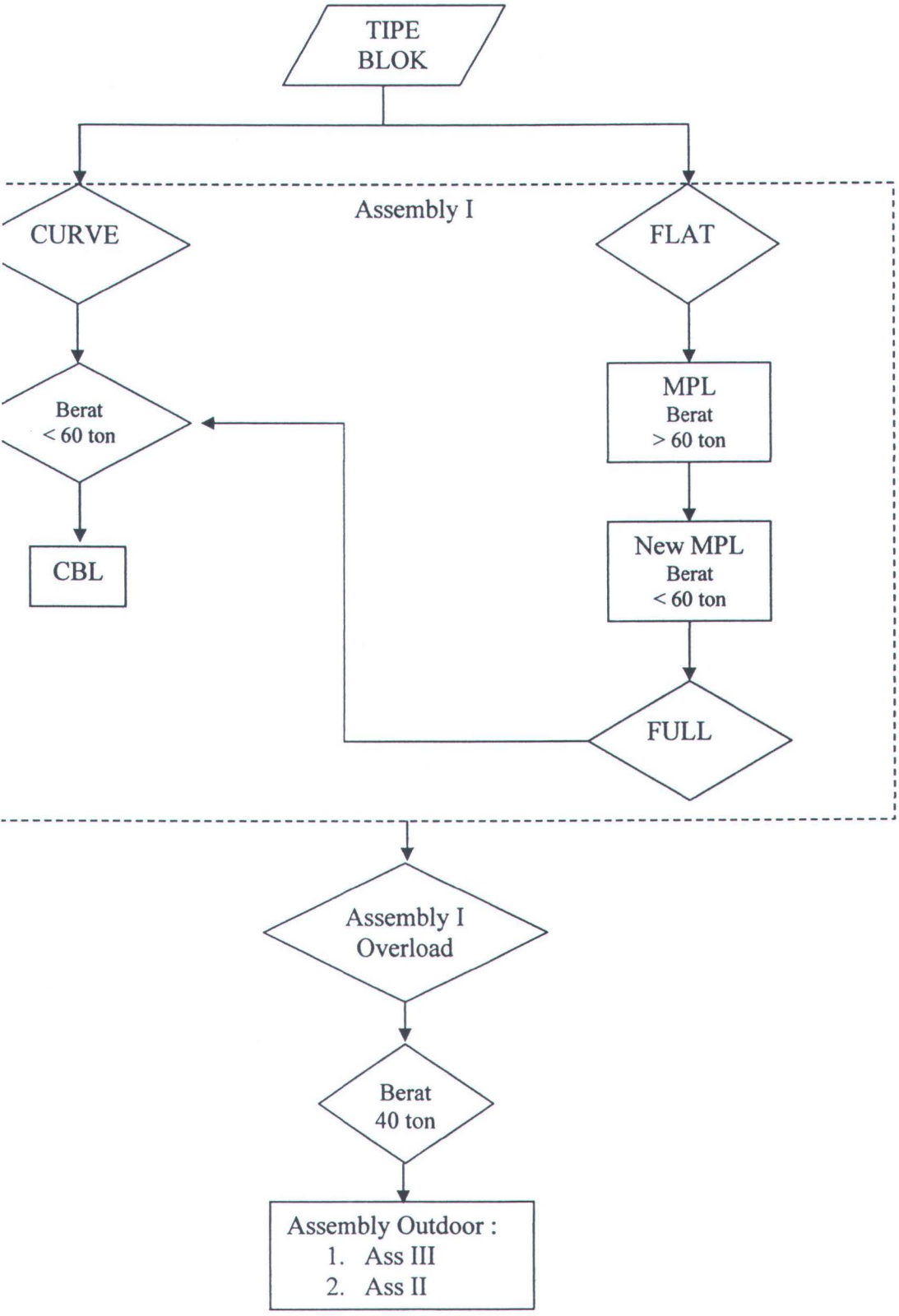
a. Tipe blok
   - *Flat block*, misal *Cargo hold* (DB,SS, dll)
   - *Curve block*, misal *after part, fore pert, engine room (AP,FP,dll)*

b. Dimensi blok
   - Ukuran blok
   - Berat blok

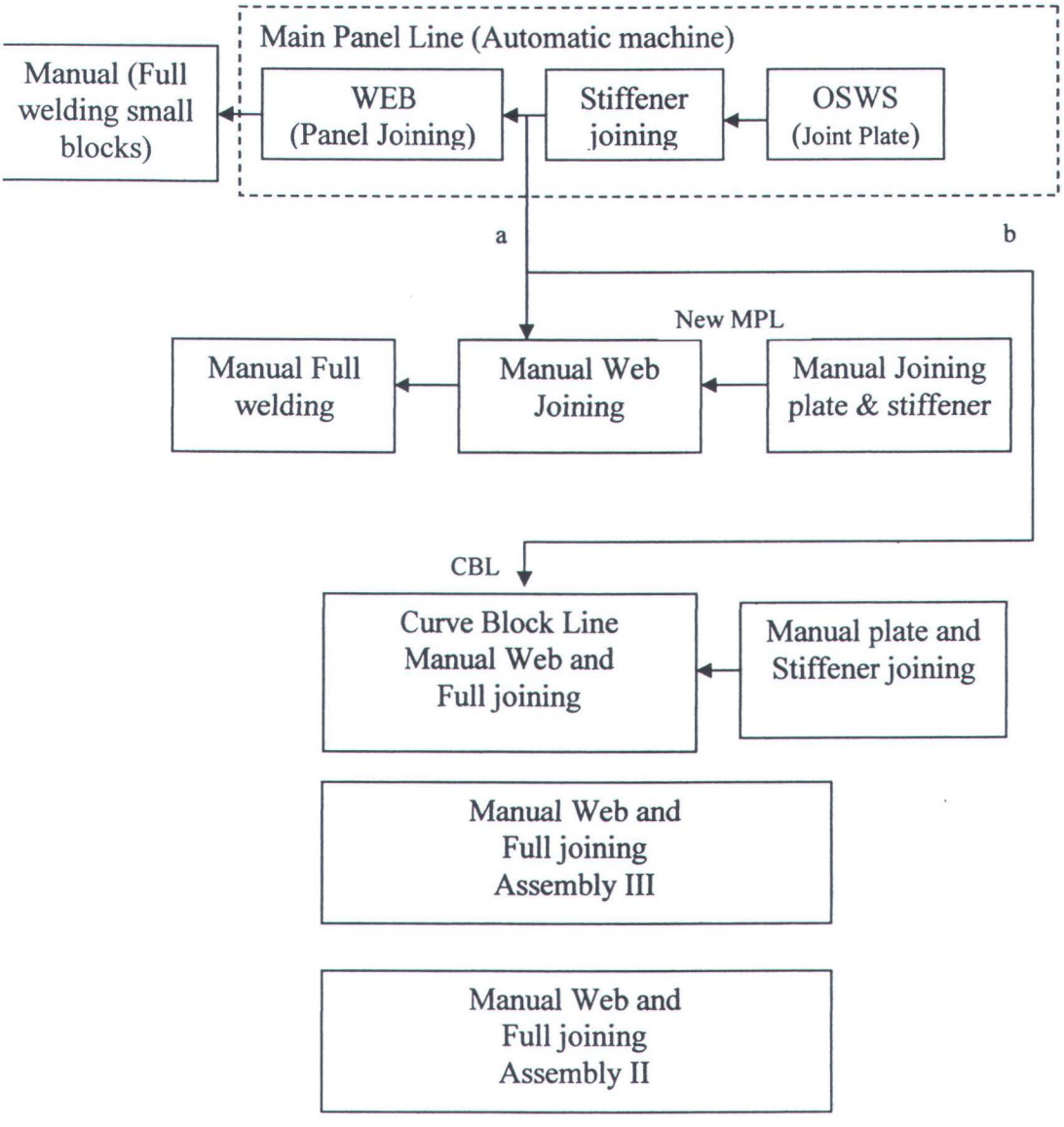
c. Kapasitas *manpower* bengkel

d. Kapasitas lokasi dan fasilitas bengkel

owchart rute produksi dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.28 Flowchart Rute Produksi



Gambar 2.29 Rute Produksi Blok Bengkel *Assembly*

10 Penelitian-Penelitian Sebelumnya

alam melakukan studi pustaka terdapat penelitian sejenis yang dijadikan referensi untuk nelitian ini. Penelitian yang dijadikan referensi adalah:

1. **Budi Herijono (2001) Analisis Penggunaan Model Simulasi Dalam Pembangunan Konstruksi Lambung Kapal Pada Fasilitas Main Assembly Line,** penelitian ini mengambil obyek simulasi bengkel assembly MPL . Penelitian ini memberikan masukan mengenai langkah awal dalam melakukan analisis pemodelan.

2. **Hanindya F. D (2004) Pengurangan Durasi Waktu Pengerjaan Second Deck Kapal Tanker Dengan Menggunakan Model Sistem Dinamis,** salah satu pembahansanya mengenai penggunaan sistem dinamis untuk memilih skenario terbaik dalam pengurangan durasi pembuatan kapal.
3. **Silvianita (2005) Studi Kasus Model Pengembangan PT PAL INDONESIA Menuju Pusat Industri Maritim di Kawasan Timur Indonesia.** Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan bobot tolak ukur PT PAL INDONESIA adalah *Delivery time (late block)* = 0,496 dan *Building cost* = 0,281. Prioritas tersebut dijadikan pembobotan dalam penelitian ini.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

okasi dan Waktu Penelitian

itian Tugas Akhir ini dilakukan di Divisi Kapal Niaga PT PAL INDONESIA pada September 2005.

ariabel Penelitian

bel yang diamati dalam penelitian ini meliputi dua variabel tak bebas dan tiga el bebas. Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah *output* produksi bengkel *ibly* . Sedangkan, variabel bebasnya merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi *t* produksi bengkel *assembly* yang berupa strategi kerja. Adapun variabel-variabel ut adalah sebagai berikut :

Y_1 : *Late block* bengkel *assembly.*

Jumlah keseluruhan blok yang terlambat

Y_2 : *Building Cost* bengkel *assembly.*

Biaya pembuatan blok dari bengkel a*ssembly.*

X_1 : *Overtime* (Kerja lembur)

Divariasikan menjadi 3 *level* yaitu : 0 jam; 1,5 jam; 3 jam

X_2 : Run_ SatSun (Kerja pada hari Sabtu dan Minggu)

Divariasikan menjadi 3 *level* yaitu: No SatSun (Sabtu dan Minggu libur);

Sat (Kerja pada hari Sabtu); SatSun (Kerja pada hari Sabtu dan Minggu)

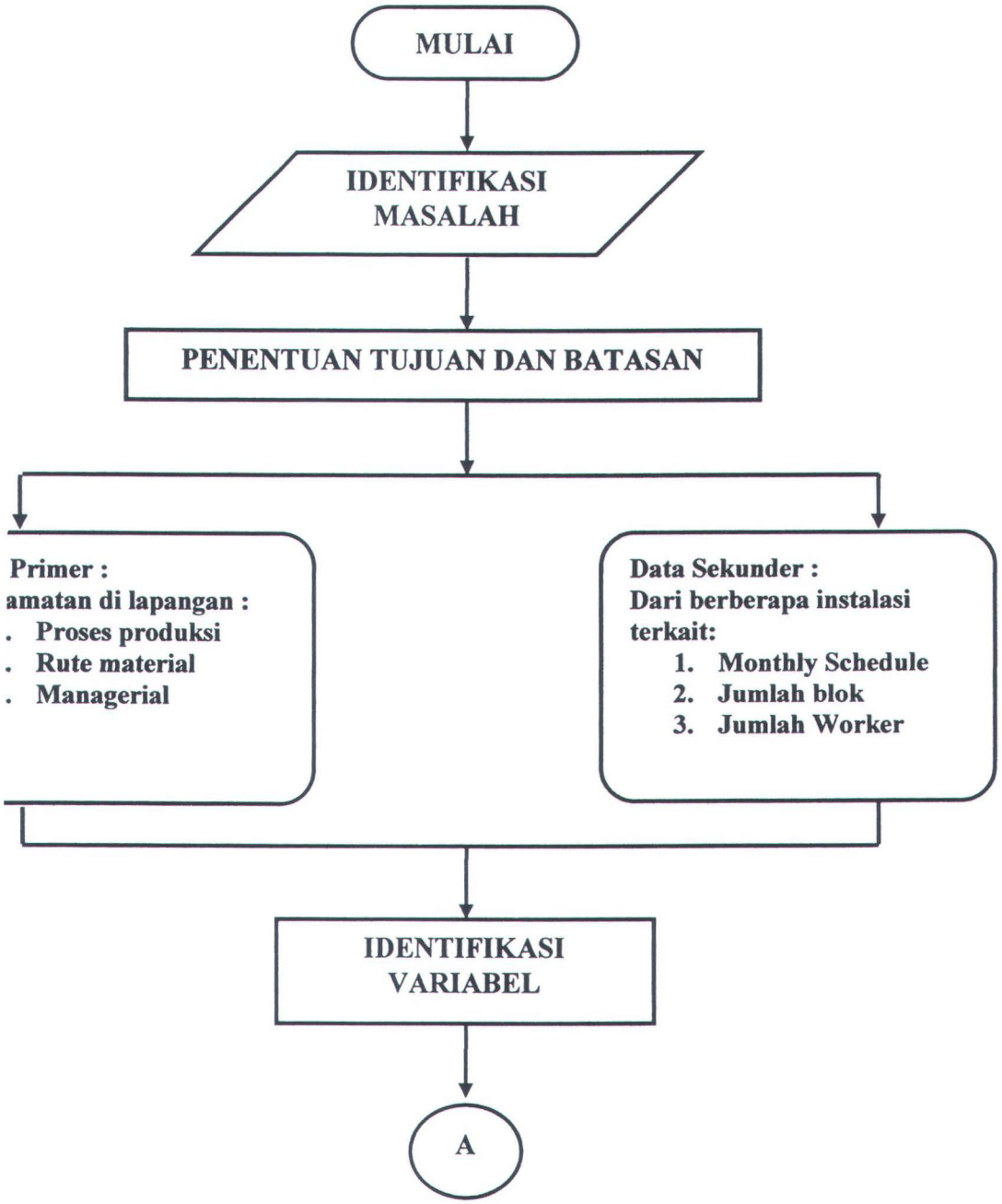
X_3 : *Shift*

Divariasikan menjadi 2 *level* yaitu : Noshift (1 shift kerja);

Shift 2 (2 shift kerja)

ngkah-langkah Pemecahan Masalah

pengerjaan tugas akhir ini diperlukan suatu kerangka penelitian. Kerrangka tersebut langkah-langkah atau tahapan yang harus dilakukan pada saat penelitian. Dengan ;ka yang telah dibuat, diharapkan proses dan hasil pembahasan dapat memenuhi dari penelitian tersebut. Adapun metodologi penelitian yang digunakan sebagai dalam pengerjaan tugas akhir ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1 : Diagram alir metodologi penelitian

mencapai tujuan dan mendapatkan hasil yang baik, metodologi yang dipakai diatas dijelaskan sebagai berikut:

Identifikasi Masalah

fikasi masalah merupakan tahap awal dari penelitian ini. Dengan mengetahui salahan dari sistem yang diamati akan memudahkan pembangunan model yang ya akan digunakan dasar dari simulasi. Permasalahan yang akan diteliti dalam tugas ini adalah bagaimanakah pemodelan optimasi output produksi di Divisi Kapal Niaga AL INDONESIA.

Penentuan Tujuan dan Batasan Masalah

ah ini dilakukan untuk menetukan tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini. n mengacu pada tujuan yang telah ditetapkan , maka penelitian yang dilakukan tidak dari permasalahn. Penentuan batasan sistem dilakukan agar permasalahan yang dipecahkan dalam penelitian ini tidak terlalu luas dan juga agar penelitian ini dapat erfokus pada obyek penelitian.

Sumber Data

ang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 sumber data yaitu :

1. Data Primer

   Data primer diperoleh dengan cara mengumpulkan data dari lokasi penelitian melalui wawancara terhadap sumber-sumber informasi yang berkaitan dengan penelitian ini Tujuan dari wawancara ini adalah untuk mengetahui kondisi sebenarnya dari obyek penelitian, sehingga peneliti dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas.

2. Data Sekunder

   Data sekunder adalah data berdasarkan pelaporan instansi yang terkait dalam bengkel *assembly* (laporan produksi bulanan), data yang digunakan adalah data jumlah blok, jumlah *worker*, *Monthly schedule* dan kapasitas mesin-mesin yang ada di bengkel *assembly* selama tahun 2004 sampai 2008. Data berasal dari depertemen PPC (*Production Planning and Controling*) PT PAL INDONESIA Divisi Kapal Niaga.

4 Pengolahan Data

ıpun langkah-langkah dalam melakukan pengolahan data dan tahapan analisis yang ınakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menyelidiki adanya pengaruh dari masing-masing input terhadap troughput, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Uji hipotesis yang dilakukan adalah dengan pengujian *Analysis of Variance* (ANOVA) satu arah (*One Way* ANOVA).
2. *Main Effect Plot* digunakan untuk mengetahui pengaruh dari parameter terhadap output simulasi yang disajikan dalam bentuk grafik Main Effect Plot, dimana absisnya merupakan varian dari setiap parameter yang ada pada skenario data input, sedangkan ordinatnya adalah troughput. Dari grafik ini akan diketahui parameter input (skenario) yang paling besar pengaruhnya (signifikan) terhadap troughput.
3. *Interaction Plot* digunakan untuk mengetahui interaksi diantara parameter - parameter input model simulasi dan pengaruhnya terhadap output model simulasi. Dari grafik ini akan dapat diketahui apakah diantara parameter -parameter tersebut tidak berinteraksi, berinteraksi secara sinergistik, atau berinteraksi secara anti sinergistik
4. Penganalisisan data dilakukan dengan manggunakan bantuan *software* Minitab 13.

5 Pembentukan Diagram aliran model

uk mengetahui rute aliran model yaitu dengan cara mengidentifikasi langsung ke gkel assembly dan dengan melakukan wawancara langsung kepada karyawan PT PAL ɔnesia, hal ini digunakan sebagai model awal simulasi.

6 Pembentukan Model

ggambaran sistem dalam bentuk diagram membantu pembuatan model pada tahap septualisasi struktur sistem. Namun bila sampai pada tahap simulasi komputer, konsep harus diterjemahkan dalam bentuk hubungan matematis.

7 Running Simulasi

elah diketahui variabel yang ada, langkah berikutnya adalah penerjemahan model ke am bahasa program SiMPLE + +. Kemudian persamaan matematis yang telah terbentuk at dimasukkan ke dalam persamaan sistem. Di dalam tahap ini juga dilakukan

entuan parameter simulasi seperti waktu antar simulasi, waktu mulai dan selesai mulai. gkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi.

8 Validasi dan Verifikasi

gkah verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah model yang terbentuk sudah ukti keakuratannya dan sudah sesuai dengan logika berpikir. Sedangkan validasi model kukan untuk membuktikan apakah terbentuk telah menggambarkan sistem nyata. ses validasi ini dilakukan terhadap simulasi awal yang telah dilakukan. Hasil dari ulasi ini kemudian dibandingkan dengan hasil sebenarnya. Jika ternyata hasilnya tidak d maka akan dilakukan pengulangan pada tahap pembentukan model.

9 Pembuatan Skenario Kondisi

nario adalah kondisi yang sengaja dimunculkan dan diperlakukan ke dalam model awal ık mengetahui perilaku dari sistem. Skenario tersebut mungkin menjadi kejadian yang alisasi. Dengan memunculkan skenario-skenario dapat diketahui skenario terbaik.

10 Analisis Hasil Simulasi

ılisis ini dilakukan terhadap hasil dari simulasi awal serta hasil dari simulasi yang gaja dikenai skenario-skenario. Dari kedua hasil tersebut kemudian dianalisis untuk ıgetahui skenario yang terbaik.

11 Kesimpulan dan Saran

elah semua tahapan telah selesai dikerjakan maka tahap akhir yang harus dilakukan lah penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Berisi mengenai kesimpulan dari eluruhan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, serta saran yang upakan masukan-masukan untuk Divisi Kapal Niaga PT. PAL INDONESIA dan untuk elitian selanjutnya.

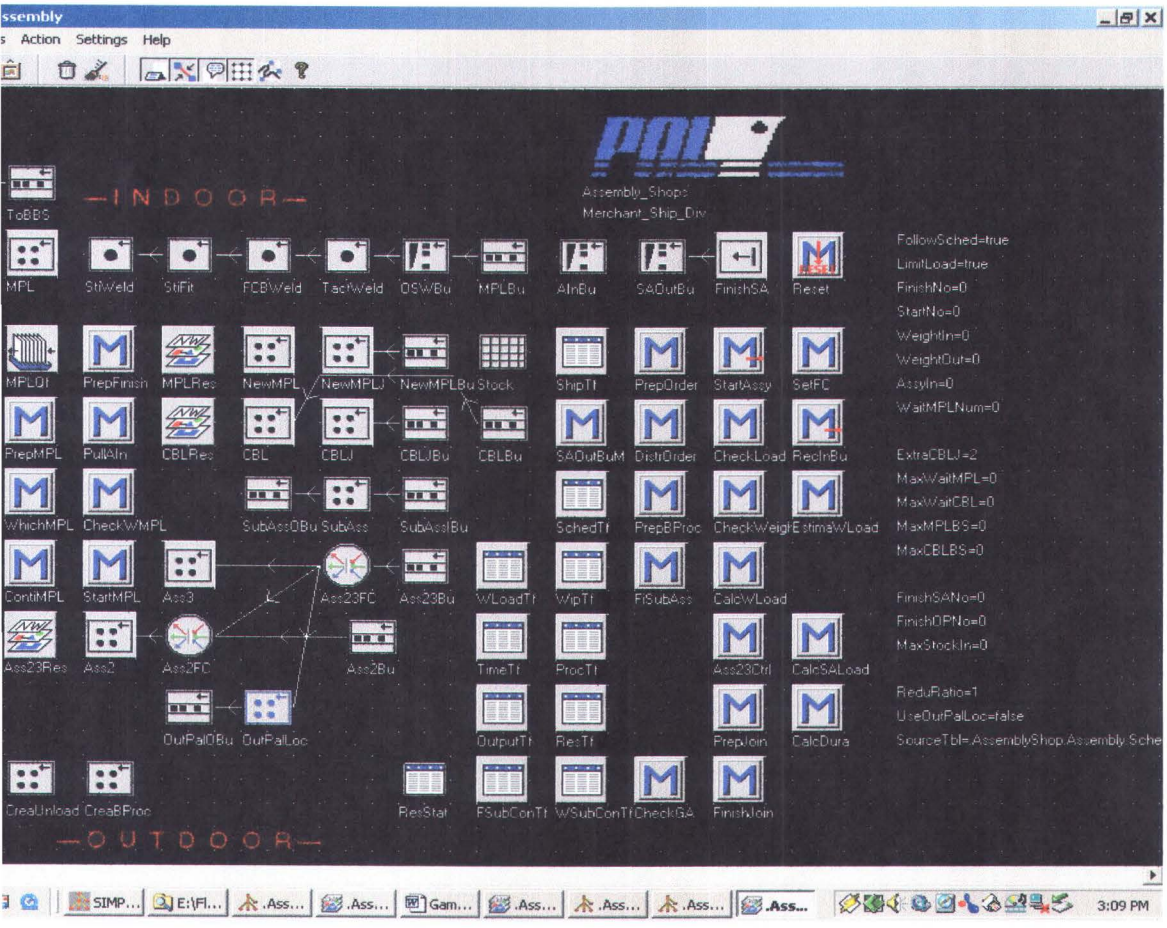
BAB IV

ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV
ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

modelan

is penggunaan model simulasi dalam tugas akhir ini mengambil obyek pemodelan proses *assembly block* di bengkel *assembly* divisi kapal niaga PT PAL Indonesia. lan dari model simulasi bengkel *assembly* seperti terlihat pada gambar 4.1 dibawah



Gambar 4.1 Tampilan Model Simulasi Bengkel *Assembly*

el Asembly terdiri dari terdiri dari 3 workstation yaitu:

Assembly I (MPL dan CBL).

Assembly II .

Assembly III .

in Assembly I MPL terdapat *buffer* untuk penempatan pelat sebelum diproses, begitu ibelakang panel terdapat *buffer* (*exit*) untuk penempatan panel datar yang telah

sai dibuat. Bengkel *assembly* II dan *assembly* III terletak di luar (*Outdoor*), *entity* g berupa material pelat dan profil terlebih dahulu dipersiapkan dari fabrikasi, namun ım tugas akhir ini diasumsikan bahwa material dari fabrikasi dianggap tersedia lancar %. Dengan merubah variabel-variabel yang merupakan skenario produksi *assembly* :k yaitu *Overtime, Run_satsun dan Shift* maka akan didapatkan *output* simulasi luksi.

1 Input pemodelan

ıt data pemodelan *assembly block* pada bengkel assembly adalah:

1. Data blok
2. Jumlah pekerja masing masing workstation
3. Efektifitas kerja
4. Distribusi proses

ut data simulasi tersebut , akan diuraikan pada paragraf berikut ini:

Data blok

k yang akan disimulasikan adalah total keseluruhan blok dengan berat masing-masing k pada 6 proyek yang telah diperoleh dari Departemen PPC divisi kapal niaga PT PAL onesia. Tampilan menu input data blok dapat dilihat pada lampiran 3

Jumlah pekerja

:erja (*worker*) adalah jumlah pekerja yang terlibat dalam pekerjaan *assembly* blok di sing-masing *workstation* yang terdiri dari tenaga kerja organik PT PAL Indonesia dan) kontraktor.

npilan menu program untuk *worker* dari simulasi ditampilkan pada lampiran 4

Distribusi proses

;tribusi proses menggunakan distribusi triangular, distribusi ini digunakan karena ıgambilan data simulasi proses tanpa melakukan pengukuran secara langsung, hal ini adi karena waktu yang sangat terbatas dan kompleksitas sistem yang ada sangat tinggi.

.2 Asumsi-asumsi pemodelan

del simulasi bengkel assembly mempunyai beberapa batasan dan asumsi sebagai ikut:

1. Per shift untuk 7 jam kerja dan 1 bulan ada 25 hari kerja
2. Semua bahan baku (*plate, stiffener, web*) tersedia 100%.
3. Tidak ada kerusakan pada mesin.
4. Tidak ada pekerjaan *rework.*
5. Kwalifikasi pekerja untuk seluruh *workstation* dianggap sama.
6. Pengurutan produksi blok yang digunakan dalam model dengan *one starting point* di bagian *Double bottom* kemudian ke arah memenjang kapal.

.3 Pengujian model

ta input diatas secatra keseluruhan akan dirunning sesuai skenario produksi yang telah uat, namun sebelum *running model* dilaksanakan perlu dilakukan pengujian model. lam pemodelan ini pengujian yang dilakukan adalah menekan menu *debugger* yang n menunjukkan kesalahan dan kemudian dilakukan perbaikan kesalahan, jika sudah ak ada kendala maka seluruh scenario produksi dapat dijalankan (*Running model*).

.4 Replikasi

plikasi adalah pengulangan menjalankan model simulasi (*Running model*) dengan ameter yang sama tetapi dengan random variabel yang berbeda. Replikasi dalam model ig dibuat dilakukan sebanyak 5 kali. Hasil dari replikasi yang digunakan sebagai output ulasi adalah nilai rata-rata dari data replikasi yang ada. Tampilan menu program plikasi dari simulasi ditampilkan pada lampiran 5

.5 Output simulasi

bel dibawah ini menunjukkan output simulasi SiMPLE ++, skenario produksi dengan iabel *Overtime - Run_Satsun - Shift* yang dikombinasikan menjadi 18 skenario dapat unjukkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Hasil Output Simulasi SiMPLE ++

rio produksi	Lateness (Hari)	Late Block (Unit)	MPL_NewMPL (Unit)	MPL_CBL (Unit)	Flat ToCBL (Unit)	Ass3 (Unit)	Ass2 (Unit)
un - NoShift	21881	600	126	0	33	135	155
un - Shift2	2687	277	130	0	23	108	91
NoShift	84691	688	97	0	42	166	200
Shift2	7078	461	131	0	24	128	116
atSun - Shift2	4301	383	131	0	24	116	108
Shift2	12224	525	129	0	26	132	131
Shift2	3289	324	132	0	24	111	99
atSun - Shift2	9387	496	130	0	24	130	124
un - NoShift	67009	680	104	0	42	164	186
un - Shift2	5574	424	131	0	22	121	116
atSun - NoShift	105475	586	80	0	48	131	170
atSun - NoShift	49463	665	108	0	45	143	186
un - NoShift	82175	686	97	0	42	160	202
atSun - Shift2	21881	600	126	0	33	135	155
NoShift	124906	689	88	0	43	178	206
atSun - NoShift	107273	695	92	0	43	178	204
un - Shift2	6894	457	131	0	25	124	118
NoShift	30319	633	116	0	37	143	162

put simulasi diatas menunjukkan troughput masing-masing skenario produksi. Lateness unjukkan total keterlambatan seluruh blok (960 blok) dalam satuan hari, jika kita lihat l keterlambatan yang paling kecil adalah pada skenario *1_5 - SatSun - Shift2* yaitu 2687 artinya adalah untuk per blok keterlambatanya selama 2,8 hari. Sedangkan yang esar adalah pada skenario *0_0 - Sat - NoShift* yaitu sebesar 124.906 hari artinya per k keterlambatan produksi selama 130 hari. Setiap skenario juga menunjukkan total blok g terlambat diproduksi hal ini ditunjukkan pada kolom *Late block*, dimana output duksi yang terbaik pada skenario *1_5 - SatSun - Shift2* yaitu untuk keterlambatan duksi sebanyak 277 blok

om berikutnya menujukkan jumlah blok yang diproduksi untuk masing-masing rute g telah dibahas di bab 2. Untuk rute MPL_CBL pekerjaan blok tidak ada yang melalui r tersebut hal ini dikarenakan MPL (*Overload*) sehingga sudah tidak mampu nsuplay ke CBL dan juga dijalur CBL sudah penuh, sehingga produksi bisa dialihkan ke *embly 2* maupun *assembly 3*. Rute yang dimaksimalkan adalah pekerjaan yang kukan di *indoor*.

uk *assembly* 2 dan *assembly* 3 mampu mengerjakan blok dalam jumlah yang lebih yak dari *Assembly* MPL maupun CBL hal ini karena dapat dikerjakan di area *outdoor* g lebih besar dari pada *indoor* dan mampu mengerjakan blok-blok kecil dalam jumlah g lebih banyak. Untuk selanjutnya dilakukan analisis terhadap *output* simulasi SiMPLE , yang digunakan dengan tujuan mendapatkan parameter yang paling signifikan garuhnya terhadap variabel yang digunakan.

Analisis Output simulasi

ılisis terhadap output simulasi dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu :

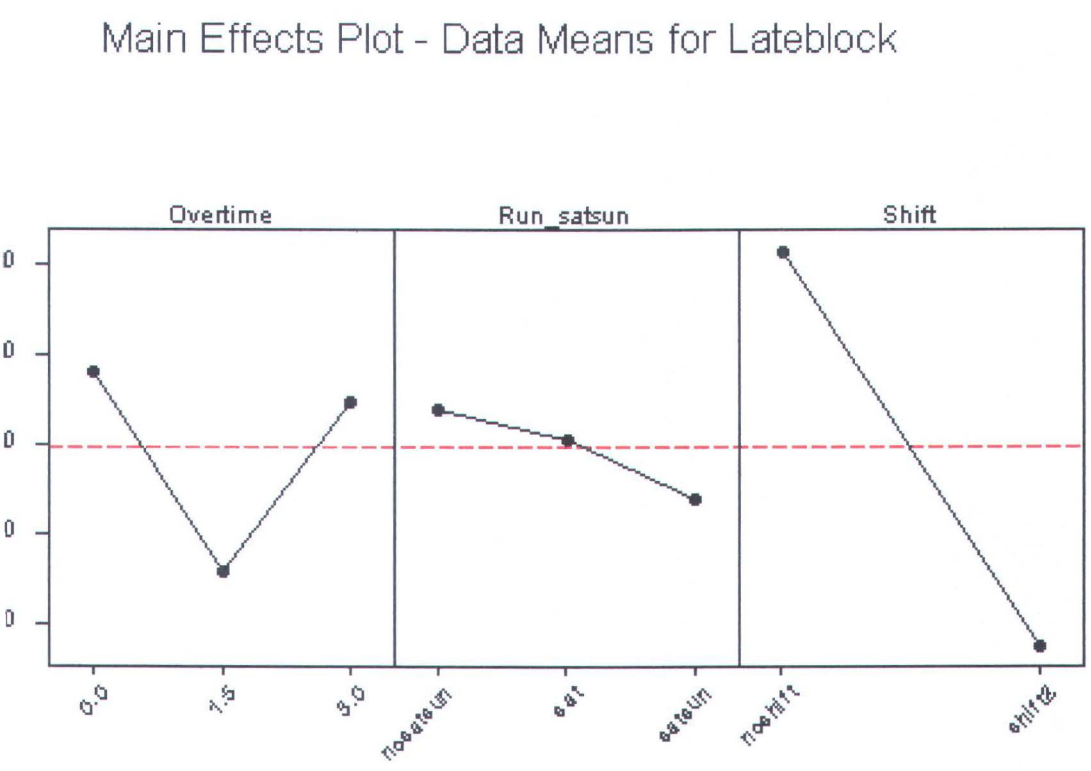
1. *Main Effect Plot.*
2. *Interaction Plot.*
3. *One Way ANOVA*

in Effect Plot digunakan untuk mengetahui pengaruh dari parameter terhadap output ulasi yang disajikan dalam bentuk grafik *Main Effect Plot*, dimana absisnya merupakan ian dari setiap parameter yang ada pada skenario data input, sedangkan ordinatnya lah troughput. Dari grafik ini akan diketahui parameter input (skenario) yang paling ar pengaruhnya (signifikan) terhadap troughput.

eraction Plot digunakan untuk mengetahui interaksi diantara parameter - parameter ut model simulasi dan pengaruhnya terhadap output model simulasi. Dari grafik ini akan at diketahui apakah diantara parameter -parameter tersebut tidak berinteraksi, interaksi secara sinergistik, atau berinteraksi secara anti sinergistik.

.1 Main Effect Plot

alysis of Variance (ANOVA) terhadap troughput menggunakan *Main Effect Plot* dapat ampilkan pada gambar 4.2 dibawah ini



Gambar 4.2 Main Effect Plot terhadap Troughput *Lateblock*

gambar grafik tersebut diatas dapat diketahui bahwa variabel input yang paling kan pengaruhnya terhadap *troughput lateblock* adalah **SHIFT**. Hal ini dapat ıkkan dari perubahan troughput terbesar jika variabel shift dirubah dari Noshift ke 2 *Extra second shift*), yaitu untuk Noshift rata-rata keterlambatan sebesar 658 block gkan untuk 2 Shift (*Extra second shift*) rata-rata keterlambatan sebesar 439 block.

variabel OVERTIME yang dilakukan 0 jam rata-rata keterlambatan sebesar 591 overtime 1,5 jam rata-rata keterlambatan sebesar 480 block dan overtime 3 jam ta keterlambatan sebesar 574 block. Sedangkan untuk parameter RUN_SATSUN lilakukan Nosatsun rata-rata keterlambatan sebesar 571 block, untuk Sat rata-rata mbatan sebesar 553 block dan yang dilakukan Satsun rata-rata keterlambatan r 520 block.

ıtnya dari hasil Main Effect Plot tersebut dapat ditentukan *setting* variabel yang nenghasilkan troughput terbesar, dalam hal ini adalah:

)vertime 1,5 jam.

Vorking Saturday and Sunday.

Shift (*Extra second shift*).

'eraction Plot

ɔn plot digunakan untuk mengetahui interaksi diantara parameter-parameter input dan pengaruhnya terhadap output simulasi. Interaction plot berupa grafik interaksi ımeter-parameter input dengan semua variannya diletakkan pada absis, sedangkan ıt diletakkan pada ordinat.

ıalysis of Variance (ANOVA) mengguanakan interaction plot dapat ditampilkan ıbar 4.3 dibawah ini

Gambar 4.3 Interaction Plot terhadap *Troughput Lateblock*

gambar grafik tersebut diatas dapat diketahui adanya parameter input yang saling nteraksi, hal ini dapat ditunjukkan pada plot grafik yang yang tidak paralel, yaitu *time* dengan *Run_Satsun*, *Overtime* dengan *Shift* dan *Run_Satsun* dengan *Shift*. Jadi k keseluruhan variabel terdapat interaksi.

aksi sinergistik terjadi antara *Overtime* dengan *Run_Satsun*, *Overtime* dengan *Shift* dan *_Satsun* dengan *Shift*. Hal ini dapat ditunjukkan dari grafik yang cenderung naik tetapi paralel atau grafik yang saling berpotongan. Parameter yang saling tidak berinteraksi tidak terjadi, hal ini dapat ditunjukkan pada gambar grafik yang tidak ada yang el atau berhimpit.

One Way ANOVA

k menyelidiki adanya pengaruh dari masing-masing input terhadap troughput, maka ukan pengujian dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Uji hipotesis dilakukan adalah dengan pengujian *Analysis of Variance* (ANOVA) satu arah (*One* ANOVA), karena yang diselidiki adalah masing-masing input yang digunakan. Hasil *ysis of Variance* (ANOVA) dari data *output* simulasi adalah sebagai berikut :

Overtime

Hipotesis : H_0 : Pengaruh interaksi kecil terhadap troughput yang diamati

H_1 : Pengaruh interaksi besar terhadap troughput yang diamati

Statistik Uji : Hasil ANOVA yang diperoleh adalah

Tabel 4.2 Pengujian interaksi antara variabel Overtime terhadap lateblock

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Sum Square	Mean Square	F_{Hitung}
Overtime	2	42365	21182	1.18
Error	15	268259	17884	
Total	17	310624		

MILIK PERPUSTAKAAN ITS

F_{Hitung} = 1.18 dan $F_{Tabel} = F_{(2,5,0.5)} = 3.68$

Karena $F_{Hitung} < F_{Tabel}$, maka Gagal Tolak H_0. Artinya, pengaruh interaksi kecil terhadap troughput yang diamati. Output perhitungan Minitab One way ANOVA ditampilkan pada lampiran 7

ı-satsun

otesis : H_0 : Pengaruh kecil interaksi terhadap troughput yang diamati

H_1 : Pengaruh interaksi besar terhadap troughput yang diamati

Statistik Uji : Hasil ANOVA yang diperoleh adalah

Tabel 4.3 Pengujian interaksi antara variabel Run_satsun terhadap lateblock

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Sum Square	Mean Square	F_{Hitung}
Run-sats	2	7780	3890	0.19
Error	15	302844	20190	
Total	17	310624		

F_{Hitung} = 0.19 dan $F_{Tabel} = F_{(2,5,0.5)}$ = 3.68

Karena $F_{Hitung} < F_{Tabel}$, maka Gagal Tolak H_0. Artinya, Pengaruh interaksi kecil terhadap troughput yang diamati.

ft

otesis : H_0 : Pengaruh interaksi kecil terhadap troughput yang diamati

H_1 : Pengaruh interaksi besar terhadap troughput yang diamati

Uji : Hasil ANOVA yang diperoleh adalah

Tabel 4.4 Pengujian interaksi antara variabel Shift terhadap lateblock

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Sum Square	Mean Square	F_{Hitung}
Run-sats	1	216701	21701	36.92
Error	16	93922	5870	
Total	17	310624		

F_{Hitung} = 36.92 dan $F_{Tabel} = F_{(1,16,0.5)}$ = 4.49

Karena $F_{Hitung} < F_{Tabel}$, maka Tolak H_0. Artinya, pengaruh interaksi besar terhadap troughput yang diamati.

sil analisa di atas, maka dapat disimpulkan input yang berpengaruh signifikan troughput adalah **SHIFT**. Dengan melihat *main effect plot* yang sebelumnya, ntuk hasil optimal yang diperoleh adalah shift dengan *lateblock* terendah, yaitu melakukan 2 Shift (*Extra second shift*).

Biaya Produksi

itungan biaya produksi per blok dibagi dalam beberapa aktifitas, yaitu :

. Waktu Transportasi

. Waktu Proses kerja : Fitting dan welding

Asumsi : Jam Efektif = 7 jam

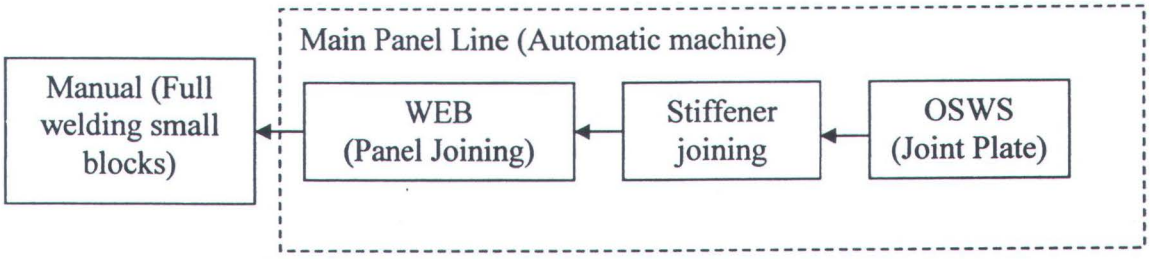
JO transport = 36 JO

Rate/JO untuk semua jenis pekerja = Rp 31.500,00

Standart *toll`s* terpenuhi

Fabrikasi material 100%

Perhitungan Biaya Jalur MPL



Gambar 4.4 Rute Produksi Blok di MPL

. *Joint Plate*

- *Fitting butt joint*

  Durasi proses = 12 jam/blok

  Operator = 1 orang

- *Welding butt joint*

  Durasi proses = 12 jam/blok

  Operator = 2 orang

  Total JO = 36

. *Auto Stiffener*

- *Fitting Stiffener*

  Durasi proses = 12 jam/blok

  Operator = 2 orang

- *Welding Stiffener*

  Durasi proses = 12 jam/blok

  Operator = 2 orang

  Total JO = 48

Auto WEB

- *Fitting* WEB

  Durasi proses = 24 jam/blok

  Operator = 4 orang

- *Welding* WEB

  Durasi proses = 30 jam/blok

  Operator = 4 orang

  Total JO = 216

Manual ass (*Full Welding*)

Durasi proses = 60 jam/blok

Operator = 4 orang

Total JO = 240

JO total = JO trans + JO proses

= 36 + 540

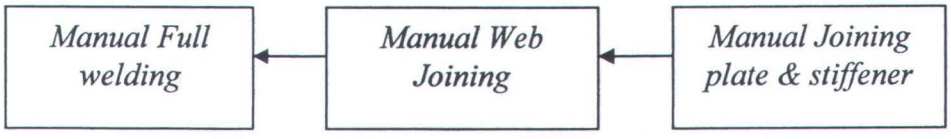
= 576 JO

iaya per *block* = JO x *Rate*/JO

= 576 x Rp.31.500

= 18.144.000 juta

rhitungan Biaya Jalur *New* MPL



Gambar 4.5 Rute Produksi Blok di *New* MPL

Manual Joint Plate

- *Fitting*

  Durasi proses = 12 jam/blok

  Operator = 3 orang

- *Welding*

  Durasi proses = 12 jam/blok

  Operator = 4 orang

  Total JO = 84

Manual Stiffener

- *Fitting Stiffener* (*Holland Profile*)

  Durasi proses = 12 jam/blok

  Operator = 3 orang

- *Welding Stiffener* (*Holland Profile*)

  Durasi proses = 24 jam/blok

  Operator = 3 orang

  Total JO = 108

Manual WEB

- *Fitting* WEB

  Durasi proses = 30 jam/blok

  Operator = 4 orang

- *Welding* WEB

  Durasi proses = 42 jam/blok

  Operator = 4 orang

  Total JO = 288

Manual ass (*Full Welding*)

Durasi proses = 48 jam/blok

Operator = 4 orang

Total JO = 192

: JO total = JO trans + JO proses

= 36 + 672

= 708 JO

biaya per *block* = JO x *Rate*/JO

= 708 x Rp.31500

= 22.302.000 juta

Perhitungan biaya Jalur CBL

Gambar 4.6 Rute Produksi Blok di CBL

Manual Joint Plate

- *Fitting*

  Durasi proses = 18 jam/blok

  Operator = 3 orang

- *Welding*

  Durasi proses = 18 jam/blok

  Operator = 4 orang

  Total JO = 126

Manual Stiffener

- *Fitting Stiffener* (*Holland Profile*)

  Durasi proses = 18 jam/blok

  Operator = 3 orang

- *Welding Stiffener* (*Holland Profile*)

  Durasi proses = 24 jam/blok

  Operator = 4 orang

  Total JO = 150

Manual WEB

- *Fitting* WEB

  Durasi proses = 30 jam/blok
  Operator = 4 orang

- *Welding* WEB

  Durasi proses = 42 jam/blok
  Operator = 4 orang
  Total JO = 288

Manual ass (*Full Welding*)

Durasi proses = 54 jam/blok

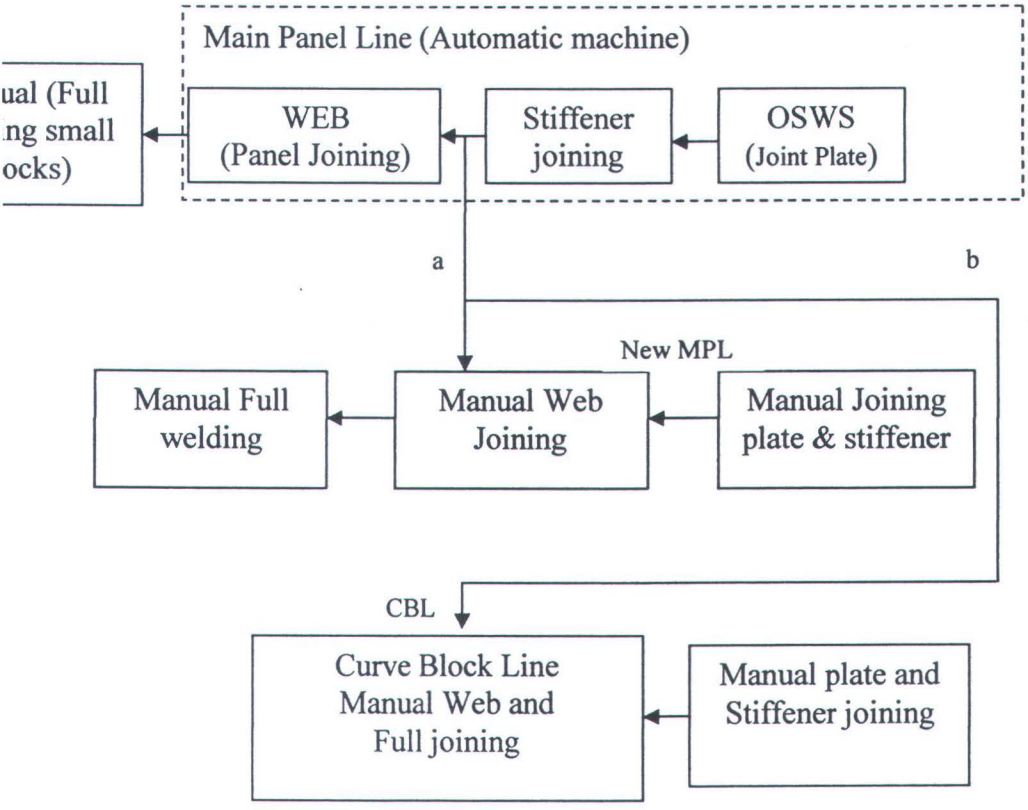
Operator = 4 orang

tal JO = 216

JO total = JO trans + JO proses
= 36 + 780
= 816 JO

iaya per *block* = JO x *Rate*/JO
= 816 x Rp.31500
= 25.704.000 juta

rhitungan biaya Jalur kombinasi MPL - New MPL – CBL



Gambar 4.7 Rute Produksi Blok Kombinasi MPL – New MPL – CBL

te a

nt Plate

itting butt joint

urasi proses = 12 jam/blok

perator = 1 orang

Welding butt joint

Durasi proses = 12 jam/blok

Operator = 2 orang

Total JO = 36

Auto Stiffener

Fitting Stiffener

Durasi proses = 12 jam/blok

Operator = 2 orang

Welding Stiffener

Durasi proses = 12 jam/blok

Operator = 2 orang

Total JO = 48

Manual WEB

Fitting WEB

Durasi proses = 30 jam/blok

Operator = 4 orang

Welding WEB

Durasi proses = 42 jam/blok

Operator = 4 orang

Total JO = 288

Manual ass (*Full Welding*)

Durasi proses = 48 jam/blok

Operator = 4 orang

Total JO = 192

: rute a : JO total = JO trans + JO proses
= 36 + 564
= 600 JO ⟶ Dengan berat blok 50 ton

biaya = (JO Rute rute a) x *Rate*/JO

= 600 x Rp.31500

= 18.900.000 juta

ıte b

Ioint Plate

Fitting WEB

)urasi proses = 30 jam/blok

)perator = 4 orang

Fitting butt joint

)urasi proses = 12 jam/blok

)perator = 1 orang

Welding butt joint

)urasi proses = 12 jam/blok

)perator = 2 orang

'otal JO = 36

uto Stiffener

'itting Stiffener

)urasi proses = 12 jam/blok

)perator = 2 orang

'elding Stiffener

)urasi proses = 12 jam/blok

)perator = 2 orang

'otal JO = 48

lanual WEB

'itting WEB

'urasi proses = 30 jam/blok

'perator = 4 orang

'elding WEB

urasi proses = 42 jam/blok

perator = 4 orang

otal JO = 288

lanual ass (*Full Welding*)

asi proses = 54 jam/blok

erator = 4 orang

al JO = 216

ute b : JO total = JO trans + JO proses

= 36 + 588

= 624 JO ⟶ Dengan berat blok max 60 ton

aya = (JO Rute b) x *Rate*/JO

= (624) x Rp 31.500

= 19.656.000 Juta

hitungan biaya *Assembly* 3 (*Side launching*)

Gambar 4.8 Rute Produksi Blok *Assembly* 3

nual Joint Plate

- *Fitting*

  Durasi proses = 15 jam/blok

  Operator = 4 orang

- *Welding*

  Durasi proses = 15 jam/blok

  Operator = 4 orang

  Total JO = 120

nual Stiffener

- *Fitting Stiffener* (*Holland Profile*)

  Durasi proses = 15 jam/blok

  Operator = 4 orang

- *Welding Stiffener* (*Holland Profile*)

  Durasi proses = 20 jam/blok

  Operator = 4 orang

Total JO = 140

ual WEB

- *Fitting* WEB

  Durasi proses = 25 jam/blok

  Operator = 4 orang

- *Welding* WEB

  Durasi proses = 30 jam/blok

  Operator = 4 orang

  Total JO = 220

ual ass (*Full Welding*)

isi proses = 50 jam/blok

rator = 4 orang

l JO = 200

O total = JO trans + JO proses

= 50 + 680

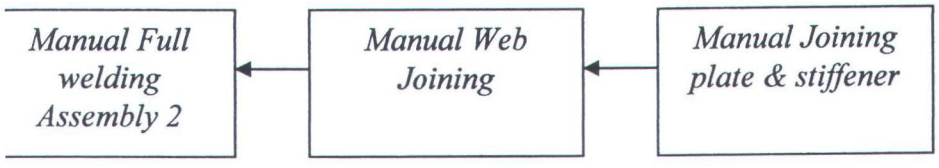
= 730 JO

ya per block = JO x *Rate*/JO

= 730 x Rp. 31500

= 22.995.000 juta

itungan biaya *Assembly* 2 (*Outdoor*)



Gambar 4.9 Rute Produksi Blok *Assembly* 2

ual Joint Plate

- *Fitting*

  Durasi proses = 15 jam/blok

  Operator = 4 orang

- *Welding*

  Durasi proses = 20 jam/blok

  Operator = 4 orang

  Total JO = 140

nual Stiffener

- *Fitting Stiffener* (*Holland Profile*)

  Durasi proses = 15 jam/blok

  Operator = 4 orang

- *Welding Stiffener* (*Holland Profile*)

  Durasi proses = 20 jam/blok

  Operator = 4 orang

Total JO = 140

nual WEB

- *Fitting* WEB

  Durasi proses = 25 jam/blok

  Operator = 4 orang

- *Welding* WEB

  Durasi proses = 30 jam/blok

  Operator = 4 orang

  Total JO = 220

nual ass (*Full Welding*)

asi proses = 50 jam/blok

erator = 4 orang

al JO = 200

O total = JO trans + JO proses

= 60 + 720

= 780 JO

aya per *block* = JO x *Rate*/JO

= 780 x Rp. 31500

= 24.570.000 juta

ırkan hasil perhitungan diatas maka dapat ditunjukkan dalam tabel berikut

Tabel 4.5 Perbandingan Harga Berdasarkan Rute Produksi

No	Rute produksi	Harga per blok (Rupiah)
1	MPL	18.144.000
2	New MPL	22.302.000
3	CBL	25.704.000
4	Kombinasi MPL – New MPL – CBL	
	1. MPL – New MPL	18.900.000
	2. MPL – CBL	19.656.000
5	Assembly 3	22.995.000
6	Assembly 2	24.570.000

ɔduksi paralel MPL memakan biaya sebesar 18.144.000 juta dan New MPL sebesar 000 juta, biaya produksi tersebut akan lebih mahal jika dibandingkan dengan biaya duksi kombinasi MPL - New MPL sebesar 18.900.000 juta. Harga produksi untuk L sebesar 25.704.000 juta, untuk memproduksi blok lengkung akan lebih murah nilih rute MPL - CBL yang hanya memakan biaya sebesar 19.656.000 juta.

roduksi blok akan relatif lebih murah jika proses *join plate* dan *stiffener joining* an di jalur MPL, karena MPL memiliki mesin otomatis seperti OSWS (*One Side Station*) dan MSG (*Mobile Stiffener Gantry*) yang dapat mempercepat proses bungan pelat dan pemasangan longitudinal *stiffener*. Pada proses mesin OSWS dengan teknik pengelasan 1 sisi maka sisi yang sebaliknya juga mengalami san akibat penembusan oleh arus dan voltase yang besar. Pada proses mesin MSG pemasangan penegar (*stiffener)* dibantu oleh *gantry crane* khusus yang dilengkapi magnet listrik yang dapat menempelkan *stiffener longitudinal* , sehingga proses an akan lebih singkat.

ya per rute tersebut dikalkulasikan dalam hasil simulasi SiMPLE ++ seperti yang kan diatas untuk masing-masing rute produksi , maka biaya total dapat ditampilkan bel seperti dibawah ini

Skenario Produksi	Biaya Rute MPL_NewMPL	Biaya Rute MPL_CBL	Biaya Rute Flat ToCBL	Biaya Rute Ass3	Biaya Rute Ass2	Total biaya
1_5 - SatSun - NoShift	2.381.400.000	0	848.232.000	3.104.325.000	3.808.350.000	10.142.307.000
1_5 - SatSun - Shift2	2.457.000.000	0	591.192.000	2.483.460.000	2.235.870.000	7.767.522.000
3_0 - Sat - NoShift	1.833.300.000	0	1.079.568.000	3.817.170.000	4.914.000.000	11.644.038.000
3_0 - Sat - Shift2	2.475.900.000	0	616.896.000	2.943.360.000	2.850.120.000	8.886.276.000
1_5 - NoSatSun - Shift2	2.475.900.000	0	616.896.000	2.667.420.000	2.653.560.000	8.413.776.000
0_0 - Sat - Shift2	2.438.100.000	0	668.304.000	3.035.340.000	3.218.670.000	9.360.414.000
1_5 - Sat - Shift2	2.494.800.000	0	616.896.000	2.552.445.000	2.432.430.000	8.096.571.000
3_0 - NoSatSun - Shift2	2.457.000.000	0	616.896.000	2.989.350.000	3.046.680.000	9.109.926.000
3_0 - SatSun - NoShift	1.965.600.000	0	1.079.568.000	3.771.180.000	4.570.020.000	11.386.368.000
3_0 - SatSun - Shift2	2.475.900.000	0	565.488.000	2.782.395.000	2.850.120.000	8.673.903.000
0_0 - NoSatSun - NoShift	1.512.000.000	0	1.233.792.000	3.012.345.000	4.176.900.000	9.935.037.000
1_5 - NoSatSun - NoShift	2.041.200.000	0	1.156.680.000	3.288.285.000	4.570.020.000	11.056.185.000
0_0 - SatSun - NoShift	1.833.300.000	0	1.079.568.000	3.679.200.000	4.963.140.000	11.555.208.000
0_0 - NoSatSun - Shift2	2.381.400.000	0	848.232.000	3.104.325.000	3.808.350.000	10.142.307.000
0_0 - Sat - NoShift	1.663.200.000	0	1.105.272.000	4.093.110.000	5.061.420.000	11.923.002.000
3_0 - NoSatSun - NoShift	1.738.800.000	0	1.105.272.000	4.093.110.000	5.012.280.000	11.949.462.000
0_0 - SatSun - Shift2	2.475.900.000	0	642.600.000	2.851.380.000	2.899.260.000	8.869.140.000
1_5 - Sat - NoShift	2.192.400.000	0	951.048.000	3.288.285.000	3.980.340.000	10.412.073.000

bilan Keputusan Skenario Terbaik dengan Metode Tabel Keputusan

ntukan skenario terbaik adalah dengan menggunakan tabel keputusan. kriteria kan adalah *lateblok* dan *building cost* . Pembobotan diperoleh dari penelitian hal 71), dimana hasil analisa AHP sesuai dengan kondisi permasalahan yang h perusahaan, sehingga perusahaan lebih fokus untuk memperbaiki *Delivery*) dengan meminimalkan *Lateblock* dari pada *Building cost* (0,281).

obot masing-masing kriteria :

$$\text{lock} = \frac{0,496}{0,777}$$

$$= \mathbf{0,638}$$

$$\text{ing cost} = \frac{0.281}{0,777}$$

$$= \mathbf{0,362}$$

mbilan keputusan dipilih 3 skenario terbaik berdasarkan kriteria *lateblock* dan yaitu :

7 3 Skenario Output Terbesar dengan Kriteria *Late blok* dan *Building cost*

Skenario terbaik	Late block (Unit)	Building cost (Rupiah)
1_5 - SatSun - Shift2	277	7.767.522.000
1_5 - Sat - Shift2	324	8.096.571.000
1_5 - NoSatSun - Shift2	383	8.413.776.000

io dengan output terbesar tersebut akan dipilih 1 skenario terbaik dengan teknik tabel keputusan *multi criteria* (Rosyid, D.M 1999) yang dapat alam tabel dibawah ini.

abel 4.8 Tabel Keputusan dengan Kriteria *Lateblok* dan *Building cost*

Bobot	Skenario		
	1_5 - SatSun - Shift2	1_5 - Sat - Shift2	1_5-NoSatSun-Shift2
0,638	0,9 x 0,638	0,15 x 0,638	0,28 x 0,638
0,362	0,9 x 0,362	0,04 x 0,362	0,08 x 0,362
	0,9	**0,11**	**0,2**

n melihat total nilai yang terbesar **0,9** maka dapat diambil keputusan untuk skenario erbaik adalah **1_5 - SatSun - Shift2** yaitu dengan *Overtime* selama 1,5 jam, kerja pda abtu dan Minggu dan dilakukan 2 Shift kerja (*Extra second shift*).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

tugas akhir ini telah dihasilkan model simulasi dari proses *assembly block* dengan unakan bantuan software SiMPLE ++. Dari model simulasi tersebut dapat diperoleh simulasi dengan running model.

simpulan

Dari hasil truoghput Main effect plot dapat disimpulkan bahwa pengaruh yang paling signifikan terhadap troughput adalah SHIFT dengan level SHIFT2. Hal ini dapat ditunjukkan dari perubahan troughput terbesar jika parameter shift dirubah dari Noshift ke 2 Shift, yaitu untuk Noshift rata-rata keterlambatan sebesar 658 block sedangkan untuk 2 Shift rata-rata keterlambatan sebesar 439 block.

Skenario produksi terbaik untuk kriteria ***Lateblok*** dan ***Building cost*** (*Multi criteria*) , Dengan melihat analisis tabel keputusan yaitu total nilai yang terbesar **0,9** maka dapat diambil keputusan untuk skenario yang terbaik adalah 1_5 - SatSun - Shift2 yaitu dengan *Overtime* selama 1,5 jam, kerja pada hari Sabtu dan Minggu dan dilakukan 2 shift (*Extra second shift*).

ran

akhir penelitian ini, kiranya perlu disampaikan beberapa saran agar dapat lebih nfaat dan lebih dikembangkan di masa yang akan mendatang sebagai berikut:

Penelitian ini masih bisa dikembangkan lebih lanjut dengan mengembangkan ruang lingkup permasalahan yaitu model simulasi ini dapat dikaitkan dengan model bengkel yang lainnya, misalkan : *Fabrikasi*, *Sub assembly* dan *Grand assembly*.

Model simulasi ini dapat dikembangkan menjadi model yang lebih rinci dengan memperhatikan adanya gangguan terhadap proses misalnya *rework*, *breakdown* mesin, perbedaan kwalifikasi *worker*, dsb.

DAFTAR PUSTAKA

ɛr.J.W. (1961).**Industrial Dynamics**, MIT press

ya, F.D (2004), Pengurangan Durasi Waktu Pengerjaan *Second Deck* Kapal ker dengan Menggunakan Sistem Dinamis, **Tugas Akhir,** Jurusan Teknik Industri -ITS, Surabaya.

o, B (2001), Analisis Penggunaan Model Simulasi Dalam Pembangunan ıstruksi LambungKapal Pada Fasilitas Main Assembly Line, **Tesis**, Program Pasca ana Teknik Produksi Dan Kelautan ITS, Surabaya.

(2000), **Simulation With Arena 3rd Edition**, WCB McGraw-Hill, New york.

.M., W.D. Kelton (2000), **Simulation Modeling and Analysis 3rd Edition**, WCB Graw-Hill, New york.

D.M (1999). **Optimasi : Teknik Pengambilan Keputusan Secara Kuantitatif**. itut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

ta (2005). Studi Kasus Model Pengembangan PT PAL INDONESIA Menuju Pusat ıstri Maritim di Kawasan Timur Indonesia. **Tugas Akhir**, Jurusan Teknik Kelautan -ITS, Surabaya

ɔang T.M (1995), **Teori Sistem: Suatu Perspektif Teknik Industri,** Andi Offset, ;yakarta

A.T. (1994), Permodelan Sistem, **Jurnal Teknik dan Managemen Industri no :** ɔepartemenTeknik Industri ITB, Bandung

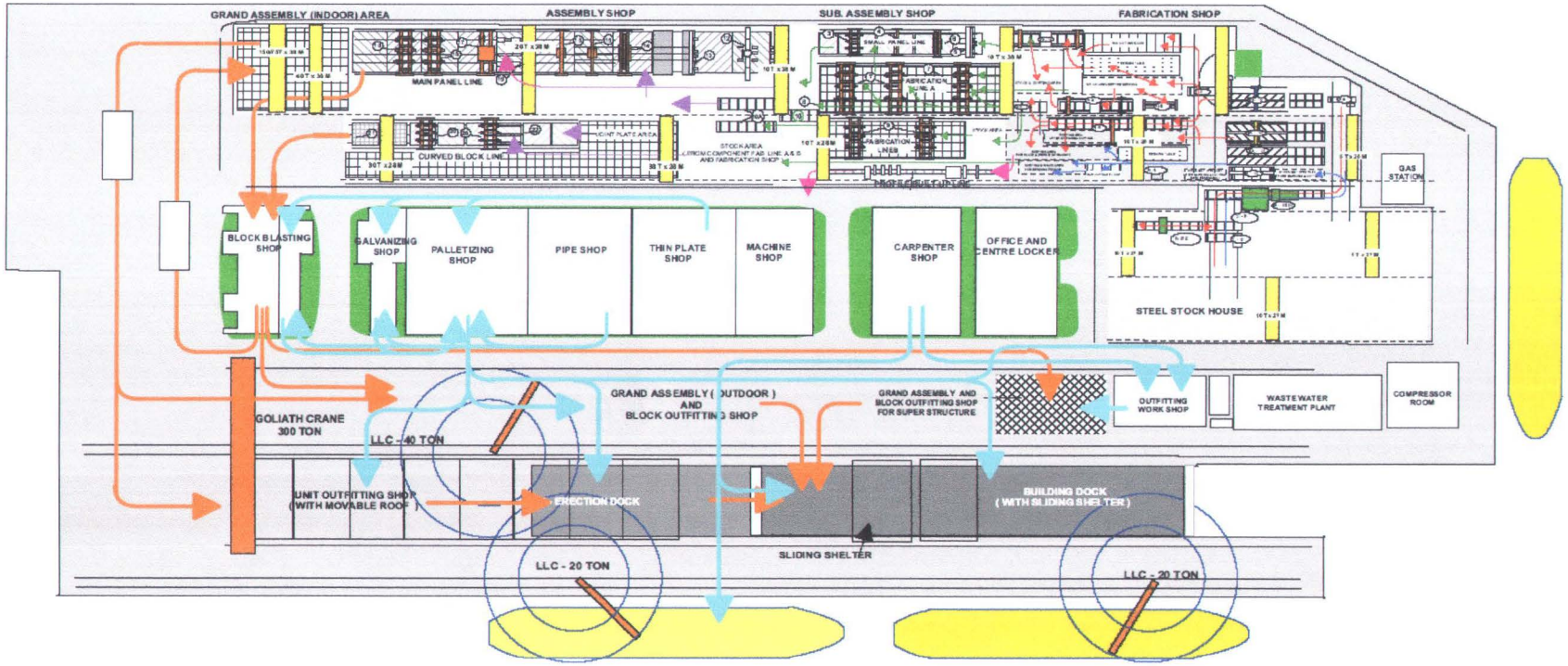
amdy.A (1996). **Riset Operasi suatu pengantar**. Edisi kelima, Binarupa aksara, ırta.

ıeliti FTI (1995), **Perancangan Model Simulasi Komputer sebagai Alat Bantu ılisis Perencanaan Kebutuhan Fasilitas dan Terminal Peti Kemas**, Jurusan nik Industri FTI-ITS, Surabaya

LAMPIRAN

LAMPIRAN I

Merchant Ship Division



MERCHANT SHIP DIVISION

" SHIP BUILDING PLANT 30.000 DWT "

NORTH

LAMPIRAN 2

DATA PROYEK

No. Kapal	Jenis Kapal	Owner	LOA (m)	LPP (m)	B (m)	Height (m)	T (Draft) (m)	Class
M000225	DCV 18.500 DWT	CUBE S.p.A(Italy)	147,35	140,3	22,5	12,85	8,25	BV
M000229	DSBC 50.000 DWT	Truva Shipping Limited, Malta	189,9	182	30,5	17,5	11	DNV
M000230	DSBC 50.000 DWT	Space Shipping Limited, Malta	189,9	182	30,5	17,5	11	DNV
M000231	DSBC 50.000 DWT	Space Shipping Limited, Malta	189,9	182	30,5	17,5	11	DNV
M000236	DSBC 50.000 DWT	Reederei M Lauterjung GmbH	189,9	182	30,5	17,5	11	NK
M000237	DSBC 50.000 DWT	Reederei M Lauterjung GmbH	189,9	182	30,5	17,5	11	NK

MPIRAN 3

DATA BLOK KAPAL

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000225	DB/BS 4 P	93,750
M000225	DB/BS 4 S	87,065
M000225	DB/BS 5 C	124,718
M000225	SS 4A P	49,685
M000225	SS 4A S	49,685
M000225	TB 102	43,225
M000225	SS 5A P	39,967
M000225	SS 5A S	39,967
M000225	SS 4B P	28,048
M000225	SS 4B S	28,048
M000225	UD 5 C	25,128
M000225	DB/BS 6 P	94,650
M000225	DB/BS 6 S	88,650
M000225	SS 5B P	26,978
M000225	SS 5B S	26,978
M000225	DB/BS 3 C	139,693
M000225	SS 6A P	54,614
M000225	SS 6A S	54,614
M000225	SS 6B P	27,894
M000225	SS 6B S	27,894
M000225	UD 3 C	21,992
M000225	DB/BS 2 C	119,266
M000225	SS 3B P	27,519
M000225	SS 3B S	27,519
M000225	TB 70	43,131
M000225	SS 3A P	38,874
M000225	SS 3A S	38,874
M000225	SS 2B P	21,200
M000225	SS 2B S	21,200
M000225	DB/BS 1 C	101,693
M000225	SS 1A P	43,321
M000225	SS 1A S	43,321
M000225	SS 2A P	37,619
M000225	SS 2A S	37,619
M000225	TB 38	42,830
M000225	UD 1 C	17,568
M000225	SS 1B P	22,944
M000225	SS 1B S	22,944
M000225	DB/BS 7 C	119,899
M000225	DB/BS 8 C	116,821
M000225	TB 134	40,742
M000225	SS 7A P	42,978
M000225	SS 7A S	42,978
M000225	SS 7B P	27,570
M000225	SS 7B S	27,570

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000225	HT 1	28,163
M000225	UD 7 C	19,976
M000225	DB/BS 9 C	77,382
M000225	SS 8B P	27,025
M000225	SS 8B S	27,025
M000225	HT 4	36,786
M000225	SS 8A P	48,500
M000225	SS 8A S	48,500
M000225	SS 9A P	45,800
M000225	SS 9A S	45,800
M000225	SS 9B P	28,002
M000225	SS 9B S	28,002
M000225	HT 3	35,978
M000225	UD 9 C	10,609
M000225	PS 2F P	0,905
M000225	PS 2F S	0,905
M000225	HT 2	35,290
M000225	CH 3	40,000
M000225	Hatch Cover No. 1	65,000
M000225	Hatch Cover No. 2	75,000
M000225	Hatch Cover No. 3	75,000
M000225	Hatch Cover No. 4	75,000
M000225	CH 1	40,000
M000225	CH 2	40,000
M000225	FMT	2,900
M000225	FBC	79,622
M000225	FBB	30,310
M000225	FP 2 P	38,742
M000225	FP 2 S	34,193
M000225	FP 1F	32,638
M000225	FP 1 P	38,322
M000225	FP 1 S	32,638
M000225	FC 1 P	30,971
M000225	FC 1 S	29,329
M000225	FC 2	20,761
M000225	FP 2F	37,294
M000225	FBU	1,880
M000225	FS 1A P	0,905
M000225	FS 1A S	0,905
M000225	ASA 1 P	22,303
M000225	ASA 1 S	22,889
M000225	ADB 1	81,188
M000225	ADB 2	24,186
M000225	ASA 2 P	15,681
M000225	ASA 2 S	15,458
M000225	ASB 1 P	27,820
M000225	ASB 1 S	27,536
M000225	ASB 2 P	21,820
M000225	ASB 2 S	21,536

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000225	ASC 1 P	29,033
M000225	ASC 1 S	28,317
M000225	ASC 2 P	19,812
M000225	ASC 2 S	19,698
M000225	RD	12,047
M000225	AP 1 P	57,798
M000225	AP 1 S	57,474
M000225	SF	21,943
M000225	AP 2 P	26,324
M000225	AP 2 S	25,473
M000225	PP 2 P	31,817
M000225	PP 2 S	31,425
M000225	BO 1 P	15,982
M000225	BO 1 S	17,112
M000225	BO 2 P	15,309
M000225	BO 2 S	16,996
M000225	PP 1 P	27,137
M000225	PP 1 S	26,318
M000225	ABO 1 P	24,205
M000225	ABO 1 S	21,378
M000225	ABO 2 P	10,975
M000225	ABO 2 S	9,708
M000225	BR P	20,621
M000225	BR S	22,185
M000225	NV P	19,102
M000225	NV S	21,347
M000225	CO S	13,700
M000225	CO P	14,551
M000225	FU	22,952
M000225	RMT	8,800

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000236	DB/BS 6 C	71,476
M000236	DB/BS 6 S	61,284
M000236	DB/BS 6 P	61,284
M000236	DB/BS 5 C	70,215
M000236	DB/BS 5 S	52,601
M000236	DB/BS 5 P	52,601
M000236	DB/BS 7 C	72,548
M000236	DB/BS 7 S	50,875
M000236	DB/BS 7 P	50,875
M000236	DB/BS 4 C	67,349
M000236	DB/BS 4 S	52,274
M000236	DB/BS 4 P	52,274
M000236	DB/BS 8 C	79,275
M000236	DB/BS 8 S	59,030
M000236	DB/BS 8 P	59,468
M000236	DB/BS 3 C	77,296
M000236	DB/BS 3 S	59,865
M000236	DB/BS 3 P	59,938
M000236	TB 6	78,321
M000236	DB/BS 2 C	64,281
M000236	DB/BS 2 S	50,605
M000236	DB/BS 2 P	50,605
M000236	TB 9	66,058
M000236	DB/BS 1 C	60,714
M000236	DB/BS 1 S	33,905
M000236	DB/BS 1 P	33,905
M000236	SS/UD 6 P	125,496
M000236	SS/UD 6 S	125,102
M000236	SS/UD 7 P	44,283
M000236	SS/UD 7 S	44,283
M000236	SS/UD 5 P	117,778
M000236	SS/UD 5 S	117,778
M000236	UD 6 C	52,590
M000236	TB 3	61,683
M000236	SS/UD 4 P	38,993
M000236	SS/UD 4 S	38,993
M000236	SS/UD 8 P	86,413
M000236	SS/UD 8 S	86,413
M000236	SS/UD 3 P	116,819
M000236	SS/UD 3 S	116,921
M000236	SS/UD 9 P	130,549
M000236	SS/UD 9 S	133,155
M000236	UD 3 C	39,956
M000236	UD 9 C	47,900
M000236	SS/UD 2 P	82,046
M000236	SS/UD 2 S	82,046
M000236	SS/UD 1 P	79,698
M000236	SS/UD 1 S	79,698
M000236	DB/BS 9 C	71,773

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000236	DB/BS 9 S	50,384
M000236	DB/BS 9 P	50,384
M000236	DB/BS 10 C	72,218
M000236	DB/BS 10 S	51,835
M000236	DB/BS 10 P	51,835
M000236	CH 4	24,079
M000236	CH 3	24,079
M000236	CH 2	24,079
M000236	DB/BS 11 C	67,927
M000236	DB/BS 11 P	49,285
M000236	DB/BS 11 S	49,285
M000236	DB/BS 12 C	57,139
M000236	DB/BS 12 S	24,789
M000236	DB/BS 12 P	24,789
M000236	SS/UD 10 P	47,297
M000236	SS/UD 10 S	47,297
M000236	TB 12	54,533
M000236	SS/UD 11 P	79,957
M000236	SS/UD 11 S	79,957
M000236	DB/BS 13 P	31,227
M000236	DB/BS 13 S	33,958
M000236	SS/UD 12 P	125,146
M000236	SS/UD 12 S	124,335
M000236	SS/UD 13 P	37,079
M000236	SS/UD 13 S	37,079
M000236	UD 12 C	49,621
M000236	SS/UD 14 P	82,926
M000236	SS/UD 14 S	82,926
M000236	CH 1	24,079
M000236	HT 2	55,230
M000236	HT 3	56,635
M000236	HT 4	55,769
M000236	SS/UD 15 P	54,829
M000236	SS/UD 15 S	54,829
M000236	Hatch Cover No. 1	140,000
M000236	Hatch Cover No. 2	160,000
M000236	Hatch Cover No. 3	160,000
M000236	Hatch Cover No. 4	160,000
M000236	Hatch Cover No. 5	160,000
M000236	UD 1 C	12,052
M000236	HT 5	55,744
M000236	UD 15 C	14,330
M000236	HT 1	56,197
M000236	FBC	42,207
M000236	FBB 1	10,833
M000236	FBB 2	17,662
M000236	FP 1A P	40,345
M000236	FP 1A S	40,345
M000236	FP 1B P	48,030

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000236	FP 1B S	51,880
M000236	FP 2	33,873
M000236	FC 1 P	23,742
M000236	FC 1 S	25,044
M000236	FBU 1 P	0,940
M000236	FBU 1 S	0,940
M000236	FS 1A P	0,905
M000236	FS 1A S	0,905
M000236	FC 2	35,460
M000236	FBU 2	2,840
M000236	FMT	2,900
M000236	ADB 1 P	81,720
M000236	ADB 1 S	75,716
M000236	ADB 2	60,544
M000236	ASA 1 P	43,080
M000236	ASA 1 S	44,562
M000236	ASA 2 P	31,567
M000236	ASA 2 S	32,025
M000236	ASB 1 P	43,676
M000236	ASB 1 S	35,276
M000236	ASB 2 P	35,450
M000236	ASB 2 S	32,898
M000236	ASC 1 P	42,915
M000236	ASC 1 S	49,465
M000236	ASC 2 P	32,247
M000236	ASC 2 S	29,620
M000236	SF	48,972
M000236	AP 1 P	79,868
M000236	AP 1 S	79,868
M000236	AP 2 P	35,957
M000236	AP 2 S	36,145
M000236	RD	28,107
M000236	PP 1 P	21,075
M000236	PP 1 S	21,147
M000236	BO 1 P	15,982
M000236	BO 1 S	17,112
M000236	BO 2 P	15,309
M000236	BO 2 S	16,996
M000236	ABO 1 P	14,985
M000236	ABO 1 S	18,457
M000236	ABO 2 P	14,715
M000236	ABO 2 S	14,490
M000236	PP 2 P	26,089
M000236	PP 2 S	26,881
M000236	BR P	20,621
M000236	BR S	22,185
M000236	NV P	19,102
M000236	NV S	21,347
M000236	CO P	14,455

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000236	CO S	10,363
M000236	RMT	8,800
M000236	PP 3 P	21,075
M000236	PP 3 S	21,147
M000236	FU	41,457

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000237	DB/BS 6 C	71,476
M000237	DB/BS 6 S	61,284
M000237	DB/BS 6 P	61,284
M000237	DB/BS 5 C	70,215
M000237	DB/BS 5 S	52,601
M000237	DB/BS 5 P	52,601
M000237	DB/BS 7 C	72,548
M000237	DB/BS 7 S	50,875
M000237	DB/BS 7 P	50,875
M000237	DB/BS 4 C	67,349
M000237	DB/BS 4 S	52,274
M000237	DB/BS 4 P	52,274
M000237	DB/BS 8 C	79,275
M000237	DB/BS 8 S	59,030
M000237	DB/BS 8 P	59,468
M000237	DB/BS 3 C	77,296
M000237	DB/BS 3 S	59,865
M000237	DB/BS 3 P	59,938
M000237	TB 6	78,321
M000237	DB/BS 2 C	64,281
M000237	DB/BS 2 S	50,605
M000237	DB/BS 2 P	50,605
M000237	TB 9	66,058
M000237	DB/BS 1 C	60,714
M000237	DB/BS 1 S	33,905
M000237	DB/BS 1 P	33,905
M000237	SS/UD 6 P	125,496
M000237	SS/UD 6 S	125,102
M000237	SS/UD 7 P	44,283
M000237	SS/UD 7 S	44,283
M000237	SS/UD 5 P	117,778
M000237	SS/UD 5 S	117,778
M000237	UD 6 C	52,590
M000237	TB 3	61,683
M000237	SS/UD 4 P	38,993
M000237	SS/UD 4 S	38,993
M000237	SS/UD 8 P	86,413
M000237	SS/UD 8 S	86,413
M000237	SS/UD 3 P	116,819
M000237	SS/UD 3 S	116,921
M000237	SS/UD 9 P	130,549
M000237	SS/UD 9 S	133,155
M000237	UD 3 C	39,956
M000237	UD 9 C	47,900
M000237	SS/UD 2 P	82,046
M000237	SS/UD 2 S	82,046
M000237	SS/UD 1 P	79,698
M000237	SS/UD 1 S	79,698
M000237	DB/BS 9 C	71,773

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000237	DB/BS 9 S	50,384
M000237	DB/BS 9 P	50,384
M000237	DB/BS 10 C	72,218
M000237	DB/BS 10 S	51,835
M000237	DB/BS 10 P	51,835
M000237	CH 4	24,079
M000237	CH 3	24,079
M000237	CH 2	24,079
M000237	DB/BS 11 C	67,927
M000237	DB/BS 11 P	49,285
M000237	DB/BS 11 S	49,285
M000237	DB/BS 12 C	57,139
M000237	DB/BS 12 S	24,789
M000237	DB/BS 12 P	24,789
M000237	SS/UD 10 P	47,297
M000237	SS/UD 10 S	47,297
M000237	TB 12	54,533
M000237	SS/UD 11 P	79,957
M000237	SS/UD 11 S	79,957
M000237	DB/BS 13 P	31,227
M000237	DB/BS 13 S	33,958
M000237	SS/UD 12 P	125,146
M000237	SS/UD 12 S	124,335
M000237	SS/UD 13 P	37,079
M000237	SS/UD 13 S	37,079
M000237	UD 12 C	49,621
M000237	SS/UD 14 P	82,926
M000237	SS/UD 14 S	82,926
M000237	CH 1	24,079
M000237	HT 2	55,230
M000237	HT 3	56,635
M000237	HT 4	55,769
M000237	SS/UD 15 P	54,829
M000237	SS/UD 15 S	54,829
M000237	Hatch Cover No. 1	140,000
M000237	Hatch Cover No. 2	160,000
M000237	Hatch Cover No. 3	160,000
M000237	Hatch Cover No. 4	160,000
M000237	Hatch Cover No. 5	160,000
M000237	UD 1 C	12,052
M000237	HT 5	55,744
M000237	UD 15 C	14,330
M000237	HT 1	56,197
M000237	FBC	42,207
M000237	FBB 1	10,833
M000237	FBB 2	17,662
M000237	FP 1A P	40,345
M000237	FP 1A S	40,345
M000237	FP 1B P	48,030

MILIK PERPUSTAKAAN ITS

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000237	FP 1B S	51,880
M000237	FP 2	33,873
M000237	FC 1 P	23,742
M000237	FC 1 S	25,044
M000237	FBU 1 P	0,940
M000237	FBU 1 S	0,940
M000237	FS 1A P	0,905
M000237	FS 1A S	0,905
M000237	FC 2	35,460
M000237	FBU 2	2,840
M000237	FMT	2,900
M000237	ADB 1 P	81,720
M000237	ADB 1 S	75,716
M000237	ADB 2	60,544
M000237	ASA 1 P	43,080
M000237	ASA 1 S	44,562
M000237	ASA 2 P	31,567
M000237	ASA 2 S	32,025
M000237	ASB 1 P	43,676
M000237	ASB 1 S	35,276
M000237	ASB 2 P	35,450
M000237	ASB 2 S	32,898
M000237	ASC 1 P	42,915
M000237	ASC 1 S	49,465
M000237	ASC 2 P	32,247
M000237	ASC 2 S	29,620
M000237	SF	48,972
M000237	AP 1 P	79,868
M000237	AP 1 S	79,868
M000237	AP 2 P	35,957
M000237	AP 2 S	36,145
M000237	RD	28,107
M000237	PP 1 P	21,075
M000237	PP 1 S	21,147
M000237	BO 1 P	15,982
M000237	BO 1 S	17,112
M000237	BO 2 P	15,309
M000237	BO 2 S	16,996
M000237	ABO 1 P	14,985
M000237	ABO 1 S	18,457
M000237	ABO 2 P	14,715
M000237	ABO 2 S	14,490
M000237	PP 2 P	26,089
M000237	PP 2 S	26,881
M000237	BR P	20,621
M000237	BR S	22,185
M000237	NV P	19,102
M000237	NV S	21,347
M000237	CO P	14,455

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000237	CO S	10,363
M000237	RMT	8,800
M000237	PP 3 P	21,075
M000237	PP 3 S	21,147
M000237	FU	41,457

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000229	DB/BS 6 C	71,476
M000229	DB/BS 6 S	61,284
M000229	DB/BS 6 P	61,284
M000229	DB/BS 5 C	70,215
M000229	DB/BS 5 S	52,601
M000229	DB/BS 5 P	52,601
M000229	DB/BS 7 C	72,548
M000229	DB/BS 7 S	50,875
M000229	DB/BS 7 P	50,875
M000229	DB/BS 4 C	67,349
M000229	DB/BS 4 S	52,274
M000229	DB/BS 4 P	52,274
M000229	DB/BS 8 C	79,275
M000229	DB/BS 8 S	59,030
M000229	DB/BS 8 P	59,468
M000229	DB/BS 3 C	77,296
M000229	DB/BS 3 S	59,865
M000229	DB/BS 3 P	59,938
M000229	TB 6	78,321
M000229	DB/BS 2 C	64,281
M000229	DB/BS 2 S	50,605
M000229	DB/BS 2 P	50,605
M000229	TB 9	66,058
M000229	DB/BS 1 C	60,714
M000229	DB/BS 1 S	33,905
M000229	DB/BS 1 P	33,905
M000229	SS/UD 6 P	125,496
M000229	SS/UD 6 S	125,102
M000229	SS/UD 7 P	44,283
M000229	SS/UD 7 S	44,283
M000229	SS/UD 5 P	117,778
M000229	SS/UD 5 S	117,778
M000229	UD 6 C	52,590
M000229	TB 3	61,683
M000229	SS/UD 4 P	38,993
M000229	SS/UD 4 S	38,993
M000229	SS/UD 8 P	86,413
M000229	SS/UD 8 S	86,413
M000229	SS/UD 3 P	116,819
M000229	SS/UD 3 S	116,921
M000229	SS/UD 9 P	130,549
M000229	SS/UD 9 S	133,155
M000229	UD 3 C	39,956
M000229	UD 9 C	47,900
M000229	SS/UD 2 P	82,046
M000229	SS/UD 2 S	82,046
M000229	SS/UD 1 P	79,698
M000229	SS/UD 1 S	79,698
M000229	DB/BS 9 C	71,773

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000229	DB/BS 9 S	50,384
M000229	DB/BS 9 P	50,384
M000229	DB/BS 10 C	72,218
M000229	DB/BS 10 S	51,835
M000229	DB/BS 10 P	51,835
M000229	CH 4	24,079
M000229	CH 3	24,079
M000229	CH 2	24,079
M000229	DB/BS 11 C	67,927
M000229	DB/BS 11 P	49,285
M000229	DB/BS 11 S	49,285
M000229	DB/BS 12 C	57,139
M000229	DB/BS 12 S	24,789
M000229	DB/BS 12 P	24,789
M000229	SS/UD 10 P	47,297
M000229	SS/UD 10 S	47,297
M000229	TB 12	54,533
M000229	SS/UD 11 P	79,957
M000229	SS/UD 11 S	79,957
M000229	DB/BS 13 P	31,227
M000229	DB/BS 13 S	33,958
M000229	SS/UD 12 P	125,146
M000229	SS/UD 12 S	124,335
M000229	SS/UD 13 P	37,079
M000229	SS/UD 13 S	37,079
M000229	UD 12 C	49,621
M000229	SS/UD 14 P	82,926
M000229	SS/UD 14 S	82,926
M000229	CH 1	24,079
M000229	HT 2	55,230
M000229	HT 3	56,635
M000229	HT 4	55,769
M000229	SS/UD 15 P	54,829
M000229	SS/UD 15 S	54,829
M000229	Hatch Cover No. 1	140,000
M000229	Hatch Cover No. 2	160,000
M000229	Hatch Cover No. 3	160,000
M000229	Hatch Cover No. 4	160,000
M000229	Hatch Cover No. 5	160,000
M000229	UD 1 C	12,052
M000229	HT 5	55,744
M000229	UD 15 C	14,330
M000229	HT 1	56,197
M000229	FBC	42,207
M000229	FBB 1	10,833
M000229	FBB 2	17,662
M000229	FP 1A P	40,345
M000229	FP 1A S	40,345
M000229	FP 1B P	48,030

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000229	FP 1B S	51,880
M000229	FP 2	33,873
M000229	FC 1 P	23,742
M000229	FC 1 S	25,044
M000229	FBU 1 P	0,940
M000229	FBU 1 S	0,940
M000229	FS 1A P	0,905
M000229	FS 1A S	0,905
M000229	FC 2	35,460
M000229	FBU 2	2,840
M000229	FMT	2,900
M000229	ADB 1 P	81,720
M000229	ADB 1 S	75,716
M000229	ADB 2	60,544
M000229	ASA 1 P	43,080
M000229	ASA 1 S	44,562
M000229	ASA 2 P	31,567
M000229	ASA 2 S	32,025
M000229	ASB 1 P	43,676
M000229	ASB 1 S	35,276
M000229	ASB 2 P	35,450
M000229	ASB 2 S	32,898
M000229	ASC 1 P	42,915
M000229	ASC 1 S	49,465
M000229	ASC 2 P	32,247
M000229	ASC 2 S	29,620
M000229	SF	48,972
M000229	AP 1 P	79,868
M000229	AP 1 S	79,868
M000229	AP 2 P	35,957
M000229	AP 2 S	36,145
M000229	RD	28,107
M000229	PP 1 P	21,075
M000229	PP 1 S	21,147
M000229	BO 1 P	15,982
M000229	BO 1 S	17,112
M000229	BO 2 P	15,309
M000229	BO 2 S	16,996
M000229	ABO 1 P	14,985
M000229	ABO 1 S	18,457
M000229	ABO 2 P	14,715
M000229	ABO 2 S	14,490
M000229	PP 2 P	26,089
M000229	PP 2 S	26,881
M000229	BR P	20,621
M000229	BR S	22,185
M000229	NV P	19,102
M000229	NV S	21,347
M000229	CO P	14,455

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000229	CO S	10,363
M000229	RMT	8,800
M000229	PP 3 P	21,075
M000229	PP 3 S	21,147
M000229	FU	41,457

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000230	DB/BS 6 C	71,476
M000230	DB/BS 6 S	61,284
M000230	DB/BS 6 P	61,284
M000230	DB/BS 5 C	70,215
M000230	DB/BS 5 S	52,601
M000230	DB/BS 5 P	52,601
M000230	DB/BS 7 C	72,548
M000230	DB/BS 7 S	50,875
M000230	DB/BS 7 P	50,875
M000230	DB/BS 4 C	67,349
M000230	DB/BS 4 S	52,274
M000230	DB/BS 4 P	52,274
M000230	DB/BS 8 C	79,275
M000230	DB/BS 8 S	59,030
M000230	DB/BS 8 P	59,468
M000230	DB/BS 3 C	77,296
M000230	DB/BS 3 S	59,865
M000230	DB/BS 3 P	59,938
M000230	TB 6	78,321
M000230	DB/BS 2 C	64,281
M000230	DB/BS 2 S	50,605
M000230	DB/BS 2 P	50,605
M000230	TB 9	66,058
M000230	DB/BS 1 C	60,714
M000230	DB/BS 1 S	33,905
M000230	DB/BS 1 P	33,905
M000230	SS/UD 6 P	125,496
M000230	SS/UD 6 S	125,102
M000230	SS/UD 7 P	44,283
M000230	SS/UD 7 S	44,283
M000230	SS/UD 5 P	117,778
M000230	SS/UD 5 S	117,778
M000230	UD 6 C	52,590
M000230	TB 3	61,683
M000230	SS/UD 4 P	38,993
M000230	SS/UD 4 S	38,993
M000230	SS/UD 8 P	86,413
M000230	SS/UD 8 S	86,413
M000230	SS/UD 3 P	116,819
M000230	SS/UD 3 S	116,921
M000230	SS/UD 9 P	130,549
M000230	SS/UD 9 S	133,155
M000230	UD 3 C	39,956
M000230	UD 9 C	47,900
M000230	SS/UD 2 P	82,046
M000230	SS/UD 2 S	82,046
M000230	SS/UD 1 P	79,698
M000230	SS/UD 1 S	79,698
M000230	DB/BS 9 C	71,773

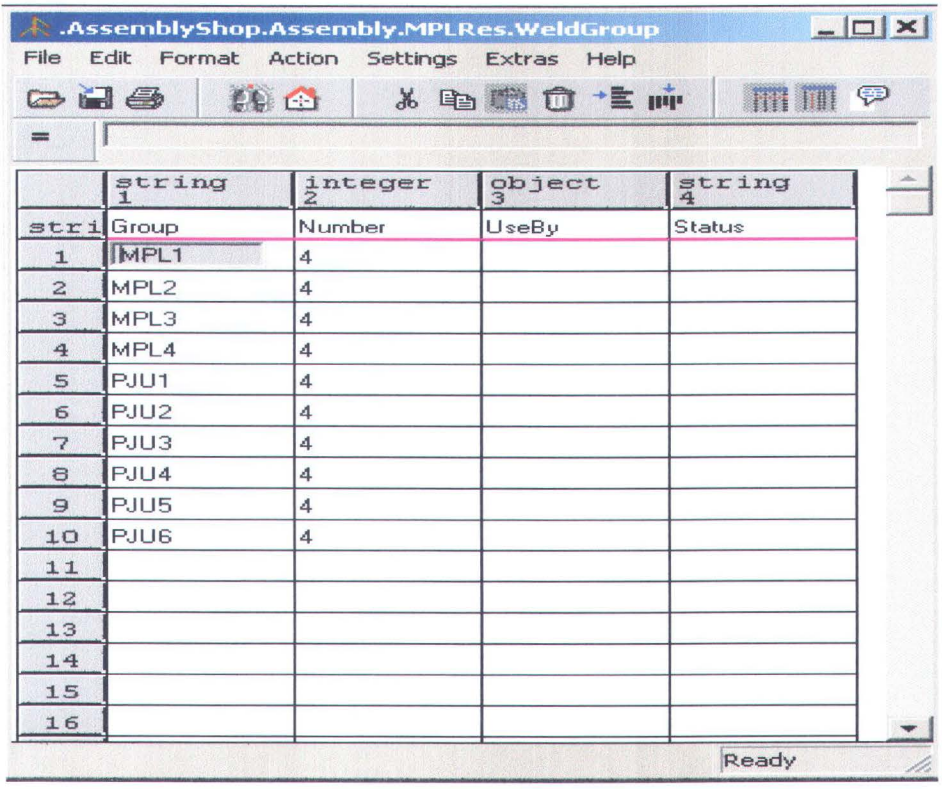
No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000230	DB/BS 9 S	50,384
M000230	DB/BS 9 P	50,384
M000230	DB/BS 10 C	72,218
M000230	DB/BS 10 S	51,835
M000230	DB/BS 10 P	51,835
M000230	CH 4	24,079
M000230	CH 3	24,079
M000230	CH 2	24,079
M000230	DB/BS 11 C	67,927
M000230	DB/BS 11 P	49,285
M000230	DB/BS 11 S	49,285
M000230	DB/BS 12 C	57,139
M000230	DB/BS 12 S	24,789
M000230	DB/BS 12 P	24,789
M000230	SS/UD 10 P	47,297
M000230	SS/UD 10 S	47,297
M000230	TB 12	54,533
M000230	SS/UD 11 P	79,957
M000230	SS/UD 11 S	79,957
M000230	DB/BS 13 P	31,227
M000230	DB/BS 13 S	33,958
M000230	SS/UD 12 P	125,146
M000230	SS/UD 12 S	124,335
M000230	SS/UD 13 P	37,079
M000230	SS/UD 13 S	37,079
M000230	UD 12 C	49,621
M000230	SS/UD 14 P	82,926
M000230	SS/UD 14 S	82,926
M000230	CH 1	24,079
M000230	HT 2	55,230
M000230	HT 3	56,635
M000230	HT 4	55,769
M000230	SS/UD 15 P	54,829
M000230	SS/UD 15 S	54,829
M000230	Hatch Cover No. 1	140,000
M000230	Hatch Cover No. 2	160,000
M000230	Hatch Cover No. 3	160,000
M000230	Hatch Cover No. 4	160,000
M000230	Hatch Cover No. 5	160,000
M000230	UD 1 C	12,052
M000230	HT 5	55,744
M000230	UD 15 C	14,330
M000230	HT 1	56,197
M000230	FBC	42,207
M000230	FBB 1	10,833
M000230	FBB 2	17,662
M000230	FP 1A P	40,345
M000230	FP 1A S	40,345
M000230	FP 1B P	48,030

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000230	FP 1B S	51,880
M000230	FP 2	33,873
M000230	FC 1 P	23,742
M000230	FC 1 S	25,044
M000230	FBU 1 P	0,940
M000230	FBU 1 S	0,940
M000230	FS 1A P	0,905
M000230	FS 1A S	0,905
M000230	FC 2	35,460
M000230	FBU 2	2,840
M000230	FMT	2,900
M000230	ADB 1 P	81,720
M000230	ADB 1 S	75,716
M000230	ADB 2	60,544
M000230	ASA 1 P	43,080
M000230	ASA 1 S	44,562
M000230	ASA 2 P	31,567
M000230	ASA 2 S	32,025
M000230	ASB 1 P	43,676
M000230	ASB 1 S	35,276
M000230	ASB 2 P	35,450
M000230	ASB 2 S	32,898
M000230	ASC 1 P	42,915
M000230	ASC 1 S	49,465
M000230	ASC 2 P	32,247
M000230	ASC 2 S	29,620
M000230	SF	48,972
M000230	AP 1 P	79,868
M000230	AP 1 S	79,868
M000230	AP 2 P	35,957
M000230	AP 2 S	36,145
M000230	RD	28,107
M000230	PP 1 P	21,075
M000230	PP 1 S	21,147
M000230	BO 1 P	15,982
M000230	BO 1 S	17,112
M000230	BO 2 P	15,309
M000230	BO 2 S	16,996
M000230	ABO 1 P	14,985
M000230	ABO 1 S	18,457
M000230	ABO 2 P	14,715
M000230	ABO 2 S	14,490
M000230	PP 2 P	26,089
M000230	PP 2 S	26,881
M000230	BR P	20,621
M000230	BR S	22,185
M000230	NV P	19,102
M000230	NV S	21,347
M000230	CO P	14,455

No Kapal	Block	Berat (Ton)
M000230	CO S	10,363
M000230	RMT	8,800
M000230	PP 3 P	21,075
M000230	PP 3 S	21,147
M000230	FU	41,457

PIRAN 4

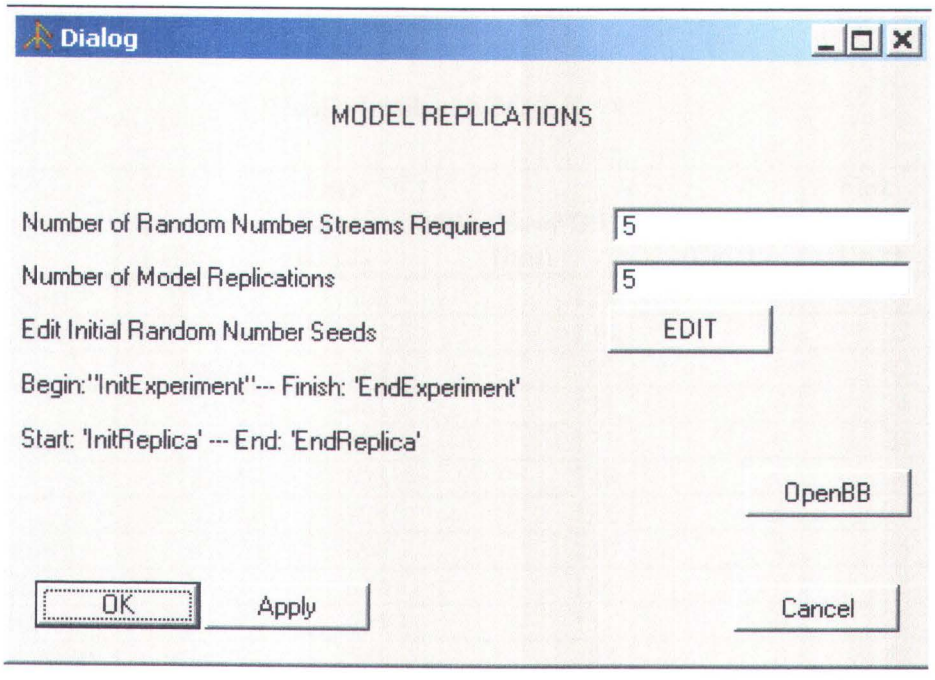
Tampilan Menu Program *Worker*



	string 1	integer 2	object 3	string 4
stri	Group	Number	UseBy	Status
1	MPL1	4		
2	MPL2	4		
3	MPL3	4		
4	MPL4	4		
5	PJU1	4		
6	PJU2	4		
7	PJU3	4		
8	PJU4	4		
9	PJU5	4		
10	PJU6	4		
11				
12				
13				
14				
15				
16				

LAMPIRAN 5

Tampilan menu program Replikasi



Output Minitab 13 (One Way ANOVA)

One-way ANOVA: Lateblock versus Overtime

```
Analysis of Variance for Latebloc
Source      DF        SS        MS        F        P
Overtime     2     42365     21182     1.18    0.333
Error       15    268259     17884
Total       17    310624

                                    Individual 95% CIs For Mean
                                    Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev  ----+---------+---------+---------+--
0           6     590.5      90.6            (-----------*-----------)
5           6     480.3     171.5             (-----------*-----------)
0           6     574.0     126.7            (----------*-----------)
                                   ----+---------+---------+---------+--
Pooled StDev =    133.7             400       500       600       700
```

One-way ANOVA: Lateblock versus Run_satsun

```
Analysis of Variance for Latebloc
Source      DF        SS        MS        F        P
Run_sats     2      7780      3890     0.19    0.827
Error       15    302844     20190
Total       17    310624

                                    Individual 95% CIs For Mean
                                    Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev  -+---------+---------+---------+-----
satsun      6     570.8     115.1         (-----------*-----------)
t           6     553.3     144.8         (-----------*-----------)
tsun        6     520.7     162.3         (-----------*-----------)
                                   -+---------+---------+---------+-----
Pooled StDev =    142.1            400       500       600       700
```

One-way ANOVA: Lateblock versus Shift

```
Analysis of Variance for Latebloc
Source      DF        SS        MS        F        P
Shift        1    216701    216701    36.92    0.000
Error       16     93922      5870
Total       17    310624

                                    Individual 95% CIs For Mean
                                    Based on Pooled StDev
Level       N      Mean     StDev  --+---------+---------+---------+----
Shift       9    658.00     41.41                        (-----*-----)
Shift2      9    438.56    100.13  (-----*-----)
                                   --+---------+---------+---------+----
Pooled StDev =    76.62            400       500       600       700
```

ıpiran 8

Tabel Distribusi F untuk $\alpha = 0.05$

	Derajat bebas pembilang (v_1)																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1 4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.95	1.92	1.87	1.81
4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.55	1.43	1.35	1.25
3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

$F_{0.95;\, v_1,\, v_2} = 1/F_{0.05;\, v_2,\, v_1}$.