

A3392/H 111



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



RSPE
623.810 6J
Jan
a-1
2010

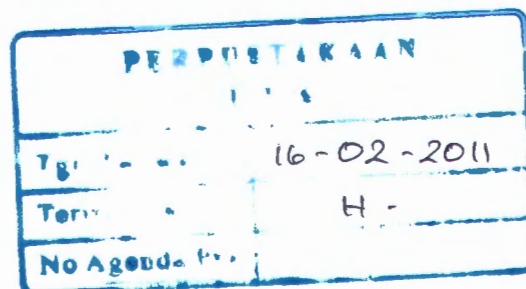
TUGAS AKHIR - MN 091382

ANALISIS WAKTU DAN BIAYA PENYELESAIAN PRODUKSI KAPAL AKIBAT KETIDAKSESUAIAN GAP DAN MISALIGNMENT BLOK PADA TAHAP EREKTION

JANSUMARNO
N.R.P. 4103 100 047

Dosen Pembimbing
Ir. Heri Supomo, MSc.

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2010





ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - MN091382

THE ANALYSIS OF TIME AND EXPENSE IN PROCESS TO COMPLETELY THE SHIP PRODUCTION COUSE GAP AND MISALIGNMENT BLOCK IN STAGE OF ERECTION

Jansumarno
N.R.P. 4103 100 047

Supervisor
Ir. Heri Supomo, MSc.

Naval Architecture
Ocean Technology Faculty
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2010

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS WAKTU DAN BIAYA PENYELESAIAN PRODUKSI KAPAL AKIBAT KETIDAKSESUAIAN GAP DAN MISALIGNMENT BLOK PADA TAHAP EREKTION

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Produksi Perkapalan
Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

JANSUMARNO
N.R.P. 4103 100 047

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Heri Supomo, MSc.



SURABAYA, JULI 2010

LEMBAR REVISI

ANALISIS WAKTU DAN BIAYA PENYELESAIAN PRODUKSI KAPAL AKIBAT KETIDAKSESUAIAN GAP DAN MISALIGNMENT BLOK PADA TAHAP EREKTION

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir
Tanggal 06 April 2010

Bidang Produksi Perkapalan
Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

JANSUMARNO
N.R.P. 4103 100 047

Disetujui oleh :
Dosen Penguji Tugas Akhir :

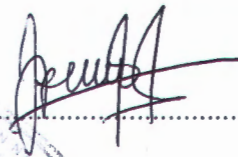
Ir. Soejitno



Ir. Triwilaswandio, MSc.

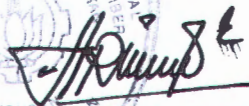
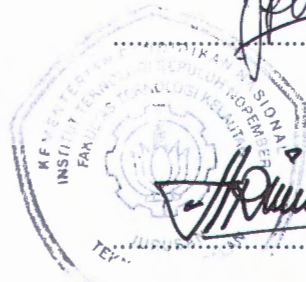


Sri Rejeki Wahyu Pribadi, ST, MT.



Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Heri Supomo, MSc.



SURABAYA, JULI 2010

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS WAKTU DAN BIAYA PENYELESAIAN PRODUKSI KAPAL AKIBAT KETIDAKSESUAIAN GAP DAN MISALIGNMENT BLOK PADA TAHAP EREKTION

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Produksi Perkapalan
Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

JANSUMARNO
N.R.P. 4103 100 047

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Heri Supomo, MSc.

SURABAYA, JULI 2010

ANALISIS WAKTU DAN BIAYA PENYELESAIAN PRODUKSI KAPAL AKIBAT KETIDAKSESUAIAN GAP DAN MISALIGNMENT BLOK PADA TAHAP EREKTION

Nama Mahasiswa : JANSUMARNO
NRP : 4103 100 047
Jurusan : Teknik Perkapalan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Heri Supomo, MSc.

ABSTRAK

Pada tahap penyambungan *block* atau *erection* pada *building berth* (landasan peluncuran) kapal LPD 125 di PT PAL Surabaya divisi Kapal Perang masih banyak sekali terjadi kesalahan teknis antara lain Misalignment dan *Gap*. Karena adanya kesalahan-kesalahan teknis tersebut maka diperlukan perbaikan, sehingga proses produksi menjadi terhambat dan mengeluarkan tambahan biaya untuk penyelesaiannya. Dalam Tugas akhir ini dilakukan penelitian mengenai waktu perbaikan blok, kebutuhan JO setiap kesalahan teknis dan besarnya biaya yang diperlukan untuk memperbaiki kesalahan teknis yang terjadi. Proses perhitungan dilakukan dengan membagi blok kapal menjadi tiga bagian yaitu penyambungan blok pada bagian bottom, lambung dan bagian deck. Hasil dari tugas akhir dapat disimpulkan bahwa terdapat kesalahan teknis yang terjadi di *building berth* antara lain *Gap*, *Misalignment*. Banyak ketidaksesuain gap yang terjadi adalah 150 kesalahan pada join blok di bottom, 166 spot pada join blok di lambung dan 159 spot pada join blok di deck kapal. Banyak misalignment yang terjadi adalah 150 pada joint blok bagian bottom, 187 spot pada joint blok bagian lambung dan 174 spot pada joint blok bagian deck. Biaya yang dikeluarkan berbeda-beda sebanding dengan banyak kesalahan teknis. Pada perbaikan blok di bottom diperlukan biaya Rp. 12.560.277,6 untuk 2080,8 JO, perbaikan blok di lambung Rp. 14.168.978,3 untuk 2348,9 JO, perbaikan di deck diperlukan Rp. 12.430.268 untuk 2058,6 JO. Hasil Regresi untuk memperkirakan kebutuhan JO berdasarkan banyaknya *ketidaksesuain gap*(X_1) dan *misalignment*(Z_1) adalah : *Bagian Lambung Kapal* (Total JO = $4.29 + 5.58 X_1$, Total JO = $0.73 + 6.76 Z_1$), *Bagian Bottom Kapal* (Total JO = $4.10 + 5.45 X_1$, Total JO = $-0.95 + 7.85 Z_1$), *Bagian Deck Kapal* (Total JO = $0.43 + 5.66 X_1$, Total JO = $-0.60 + 6.69 Z_1$)

Kata kunci : *Building Berth, Block, Erection, Ketidaksesuain Gap, Misalignment.*

THE ANALYSIS OF TIME AND EXPENSE IN PROCESS TO COMPLETELY THE SHIP PRODUCTION COUSE GAP AND MISALIGNMENT BLOCK IN STAGE OF ERECTION

Student Name : JANSUMARNO
ID.No : 4103 100 047
Departement : Naval Architecture, Ocean Technology Faculty, Institute of Technology Sepuluh Nopember
Supervisor : Ir. Heri Supomo, MSc.

ABSTRACT

In stage of continue block or erection at building berth (launching base) ship of Type Supervisor 125 at PT PAL Surabaya Shipyard still a lot of happened technical mistake for example *Misalignment* and gap. Because there some mistake, it need to repair so that production process become pursued and the expense addition for the solution. In this final project done research of concerning factors causing the happening of technical mistake, steps done a repair and level of expense which is needed to repair the technical mistake that happened. Result from inferential this final project, can be sonclusion that threere are some technical mistake that happened at *building berth* namely *gap*, *Misalignment* there inconvenient gap happen that achived 150 mistaken with join blok at bottom, 166 mistaken with join blok at side and 159 mistaken with join blok at deck form the ship. Many misalignment that happen namely joint blok part of bottom 150 spot, joint blok part of side 187 spot and joint blok part of deck 174 spot. The expense that expent namely variation but they are equal with all technical mistake. To fix a part of buttom need expense Rp. 12.560.277,6 to 2080,8 JO , To fix a part of side need expense Rp. 14.168.978,3 to 2348,9 JO, To fix a part of deck need expense Rp. 12.430.268 to 2058,6 JO. The result of regression can guess to fulfill that JO needed bases of many inconvenient for *gap* (X_1) and *misalignment* (Z_1) namely : part of *The ship side* (Total JO = $4.29 + 5.58 X_1$, Total JO = $0.73 + 6.76 Z_1$), the part of *the ship buttom* (Total JO = $4.10 + 5.45 X_1$, Total JO = $-0.95 + 7.85 Z_1$), and part of *the ship deck* (Total JO = $0.43 + 5.66 X_1$, Total JO = $-0.60 + 6.69 Z_1$)

Key word : *Building Berth, Block, Erection, Inconvenient of Gap, Misalignment.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan jenjang pendidikan Strata-1 (S1) di Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan ucapan terima kasih kepada :

1. Tuhan yang telah memberi kekuatan dan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dariamen Purba dan Ibu Lerni Saragih, kedua orang tua saya yang sangat saya cintai, terima kasih atas kasih sayang dan doa yang selalu diberikan kepada penulis selama ini.
3. Adik-adik saya, Srimasna Uli. dan Sarmayanti. atas dukungannya selama ini.
4. Bapak Ir. Triwilaswandio, MSc., selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan – FTK – ITS.
5. Bapak Ir. Heri Supomo, MSc., selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Budie Santosa M.T, selaku Dosen Wali yang selalu memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis selama masa kuliah.
7. Pak Amin dan Pak Fiqi, selaku QA di PT PAL Surabaya, yang telah memberikan saran-saran selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Mahendra P43 atas bantuannya dalam pengambilan data. *Thank's a lot 'Bro.*
9. Nalini 'My_Tha', terima kasih atas inspirasi, semangat dan doa yang diberikan kepada penulis selama ini.
10. Teman-teman di B6 Community, P_We, Dum-dum, Sigro, Pak Gie, Sinyo, Kribo, Arif, Topan, Echin, Si Mmbud, MissBand, Ari dan Andra. *Let's shake the world guys!*
11. Teman-teman seangkatan P43, semoga persaudaraan kita akan langgeng selamanya. *Vivat KK_P43 !!!*
12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Harapan penulis semoga apa yang telah disampaikan dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2010

Penulis

DAFTAR ISI

Judul	
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Manfaat Penulisan	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Hipotesa	3
1.7 Sistematika Tugas Akhir.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Proses Produksi Kapal.....	5
2.1.1 Produksi Secara Umum.....	5
2.1.2 Tahapan Proses Pembangunan Kapal.....	6
2.1.3 Metode Pembangunan Kapal.....	10
2.2 Tinjauan Jam Orang (JO).....	13
2.3 Sarana Pokok dan Sarana Penunjang Galangan.....	16
2.3.1 Sarana Pokok.....	16
2.3.2 Sarana Penunjang.....	17
2.4 Ketidaksesuaian Gap dan Misalignment	18
2.4.1 Definisi.....	18
2.4.2 Standarisasi Penyambungan Blok.....	21
2.4.3 Perbaikan Blok Kapal Akibat Gap dan Misalignment.....	22
2.5 Perkiraan Biaya Perbaikan Blok Kapal Akibat Kesalahan Teknis.....	26
2.5.1 Pengertian Biaya Produksi.....	26
2.5.2 Komponen-komponen Biaya Dasar Pada Proses Produksi.....	27
2.6 Penerapan Regresi Linier Berganda Untuk Memperkirakan Biaya Perbaikan Blok Kapal.....	30
2.6.1 Umum.....	30
2.6.2 Bentuk Persamaan Regresi Ganda.....	31
2.6.3 Hubungan Antar Variabel.....	31
2.6.4 Penerapan Regresi Ganda Linier.....	32

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian.....	35
3.1.1 Latar Belakang.....	35
3.1.2 Perumusan Masalah.....	35
3.1.3 Proses Pengumpulan Data.....	35
3.1.4 Analisa Ekonomis.....	36
3.1.5 Penerapan Regresi Ganda Linier.....	36
3.1.6 Kesimpulan.....	36
3.1.7 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	38

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum PT. PAL Indonesia.....	39
4.2 Divisi Kapal Perang.....	39
4.3 Fasilitas yang Ada di Departemen <i>Hull Construction</i> Divisi Kapal Perang...	40
4.4 Ukuran Utama Kapal.....	43
4.5 Perhitungan Jam Kerja.....	44
4.6 Perhitungan Produktivitas pekerja.....	44
4.7 Metode Pembangunan.....	45
4.7.1 Perbaikan Sambungan Pada Blok Berbentuk Kurve.....	45
4.7.2 Perbaikan Sambungan Pada blok Berbentuk Flat.....	48
4.8 Perhitungan Biaya Perbaikan Sambungan Blok.....	51

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Penerapan Regresi Linier Berganda.....	59
5.2 Penentuan Variabel.....	59
5.3 Perkiraan Biaya Dengan Menggunakan Regresi Linier Berganda.....	60
5.3.1 Kesalahan Teknis Akibat Ketidakesesuaian Gap.....	60
5.3.1.1 Blok Berbentuk Flat.....	60
5.3.1.2 Blok Berbentuk Kurve.....	64
5.3.2 Kesalahan Akibat Misalignment.....	68
5.3.2.1 Blok Berbentuk Flat.....	68
5.3.2.2 Blok Berbentuk Kurve.....	73
5.4 Hasil Regresi Gabungan.....	77
5.5 Analisis Biaya Tenaga Kerja.....	81
5.6 Analisis Biaya Konsumeble.....	82

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	85
6.2 Saran.....	86

DAFTAR PUSTAKA
BIODATA PENULIS
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Fasilitas Pada Gudang Penyimpanan.....	41
Tabel 4.2 Fasilitas Pada Bengkel Fabrikasi	41
Tabel 4.3 Jumlah Mis dan Ketidaksesuaian Gap Pada Blok Berbentuk Kurve.....	46
Tabel 4.4 Jumlah Mis dan Ketidaksesuaian Gap Pada Blok Berbentuk Flat	49
Tabel 4.5 Data Ketidaksesuaian Gap Pada Blok Berbentuk Flat	52
Tabel 4.6 Data Ketidaksesuaian Gap Pada Blok Berbentuk Kurve.....	53
Tabel 4.7 Data Misalignment Pada Blok Berbentuk Flat	55
Tabel 4.8 Data Misalignment Pada Blok Berbentuk Kurve	56
Tabel 5.1 Variabel Ketidaksesuaian Gap Pada Blok Berbentuk Flat	60
Tabel 5.2 Uji Korelasi.....	61
Tabel 5.3 Model Regresi JO vs Gap dan Panjang Gap.....	62
Tabel 5.4 Model Regresi Waktu vs Gap dan Panjang Gap	63
Tabel 5.5 Variabel Ketidaksesuaian Gap Pada Blok Berbentuk Kurve	64
Tabel 5.6 Uji Korelasi.....	65
Tabel 5.7 Model Regresi JO vs Panjang Gap dan Gap.....	66
Tabel 5.8 Model Regresi Waktu vs Gap dan Panjang Gap	67
Tabel 5.9 Variabel Misalignment Pada Blok Berbentuk Flat.....	68
Tabel 5.10 Uji Korelasi.....	69
Tabel 5.11 Model Regresi JO vs Lebar Mis dan Panjang Mis	70
Tabel 5.12 Model Regresi Waktu vs Panjang Mis dan Lebar Mis	72
Tabel 5.13 Variabel Misalignment Pada Blok Berbentuk Kurve	73
Tabel 5.14 Uji Korelasi.....	74
Tabel 5.15 Model Regresi JO vs Panjang Mis dan Lebar Mis	75
Tabel 5.16 Model Regresi Waktu vs Panjang Mis dan Lebar Mis	76
Tabel 5.17 Perbandingan Hasil Persamaan Regresi dengan Data Primer	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komponen Product-Oriented Work Breakdown Structure.....	12
Gambar 2.2 Sambungan Butt dengan Gapnya.....	19
Gambar 2.3 Penambahan/penyisipan pelat.....	20
Gambar 2.4 Terjadinya Misalignment.....	20
Gambar 2.5 Standar terjadinya Alignment.....	21
Gambar 2.6 Pengganti/penyisipan pelat.....	22
Gambar 2.7 Sudut yang digunakan untuk bevel.....	23
Gambar 2.8 Terjadinya gap pada sambungan block.....	24
Gambar 2.9 Pemotongan pelat yang berlebih.....	26
Gambar 2.10Aturan pelat yang Alignment dengan butt weld.....	26
Gambar 2.11Uraian komponen biaya material.....	28
Gambar 2.12Uraian tentang Komponen Biaya Tenaga Kerja Langsung.....	29
Gambar 3.1 <i>Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir</i>	38
Gambar 4.1 Jumlah Misalignment dan ketidaksesuaian Gap pada Blok Berbentuk Kurve.....	48
Gambar 4.2 Jumlah Misalignment dan ketidaksesuaian Gap pada Blok Berbentuk Flat.....	51
Gambar 5.1 Grafik Hubungan JO dengan Gap untuk Blok Berbentuk Flat.....	79
Gambar 5.2 Grafik Hubungan JO dengan Misalignment untuk Blok Berbentuk Flat.....	79
Gambar 5.3 Grafik Hubungan JO dengan Gap untuk Blok Berbentuk Kurve.....	80
Gambar 5.4 Grafik Hubungan JO dengan Misalignment untuk Blok Berbentuk Kurve.....	80

Bab I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan teknologi produksi kapal mengharuskan setiap galangan untuk mengevaluasi sistem yang digunakan. Galangan kapal Eropa dan Jepang pada umumnya telah melakukan evolusi teknologi pembangunan kapal. Evolusi teknologi yang dimaksud adalah perubahan sistem pembangunan kapal dari *conventional hull construction* menjadi *hull blok construction*. Maksud pembangunan kapal dengan sistem blok adalah melaksanakan lebih awal pada tahap assembly dengan merakit/menggabung terlebih dahulu sampai dengan pengelasan pada pelataran assembly untuk mengurangi jumlah pekerjaan di dalam dock atau diatas bert. Oleh karena itu, bagian utama dari pekerjaan lambung bisa dikatakan sebagai prosedur assembly daripada erektion di dock atau bert. Peralatan/fasilitas utama adalah crane, skid slab (pelataran assembly) dan peralatan pengelasan.

Pembagian lambung kapal menjadi beberapa blok merupakan kebijakan pembangunan yang dijadikan dasar untuk pembangunan dengan sistem blok. Pembagian blok kapal ini menjadi beberapa bagian besar disebut *blok division*. Metode pembagian blok untuk pembangunan kapal harus optimal sesuai dengan kondisi galangan. Penerapan sistem blok pada produksi kapal memungkinkan pembuatan bagian-bagian konstruksi kapal dapat dilakukan secara bersamaan tanpa harus menunggu pekerjaan lainnya. Dengan menggunakan sistem blok pada pembangunan kapal akan mengurangi lamanya waktu pembangunan.

Terlepas dari keuntungan yang diperoleh, penggunaan sistem blok pada pembangunan kapal memerlukan kontrol yang sangat ketat. Hal ini dimaksudkan agar pada saat penyambungan blok-blok tidak terjadi kesalahan teknis. Kesalahan teknis yang dimaksud yaitu ketidaksesuaian gap, ketidaklurusan sambungan (*misalignment*) dan terjadinya deformasi pada blok yang akan disambung. Walaupun demikian pada saat dilapangan masih sering ditemukan blok-blok yang tidak dapat langsung disambung akibat gap-gap yang terjadi belum memenuhi toleransi yang disyaratkan. Blok-blok yang mengalami kesalahan teknis memerlukan perbaikan agar dapat disambung. Hal ini akan memperlambat waktu pembangunan dan menambah biaya produksi. Analisa kerugian waktu dan biaya produksi dari setiap penyambungan blok yang mengalami kesalahan teknis dapat digunakan pihak galangan dalam mengambil kebijakan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa banyak jam orang (JO) dan waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan agar blok dapat disambung?
2. Bagaimana hubungan antara variable-variabel volume blok , jam orang, jumlah misalignment, jumlah ketidaksesuaian gap pada blok yang akan disambung terhadap kebutuhan JO?
3. Bagaimana perbandingan hasil perhitungan menggunakan fungsi yang diperoleh dengan keadaan dilapangan?

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan kerugian waktu dan biaya perbaikan blok kapal.
2. Membuat grafik hubungan antara jam orang terhadap besar volume blok yang disambung dan hubungan JO dengan banyak kesalahan teknis yang terjadi.
3. Mendapatkan persamaan fungsi jam orang terhadap jumlah ketidaksesuaian gap dan misalignment yang terjadi pada blok.

1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan masukan terhadap galangan kapal sebagai pertimbangan dalam menentukan biaya produksi dan durasi pembangunan kapal sehingga pada saat pengadaan tender pihak galangan tidak mengalami kerugian
2. Fungsi yang dihasilkan dapat digunakan untuk menghitung perkiraan awal kebutuhan jam orang untuk setiap blok yang membutuhkan pekerjaan ulang.

1.5 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi pelaksanaan pembangunan baru suatu kapal dan karena adanya keterbatasan-keterbatasan dalam penyelesaian tugas akhir ini, maka diperlukan pembatasan masalah agar penulisan tugas akhir ini menjadi terarah dan jelas. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Pembahasan hanya pada pembangunan badan kapal (*hull construction*) saja. Tidak termasuk instalasi permesinan dan pembuatan bangunan atas kapal.

2. Tidak membahas proses pengawasan yang berkaitan dengan pihak *quality assurance* dan *quality control* dalam proses pembangunan
3. Peralatan kerja dan bengkel kerja yang dipergunakan untuk melakukan pembangunan adalah peralatan dan bengkel yang tersedia dan dimiliki oleh galangan kapal di PT. PAL SURABAYA.
4. Jam kerja dan tarif per jam orang adalah sesuai dengan yang berlaku di galangan PT. PAL Surabaya
5. Analisa data menggunakan sofware Minitab
6. Hanya memperhitungkan waktu dan biaya tenaga kerja langsung dalam proses pembangunan kapal. Biaya yang timbul akibat penggunaan material, mesin-mesin dan biaya listrik tidak diperhitungkan.
7. Data-data yang akan digunakan adalah dari hasil survey di lapangan dan data-data dari pihak terkait di PT. PAL Surabaya.

1.6 Hipotesa

Melalui pembuatan fungsi ini akan memberikan solusi yang tepat bagi galangan tentang bagaimana menghitung waktu dan biaya produksi apabila terjadi ketidaksesuaian gap ataupun misalignment sehingga galangan dapat mempercepat pembangunan kapal dan mengetahui kebutuhan biaya tenaga kerja langsung yang terlibat dalam pembangunan tersebut.

1.7 Sistematika Tugas Akhir

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini memberikan uraian tentang latar belakang masalah, perumusan masalah yang akan diselesaikan, tujuan dan manfaat penulisan, batasan masalah, hipotesa dan sistematika penulisan laporan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan penjelasan mengenai dasar-dasar teori yang berhubungan dengan proses produksi kapal, penggunaan jam orang dan jam mesin, sarana pokok dan sarana penunjang suatu galangan untuk mendukung produksi serta uraian tentang prosedur pengelasan blok hingga analisa mengenai waktu dan biaya. Cara yang dilakukan adalah dengan menyadur poin-poin penting yang berkaitan dengan hal-hal tersebut di atas.

BAB III. METODOLOGI PENULISAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam mengerjakan tugas akhir ini yang digambarkan dalam diagram alir (*flowchart*) penelitian. Tahapan yang dimaksud adalah urutan penelitian dari penentuan latar belakang masalah, studi kepustakaan, pengumpulan data, analisa data dan pembahasan hingga pada akhirnya akan didapatkan suatu kesimpulan.

BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pembahasan dan uraian mengenai analisa waktu dan biaya yaitu mendapatkan suatu fungsi yang nantinya dapat digunakan untuk menghitung besar kebutuhan jam orang dan waktu berdasarkan jumlah ketidaksesuaian gap dan misalignment yang terjadi pada sambungn blok.

BAB V. PERKIRAAN BIAAYA PERBAIKAN KAPAL

Bab ini berisikan analisa regresi untuk membuat model perhitungan biaya dan waktu akibat pengaruh variable-variabel kesalahan teknis.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil analisa yang dilakukan serta pemberian saran-saran, baik untuk peningkatan kinerja perusahaan maupun untuk penelitian selanjutnya.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Produksi Kapal

2.1.1 Produksi Secara Umum

Produksi adalah segala kegiatan dalam menciptakan dan menambah faedah suatu barang atau jasa. Manfaat dalam hal ini dapat terdiri dari beberapa macam, misalnya : faedah waktu, faedah tempat, faedah bentuk serta kombinasi dari faedah-faedah tersebut.

Secara umum fungsi produksi adalah bertanggung jawab atas pengolahan bahan mentah menjadi bahan jadi yang akan memberikan hasil pendapatan bagi perusahaan. Untuk melaksanakan fungsi ini diperlukan serangkaian kegiatan yang merupakan subsistem, ada empat kegiatan utama dalam produksi yaitu :

1. Proses (*process*) yang artinya sebagai metode atau teknik yang digunakan untuk mengolah bahan.
2. Jasa (*service*) yang merupakan pengorganisasian untuk menetapkan teknik-teknik sehingga proses-proses dapat digunakan secara efektif.
3. Perencanaan (*planning*) merupakan hubungan dari organisasi dan kegiatan produksi untuk jangka waktu tertentu.
4. Pengawasan (*control*) untuk jaminan bahwa maksud dan tujuan mengenai penggunaan bahan dan sumberdaya pada kenyataan dilaksanakan.

Industri galangan kapal adalah suatu industri yang bersifat *project oriented*, artinya galangan hanya akan memproduksi jika ada proyek tertentu seperti pembangunan kapal baru maupun reparasi kapal. Agar suatu proyek dapat terlaksana sesuai keinginan pemesan (*owner*), maka perlu diadakan perencanaan dan penjadwalan produksi. Perencanaan produksi yaitu suatu perencanaan dan pengorganisasian mengenai tenaga kerja, material, mesin-mesin, peralatan dan biaya yang diperlukan pada suatu periode tertentu disaat yang akan datang sesuai dengan yang direncanakan (*Andjar dan Soejitno, 1996*). Oleh karena itu dapat dikatakan, bahwa perencanaan produksi sangat erat kaitannya dengan penjadwalan (*scheduling*). Apabila diperhatikan, semua perusahaan dari berbagai tingkat dan jenisnya termasuk industri galangan kapal mempunyai tujuan secara garis besar sebagai berikut :

1. Perusahaan dapat memproduksi dengan baik dan dapat memenuhi target kualitas dan waktu penyelesaian sesuai dengan yang telah direncanakan.

2. Perusahaan dapat berproduksi dengan ekonomis, agar biaya, material, tenaga kerja, mesin-mesin, dan peralatan yang digunakan seminimal mungkin untuk mencapai hasil keuntungan yang maksimal.

Agar perusahaan dapat berproduksi sesuai dengan ketentuan-ketentuan di atas, maka peranan perencanaan dan penjadwalan produksi menjadi sangat penting. Dari uraian tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa pengertian produksi adalah suatu kegiatan yang mengelola atau mengubah suatu *input* menjadi *output* dengan menambahkan *added value*. Input produksi adalah sumberdaya yang dimiliki sebagai kekuatan suatu perusahaan (galangan kapal). Secara umum sumberdaya yang dimiliki adalah sebagai berikut :

1. Sumberdaya manusia (*man*).
2. Sumberdaya material (*material*).
3. Sumberdaya manajemen/metode (*methode*).
4. Sumberdaya mesin/peralatan (*machine*).
5. Sumberdaya modal (*money*).

2.1.2 Tahapan Proses Pembangunan Kapal

Untuk menjamin tercapainya proses pembangunan pada waktu yang telah ditentukan dan mendapatkan kualitas produksi yang diharapkan, maka urutan dari proses pembangunan harus ditentukan secara rasional dan disesuaikan dengan fasilitas produksi yang tersedia di galangan. Urutan proses pembangunan kapal tidak akan terlepas dari tahapan-tahapan proses berikut (*Andjar dan Soejitno, 1996*) :

1. Persiapan Produksi

Tahap persiapan produksi merupakan tahap awal yang harus dilakukan sebelum melakukan proses produksi. Tujuan dari tahap ini yaitu mengatur keadaan-keadaan sehingga pada waktu yang ditentukan, pekerjaan pembangunan kapal dapat dilaksanakan dan ditetapkan. Ruang lingkup tahap ini yaitu :

- a. Dokumen produksi (umum) yang meliputi gambar dan daftar material, perkiraan kebutuhan tenaga kerja serta perkiraan kebutuhan material.
- b. Tenaga kerja yang terlibat dalam kaitannya dengan kualifikasi dan jumlah tenaga kerja serta pekerjaan lain.

- c. Material yang perlu disiapkan dengan mempertimbangkan : keadaan atau stok di gudang, pemakaian material untuk pekerjaan sekarang, pemesanan/pembelian material dari luar (jumlah dan waktu).
- d. Fasilitas dan sarana produksi yang meliputi : kemampuan bengkel produksi, kapasitas mesin-mesin, alat-alat angkut dan angkat yang tersedia (jumlah, kapasitas, macam dan tempat) serta keadaan *building berth*.

2. Mould Loft

Mould loft adalah rantai gambar dengan skala sebenarnya yang digunakan untuk pembuatan mal/rambu atau gambar produksi (*shop drawing*) dan merupakan gambar yang benar-benar siap pakai. Secara singkat tugas dari *mould loft* adalah :

- a. Mengolah permasalahan gambar dengan skala tertentu menjadi skala 1 : 1 serta membuat gambar yang berasal dari *production drawing* menjadi gambar sebenarnya.
- b. Membuat rambu-rambu/mal.
- c. Membuat gambar-gambar kerja.

3. Fabrikasi

Jenis pekerjaan pada tahap fabrikasi meliputi :

a. Pembersihan pelat

Pelat yang akan dilakukan pengecatan dasar, memerlukan pembersihan dari segala kotoran, karat dan lain-lain yang dapat dilakukan secara mekanik atau dengan *sand blasting*.

b. Pelurusan pelat

Meluruskan kembali pelat-pelat yang mengalami deformasi karena penimbunan atau pengangkutan dengan menggunakan mesin *roll* atau *press*.

c. Marking

Yaitu memberi nama, nomor serta gambar detail dari sebuah konstruksi yang akan dicetak di atas pelat sebelum dilakukan pemotongan sesuai dengan model yang dikerjakan. Pada setiap bagian dari material yang telah ditandai harus diberi nama yang jelas agar nantinya tidak tertukar atau keliru pada saat perakitan. Nama tersebut disesuaikan dengan kode yang tercantung pada *material list* atau *marking list*. Sebelum dilakukan pekerjaan selanjutnya, diperlukan pemeriksaan *marking* serta

ukurannya oleh *quality control (QC)* agar ketepatannya lebih terjamin sehingga dapat menghindari kesalahan dalam pemotongan.

d. *Cutting*

Yaitu pekerjaan pemotongan yang merupakan kelanjutan dari pekerjaan *marking*.

e. *Bending dan rolling*

Yaitu pekerjaan pembentukan dan pengerolan. Proses pembekokan atau pembentukan material pelat menggunakan mesin *press bending* dan *roll bending*. *Bending* dilakukan sedikit demi sedikit sampai didapatkan bentuk yang sesuai dengan tanda yang ada. Untuk pelat-pelat yang tipis *dibending* dengan menggunakan *roll bending machine*, sedangkan untuk pelat-pelat yang tebal digunakan *press bending machine*

4. *Sub Assembly*

Sub assembly merupakan proses penggabungan komponen-komponen dari bengkel fabrikasi menjadi blok-blok kecil (*part assembly*). Komponen-komponen tersebut masih berupa pelat dengan potongan lurus (*parallel*) maupun tidak lurus (*nonparallel*), pelat yang telah dilengkungkan dan lain-lainnya seperti bagian-bagian pipa. Sebagai contoh proses pada *sub assembly* ini adalah penggabungan antara merakit sekat, merakit *web frame*, pelat dengan pelat.

5. *Assembly*

Proses *assembly* adalah proses penggabungan *part assembly* yang telah selesai di bagian *sub assembly* menjadi sebuah blok. Blok yang dibangun diperhitungan beratnya sesuai dengan kemampuan *crane*.

6. *Erection*

Pada tahap *erection*, blok-blok badan kapal yang telah selesai dibuat di bengkel *assembly* digabung di *building berth* sehingga menjadi sebuah kapal. Jenis-jenis pekerjaan yang dilakukan pada tahap ini adalah :

a. *Loading*

Kegiatan yang dilakukan di sini yaitu, pengangkutan atau pemindahan seksi blok yang sudah ada menuju ke *building berth* dengan bantuan *crane*.

b. *Adjusting*

Yang dimaksud di sini adalah meletakkan seksi blok pada *keel block* dan *side block* yang telah diatur sesuai dengan *marking dock* serta mengatur paju pada *keel block* dan *side block* yang kurang tepat agar seksi blok tersebut tidak bergerak dan untuk kelurusan antar seksi blok.

c. *Fitting*

Pekerjaan *fitting* di sini yaitu meletakkan seksi-seksi blok sesuai dengan tempatnya, kemudian dilakukan las ikat atau dengan memasang pelat strip agar seksi blok tersebut tidak bergeser sehingga benar-benar siap untuk dilakukan pengelasan.

d. *Welding*

Sebelum dilakukan pengelasan penuh, maka terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan ketepatan ukuran dan bentuk serta kelurusan dan kedataran letak seksi blok oleh pihak *quality assurance* dan klas. Dan jika sudah tidak terjadi masalah, maka langkah selanjutnya adalah pengelasan penuh dengan menggunakan metode dan urutan yang sesuai. Setelah pengelasan seluruhnya selesai, diperlukan pemeriksaan terhadap hasil pengelasan pada *erection* ini supaya produk kapal yang dibangun sesuai dengan standard mutu yang telah disepakati.

e. *Finishing*

Yang dimaksud *finishing* di sini adalah pekerjaan untuk menghilangkan cacat-cacat, baik itu karena deformasi sebelum maupun akibat bekas pengelasan pelat pengikat atau pengelasan itu sendiri.

7. *Outfitting*

Pada dasarnya pekerjaan *outfitting* pada pembuatan kapal dapat dibedakan menjadi tiga macam :

a. *Unit outfitting*

Pipa-pipa, pompa-pompa dan komponen perlengkapan yang lain dirakit sebagai bagian komponen lengkap. Hal ini dilakukan sebelum dipasang pada tempatnya di blok-blok kapal.

b. *Open air outfitting*

Cara yang digunakan untuk memasang mesin utama, mesin bantu, perlengkapan-perlengkapan, tangki-tangki dan bagian-bagiannya ke dalam blok kapal. Dengan maksud, lubang harus tetap terbuka sehingga mesin dan peralatan dapat terpasang.

c. *Block outfitting*

Sebelum blok-blok atau seksi bangunan kapal dan pekerjaan *outfitting* mengalami proses *erection* di *building berth*, perlengkapan kapal dan pekerjaan *outfitting* dipasang sebanyak mungkin pada seksi-seksi atau blok-blok. Dengan pertimbangan tidak akan mengganggu pekerjaan *erection*.

2.1.3 Metode Pembangunan Kapal

Teknologi pembangunan kapal pada umumnya mengadopsi teknologi dan metode terbaru yang dapat memberi keuntungan lebih bagi galangan. Mulanya berawal dari penggunaan metode keeling sampai kemudian beralih dengan menggunakan metode pengelasan. Sesuai dengan perkembangan teknologi, pembangunan kapal baja juga mengalami beberapa perkembangan, berdasarkan metode yang digunakan maka pembangunan kapal dapat dibagi menjadi (Andjar dan Soejitno, 1996) :

1. Metode konvensional

Metode ini digunakan pada pembangunan kapal kecil di galangan kapal kecil yang peralatannya belum memadai. Pembangunan kapal dimulai dari pembuatan rangka badan kapal yang meliputi : konstruksi rangka dasar, konstruksi lambung/gading-gading, konstruksi geladak, penguat memanjang dan penguat melintang. Jika seluruh kerangka badan kapal sudah selesai barulah kemudian pemasangan kulit dasar, lambung, geladak, sampai keseluruhan badan kapal.

2. Metode seksi

Proses pembuatan kapal pada metode seksi dilakukan dengan cara membagi badan kapal menjadi seksi-seksi misalnya : seksi *double bottom*, seksi lambung kanan, seksi geladak dan sebagainya. Proses pemasangannya dimulai dari seksi bawah dipilih bagian yang tersulit. Kemudian dilanjutkan dengan seksi depan dan belakang serta seksi atasnya dan seterusnya sampai proses pembuatan kapal selesai. Metode seksi ini lebih cepat dari metode konvensional, karena pengerjaan masing-masing seksi bisa dikerjakan ditempat yang berbeda tetapi waktu yang diperlukan untuk perakitan di *building berth* agak lama.

3. Metode blok

Prinsip dari metode ini adalah menggabungkan beberapa seksi menjadi satu blok berikut segala perlengkapan dan instalasi yang ada di dalam blok sebelum blok-blok tersebut

dibawa ke *building berth*, dan dilakukan penyambungan. Keuntungan dari metode blok ini antara lain :

- a. Volume pekerjaan di *building berth* menjadi lebih sedikit, sehingga fasilitas produksi dapat digunakan secara efektif.
- b. Pengelasan sebagian besar dapat dilakukan dengan posisi datar.
- c. Pengendalian dan pengawasan pekerjaan menjadi lebih mudah dan terpadu.
- d. Pekerjaan pada tempat-tempat yang sulit dapat dihindari.
- e. Waktu pembangunan akan menjadi lebih singkat dan tingkat produktivitas menjadi lebih tinggi.

Berdasarkan teknologi yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi dan *outfitting* maka teknologi produksi kapal dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu :

1. Metode Konstruksi dan *Outfitting* Konvensional (*Conventional Hull Construction and Outfitting*).

Metode ini berorientasi pada sistem atau fungsi yang ada di kapal dan volume pekerjaan hampir seluruhnya dilakukan pada *building berth*. Dalam metode ini kapal direncanakan dan dibangun sebagai suatu sistem. Pertama kali adalah peletakan lunas, kemudian gading-gading dipasang dan kulitnya. Pekerjaan *outfitting* baru dimulai saat pembangunan badan kapal hampir selesai. Pengorganisasian pekerjaan yang dilakukan sistem demi sistem merupakan halangan untuk mencapai produktivitas pekerjaan yang tinggi. Kegagalan seorang pekerja menyelesaikan suatu pekerjaan yang diperlukan oleh pekerja lain akan mengakibatkan "overtime" untuk pekerja tersebut, dan "idleness" bagi pekerja lain. Kelemahan yang lainnya adalah hampir semua aktivitas produksi dikerjakan di *building berth* pada posisi pekerjaan yang relatif sulit.

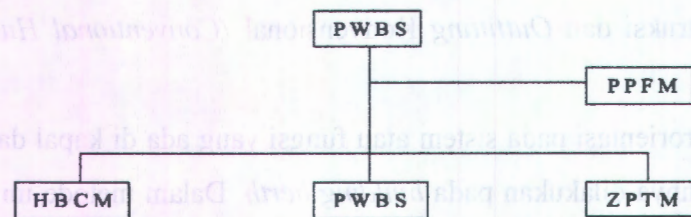
2. Metode Konstruksi Blok (*Hull Block Construction*) dan Pra-*Outfitting* (*Pre-Outfitting*).

Metode ini mulai dikembangkan sejak dikenalnya teknologi pengelasan pada pembangunan kapal, dimana kapal sudah dibuat dalam bentuk seksi-seksi dan blok-blok dan beberapa pekerjaan *outfitting* sudah mulai dilakukan pada seksi atau blok badan yang sudah jadi. Dengan metode ini, kualitas hasil pekerjaan lebih baik, karena volume pekerjaan pada *building berth* menjadi berkurang, dan pekerjaan pengelasan banyak dilakukan di bengkel dengan kondisi lingkungan kerja yang nyaman. Pekerjaan pengelasan sudah mulai dilakukan dengan mesin las semi-otomatis dengan posisi

mendatar (*down hand*), sehingga pekerjaan pengelasan posisi di atas kepala (*overhead*) dapat dikurangi.

3. Metode Konstruksi Alur Proses (*Process Lane*) dan Zona Outfitting (*Zone Outfitting*).

Metode ini menerapkan konsep *group technology* (mengelompokkan produksi berdasarkan pada kesamaan perencanaan dan proses produksinya atau membuat komponen-komponen dalam jumlah yang besar di bengkel kemudian dirakit) dalam proses produksi badan kapal dan pekerjaan *outfitting*. Dengan konsep ini proses pembangunan kapal sudah berorientasi pada produk atau dikenal dengan *Product Oriented Work Breakdown Structure* (PWBS), dengan mengelompokkan lingkup pekerjaan seperti pada gambar 2.1 :



Ket:

PWBS: Product Oriented Work Breakdown Structure

PPFM: Pipe Piece Family Manufacturing

HBCM: Hull Block Construction Methode

ZOFM: Zone Outfitting methode

ZPTM: Zone Painting Methode

Gambar 2.1. Komponen Product-Oriented Work Breakdown Structure.

Metode ini mengklasifikasikan produk antara (*interim product*) kesamaan dalam proses produksinya, misalnya *process lane* untuk: (i) perakitan bentuk datar, (ii) perakitan bentuk lengkung beraturan dan (iii) perakitan bentuk lengkung tidak beraturan dan kompleks. Hal ini sudah disesuaikan dengan penataan sumberdaya produksi, misalnya: peralatan/mesin, tenaga kerja dan material. Demikian halnya dengan pekerjaan *outfitting*, dimana sudah dilakukan secara paralel berdasarkan *region/zone*, dan tidak lagi berdasarkan sistem fungsionalnya. Pekerjaan *outfitting* dengan *advance outfitting* dibagi menjadi 3 tahap yaitu *on-unit* (pekerjaan *outfitting* komponen-komponen badan kapal pada tahap *assembly*), *on-block* (pekerjaan *outfitting* yang dilakukan pada penyambungan blok badan kapal), dan *on-board* (pekerjaan *outfitting* pada tahap *erection* dan setelah peluncuran). Proses produksi dengan metode ini sudah terkonsentrasi pada bengkel-

bengkel dan volume pekerjaan di *building berth* semakin kecil. Penggunaan metode ini sudah mensyaratkan diterapkannya sistem *accuracy control* disetiap proses produksi untuk menjamin ketepatan dimensi dan bentuk blok (pelat, profil, perpipaan dan lainnya).

4. Metode Konstruksi, *Outfitting* dan Pengecatan Terintegrasi (*Integrated Hull Construction, Outfitting and Painting/IHOP*).

Pada metode ini proses pembuatan badan kapal sudah diintegrasikan secara maksimal dengan pekerjaan *outfitting* dan pengecatan pada setiap *zone/area/stage*, seperti halnya yang dilakukan oleh IHI *shipyard*, Japan. Teknologi ini merupakan pengembangan dari teknologi produksi sebelumnya, melalui peningkatan potensi sumberdaya galangan secara menyeluruh, seimbang, dan terintegrasi disertai dengan semakin sempurnanya standard-standard kerja dan konsistensi ketepatan proses produksi yang sangat tinggi. Teknologi IHOP mensyaratkan suatu strategi pembangunan kapal (*build strategy*) yang matang dan juga kemampuan perencanaan (*planning*) dan penjadwalan (*scheduling*) yang sangat tinggi dan rasional, berdasarkan kondisi potensi sumberdaya galangan yang ada. Pada tahap ini, sistem *accuracy control* bukan hanya mutlak dilaksanakan secara sempurna dan menyeluruh, namun juga menuntut kesempurnaan *design engineering* dan standard-standard kerjanya. Dengan demikian, penyambungan seluruh bagian konstruksi antar blok mencapai tingkat ketepatan yang tinggi atau penyimpangan-penyimpangan yang terjadi masih dalam batas toleransi yang ditentukan, sehingga produktivitas juga tinggi. Dalam proses pembangunan kapal dipakai standard kualitas bangunan kapal yang telah disetujui guna menunjang pembangunan tersebut, agar kapal yang dihasilkan tidak terlalu menyimpang dari perencanaannya. Pihak perencana, pelaksana dan kontrol akan saling berkaitan dalam menunjang kelancaran produksi, material dan kontrol yang baik. Dengan demikian akan memudahkan bagian perencanaan sebagai kegiatan awal dalam proses produksi.

2.2 Tinjauan Jam Orang (JO)

Jam orang (JO) adalah jam kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan sampai pekerjaan tersebut selesai. Dari sisi produktivitas pemakaian jam orang (JO) sangat mempengaruhi produktivitas tenaga kerja dan sekaligus produktivitas keseluruhan galangan (*Andjar dan Soejitno, 1996*). Kebutuhan jam orang (JO) untuk suatu pekerjaan merupakan

ukuran produktifitas dari tenaga kerja atau sekelompok tenaga kerja yang melaksanakan pekerjaan tersebut. Jam orang juga merupakan satuan waktu yang digunakan untuk mengukur tingkat kemajuan suatu pekerjaan.

Jam orang dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Jam orang standard, yaitu jam orang yang sebanding dengan jam orang yang menggunakan perhitungan standard jam orang, sehingga merupakan standard minimum yang harus dicapai dalam menyelesaikan pekerjaan.
2. Jam orang langsung, adalah jam orang yang terpakai langsung untuk penyelesaian pekerjaan suatu proyek yang telah ditentukan. Jam orang ini dihitung sebagai "biaya tenaga langsung".

Fungsi penentuan jam orang bagi suatu perusahaan khususnya galangan adalah sebagai pedoman dalam menentukan tarif jasa pekerjaan. Tarif jasa untuk pekerjaan dapat diperkirakan dari besarnya jumlah jam orang untuk volume pekerjaan yang diberikan. Selain itu penentuan jam orang juga digunakan untuk memperkirakan besarnya volume pekerjaan yang disesuaikan dengan fasilitas yang ada dan metode yang akan digunakan, sehingga dapat dijadikan sebagai pedoman pada pekerjaan berikutnya yang berkaitan erat dengan waktu penyelesaian suatu beban pekerjaan. Penentuan jam orang pada awalnya dilakukan dengan cara pendekatan rumus atau berdasarkan standard jam orang yang telah ada (JO Standard). Akan tetapi dengan pendekatan rumus sulit diterapkan untuk perusahaan galangan di Indonesia, hal ini disebabkan karena pendekatan rumus tersebut didapat dari data untuk galangan di negara maju, sedangkan galangan di Indonesia pada umumnya berbeda kondisinya dengan galangan di negara maju dengan demikian pendekatan dengan menggunakan rumus sulit diterapkan. Sedangkan cara yang tepat adalah dengan menggunakan standard yang telah ada dari pekerjaan yang dilakukan galangan atau dengan standard jam orang dari galangan lain dengan koreksi tertentu.

Penentuan jam orang dan jam mesin sangatlah diperlukan dalam memperkirakan berapa biaya yang dikeluarkan untuk suatu pekerjaan. Sehingga pada tahap perencanaan pekerjaan perlu adanya penentuan jam orang dan jam mesin yang optimal, hal ini bertujuan agar :

1. Kerja dari mesin-mesin dan peralatan *material handling* yang ada akan menjadi lebih optimal dalam arti dapat digunakan seefisien mungkin sehingga investasi yang ditanam tidak akan sia-sia.

2. Pengaturan kerja mesin-mesin dan peralatan *material handling* akan lebih mudah dan teratur.
3. Pembagian pekerjaan untuk tiap kelompok pekerja akan lebih mudah dan merata. Disamping itu pengawasan efisiensi pekerjaan tiap kelompok pekerja akan lebih mudah dilaksanakan karena adanya acuan jumlah jam orang yang optimal tersebut (*Djauhar Manfaat, 1989*).

Jam orang (JO) dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$JO = \frac{\text{Volume atau berat baja yang diproses (Kg)}}{\text{Standard kerja atau faktor jam orang (Kg/Jam orang)}}$$

Standard jam orang ini dapat ditentukan dengan menggunakan standard yang telah ada, baik berdasarkan data yang telah dianalisa maupun pengoreksian standard galangan lain. Standard jam orang tidak dapat berubah kecuali adanya perubahan penerapan metode produksi dan penggunaan teknologi baru dalam proses produksi. Perhitungan di atas untuk tiap komponen pekerjaan kemudian dijumlahkan, sehingga didapat perkiraan pemakaian jam orang secara keseluruhan.

Dengan demikian penetapan jam orang sangatlah penting dilakukan pada tahapan perencanaan (*planning*) agar tidak terjadi penambahan jam orang yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Dengan demikian terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan jam orang pada suatu pekerjaan antara lain :

1. Susunan dan perbandingan jumlah tenaga kerja yang ada. Hal ini dapat dilakukan dengan baik pada perusahaan galangan kapal yang mempunyai volume pekerjaan tertentu dan tetap.
2. Peningkatan pendidikan dan keterampilan pekerja. Pendidikan dan keterampilan yang diberikan dapat bersifat teoritis dan praktis. Untuk pendidikan teoritis biasanya diberikan kepada pimpinan (manajer) sedangkan untuk pendidikan yang bersifat praktis lebih cenderung diberikan kepada tenaga kerja langsung dan tak langsung di lapangan.

2.3 Sarana Pokok dan Sarana Penunjang Galangan

2.3.1 Sarana Pokok

Galangan kapal adalah bengkel-bengkel yang tetap yang mengerjakan bangunan-bangunan kapal baru dan reparasi kapal dari semua konstruksi benda terapung yang cukup berat, yang terbuat dari baja atau bukan baja pada suatu tempat yang mempunyai perairan yang cukup luas dan dalam untuk pengapungan konstruksi tersebut dan mempunyai luasan tertentu dan bekerja terus menerus sepanjang tahun (Soeharto dan Soejitno, 1996). Untuk dapat beroperasi, galangan kapal harus mempunyai sarana pokok dan sarana penunjang (Soeharto dan Soejitno, 1996). Untuk galangan bangunan baru, salah satu dari sarana berikut harus dimiliki, yaitu :

1. *Building berth.*

Building berth adalah tempat pembangunan kapal sekaligus tempat peluncuran apabila kapal telah selesai dikerjakan. Ditinjau dari cara peluncurannya, *building berth* ada 2 macam, yaitu :

a. *Building berth tipe End Launching.*

Tipe ini umumnya yang banyak dipakai karena resiko kapal terguling lebih kecil dibanding dengan tipe *side launching*, tetapi memerlukan lintasan peluncuran yang panjang, kurang lebih 2,5 - 3 kali panjang kapal dengan sudut kemiringan (tangen) $\frac{1}{12} - \frac{1}{25}$.

b. *Building berth tipe Side Launching.*

Panjang lintasan peluncuran bisa lebih pendek tetapi resiko kapal terguling lebih besar dibandingkan dengan tipe *end launching*. Tipe ini hanya digunakan bila perairan terbatas atau lokasi lahan tidak memungkinkan untuk dibuat *end launching*.

Sudut kemiringan antara $\frac{1}{10} - \frac{1}{12}$.

2. *Building dock*

Building dock sebenarnya adalah *graving dock* yang difungsikan sebagai tempat membangun kapal baru. *Building dock* mempunyai ukuran panjang 1,5 kali panjang kapal terbesar yang dapat masuk dok dan dilengkapi dengan dua pintu atau 1,5 kali panjang *graving dock*. Biaya perawatan dok jenis ini relatif kecil tetapi biaya investasinya sangat besar.

3. *Lift dock.*

Lift dock atau *ship lift* merupakan tipe dari *dry dock* yang diangkat (dinaik-turunkan). Landasan tempat pengerjaan kapal-kapal berupa sebuah platform yang diturunkan ke dalam air secara vertikal dan dihentikan sampai kedalaman tertentu. Kapal yang akan *docking* diapungkan di atas platform yang telah ditenggelamkan dan akan diangkat ke atas sampai kapal dan platform seluruhnya berada di atas air. Naik turunnya platform ini dibantu dengan pesawat angkat (*hoist*) yang secara elektrik dapat dikontrol dan digerakkan dengan pertolongan kabel baja atau rantai.

2.3.2 Sarana Penunjang

Ada beberapa sarana penunjang galangan kapal yang dibutuhkan untuk kelancaran aktivitas galangan itu sendiri (*Soeharto dan Soejitno, 1996*), antara lain :

1. Gudang.

Gudang adalah tempat yang digunakan untuk menyimpan barang atau material yang akan digunakan dalam proses produksi sampai barang tersebut diminta sesuai jadwal produksi. Fungsi gudang yang terpenting adalah memelihara persediaan barang atau material dan dapat menyediakannya tepat waktu sesuai kebutuhan produksi. Gudang dapat bersifat terbuka atau tertutup. Jenis-jenis gudang yang ada di galangan antara lain :

- a. Gudang penerimaan dan gudang transit.
- b. Gudang pusat.
- c. Gudang antara.
- d. Gudang pelat dan profil.

2. Bengkel produksi.

Bengkel produksi adalah tempat untuk membuat dan memperbaiki barang atau material setengah jadi maupun material jadi yang nantinya akan mengalami proses produksi lebih lanjut. Adapun macam-macam bengkel yang terdapat di galangan kapal antara lain :

- a. Bengkel persiapan.
- b. Bengkel fabrikasi.
- c. Bengkel *sub assembly*.
- d. Bengkel *assembly*.
- e. Bengkel *outfitting*.

Bengkel-bengkel tersebut di atas harus dimiliki oleh galangan kapal dan disesuaikan dengan jenis kapal yang akan dibangun/direparasi serta skala produksi dari galangan itu.

3. *Material handling*.

Material handling mempunyai peranan penting di galangan kapal, karena merupakan kebutuhan untuk memindahkan sejumlah material dasar ataupun material setengah jadi dalam berbagai ukuran dan berat pada semua tahap proses produksi di dalam dan di antara bengkel-bengkel, tempat-tempat penyimpanan material dan tempat-tempat perakitan kapal. *Material handling* hanya mengangkat dalam jumlah terbatas dan dalam jarak yang terbatas pula. Di dalam penentuan peralatan produksi dan *material handling* yang digunakan, harus memperhatikan hal-hal berikut :

- a. Material yang akan dipindahkan, meliputi bentuk fisik, karakteristik dan sifat kimiawinya.
- b. Sifat dari operasinya, apakah bersifat permanen atau sementara, volume produksi dan aliran operasinya.
- c. Biaya, meliputi biaya produknya, biaya operasionalnya dan biaya perawatan.

Kegiatan *material handling* pada proses produksi adalah :

- a. Menyediakan atau menempatkan bahan-bahan ditempatnya.
- b. Pengolahan atau pembuatan barang.
- c. Memindahkan bahan-bahan atau barang dari tempat kerja.

Efisiensi *material handling* akan memberikan perbaikan dalam hal :

- a. Biaya *handling* akan menjadi lebih murah serta tenaga yang digunakan berkurang.
- b. Kapasitas produksi meningkat.
- c. Meningkatkan keuntungan perusahaan.
- d. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kerja serta mencegah kerusakan hasil produksi.

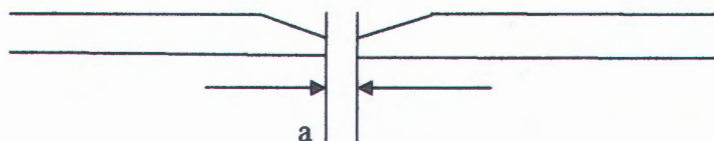
2.4 Ketidak Sesuaian Gap dan Misalignment

2.4.1 Definisi

Dalam membangun kapal faktor keandalan kualitas menjadi sangat penting untuk mengembangkan industri perkapalan yang berdaya saing kuat disamping faktor harga dan ketepatan waktu penyerahan. Untuk mempercepat produksi kapal baru sebagian besar galangan sudah membangun kapal dengan sistem blok. Ada beberapa hal yang sering menjadi kendala

dalam pembangunan sistem blok. Permasalahan yang dibahas dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah ketidaksesuaian gap dan misalignment.

a. Gap/celah



Gambar 2.2 Sambungan Butt dengan Gapnya

Blok dapat disambung apabila gap pada pelat maupun profil blok yang akan dilas sudah sesuai dengan prosedur pengelasan. Pada prakteknya di lapangan hal ini sering sekali tidak terpenuhi. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal:

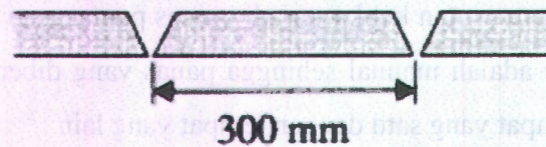
- Kesalahan pada waktu proses pengukuran ketika akan dilakukan proses pemotongan pelat sisa, yaitu dengan menggunakan acuan pada frame yang tidak sesuai dengan gambar kerja, sehingga terjadinya perbedaan jarak antara tempat yang satu dengan tempat yang lain.
- Kurangnya komunikasi antara pekerja dengan pihak QC (Quality Control)
- Adanya penyusutan ketika terjadi proses pemanasan karena pekerjaan panas yang dilakukan adalah manual sehingga panas yang diberikan tidak sama atau merata antara tempat yang satu dengan tempat yang lain.
 - Penyusutan karena material, antara lain meliputi :
 - Material pelat
 - Hal – hal yang berpengaruh antara lain :
 1. Keadaan fisik material :
 - seperti lengkungan, laminasi, cacat dll.
 2. sifat material :
 - seperti harga koefisien muai, harga koefisien panas, harga karbon, dan elastisitas baja.
 - Material las.
 - Hal – hal yang berpengaruh antara lain :
 1. Ukuran elektroda :
 - Diameter besar memberikan penyusutan yang lebih besar, tetapi tidak selamanya berlaku.

2. Jenis flux :

Jenis flux ini akan mempengaruhi kecepatan perpindahan logam ke heat input. Dengan adanya perubahan ini menyebabkan perbedaan pula timbulnya penyusutan.

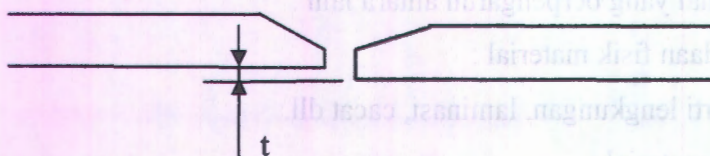
(Soejitno, Teknik Produksi Kapal, 1996)

Akibat kesalahan ini blok-blok yang sudah dibangun ukuran dimensinya berubah. Terdapat gap yang besar yang menyebabkan pekerjaan ulang dan tambahan waktu dan biaya dalam proses penyambungan *block* atau *erection*. Pada proses pembangunan kapal setiap kesalahan ukuran ada batas toleransi tergantung dari peraturan (rule) yang digunakan oleh galangan. Proses penyambungan blok sangat erat hubungannya dengan prosedur pengelasan. Dimana suatu gap yang terjadi harus sesuai dengan batas yang diijinkan pada peraturan atau rule yang disepakati. Penambahan material merupakan salah satu cara dalam perbaikannya, kalau diluar batas yang telah ditentukan maka dilakukan replating plat sesuai dengan standar The International Association Of Classification Societies (IACS).



Gambar 2.3 Penambahan/penyisipan pelat.

b. Misalignment/kelurusan



Gambar 2.4 Terjadinya Misalignment

Misalignment (ketidak lurusan) sering terjadi pada penyambungan pelat pada permukaan geladak maupun bagian sisi kapal. Terjadinya ketidak lurusan (Misalignment) pada sambungan blok dapat disebabkan beberapa hal:

a. Permasalahan teknis :

Tidak adanya Check Sheet dalam proses pekerjaan produksi pembentukan block sehingga terjadi misalignment pada sambungan pelat.

b. Faktor-faktor yang menjadi penyebabnya :

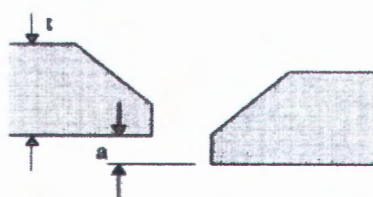
- ketidak lurusan pada pelat disebabkan karena adanya kesalahan dalam :
 - Fitting atau pengukuran yang kurang ketika dilakukannya proses penyambungan block
 - Pemotongan atau Cutting yang manual sehingga menyebabkan distorsi pemotongan yang disebabkan oleh deformasi dalam karena pemanasan terpusat dan juga karena adanya penahanan atau tekanan.
 - Adanya deformasi ketika dilakukan pekerjaan panas sebagai akibat dari perlakuan yang dilakukan di lapangan dalam proses pemotongan dan pengelasan.
 - Perlakuan ketika dilakukan pengangkatan block ketika akan dilakukan tahap erection seperti benturan.

2.4.2. Standarisasi Penyambungan Blok

Untuk mendapatkan hasil sambungan blok yang memenuhi kualitas sesuai dengan harapan dari pemilik kapal maupun galangan dibutuhkan suatu standarisasi. Standarisasi yang digunakan yaitu The International Association Of Classification Societies (IACS) dan JSQS.

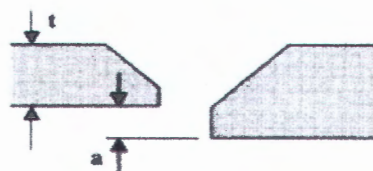
Macam – macam standart dalam perbaikan adanya kesalahan teknis antara lain :

a. Sambungan Butt



$$a \leq 0.15t \text{ strength}$$

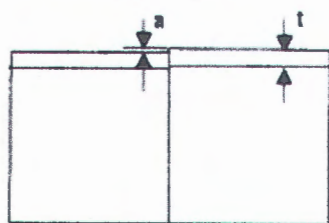
$$a \leq 0.2t \text{ other}$$



Dengan batas maksimal $a \leq 3.0 \text{ mm}$

b. Sambungan Fillet

Untuk ketinggian profil T



$$a \leq 0.15t$$

$$a \leq 0.20t$$

Dengan batas maksimal 3.0 mm

When $3 \text{ mm} < a \leq 6 \text{ mm}$:
building up by welding

Gambar 2.5 Standar terjadinya Alignment

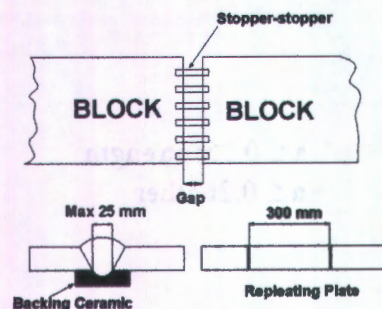
Sesuai dengan standar The International Association Of Classification Societies (IACS).

1. Beberapa ketentuan yang ada pada The International Association Of Classification Societies (IACS) antara lain :

- Jika Gap ≤ 3 mm maka langsung bisa dilakukan pengelasan. Diberikan alat bantu backing ceramic ketika gap yang terjadi berukuran $3\text{mm} < G \leq 3t/2$ mm atau maks 25 mm. Dilakukan repleating pelat ketika gap yang terjadi $> 25\text{mm}$ atau $t/2$

2. Beberapa ketentuan menurut JSQS :

- Jika Gap $2\text{ mm} \leq a \leq 3.5\text{ mm}$ dengan batas toleransi 5 mm langsung dilakukan pengelasan. Jika Gap yang terjadi $16\text{ mm} \leq a \leq 25\text{ mm}$ maka dilas Built-up dengan persiapan bevel atau diganti baru sebagian. Jika Gap $> 25\text{ mm}$ dilakukan penggantian plat min 300 mm.
- Pada perbaikan yang kedua dapat dilakukan dengan penggantian atau penyisipan pelat pada daerah yang mengalami permasalahan tersebut dengan jarak min 300 mm sepanjang pelat atau 1000 mm (sepanjang gap yang terjadi).



Gambar 2.6 Penggantian/penyisipan pelat

2.4.3. Perbaikan Blok Kapal Akibat Gap dan Misalignment

Untuk mengatasi terjadinya gap maupun misalignment pada saat blok akan disambung dapat dilakukan sengan dua cara yaitu sengan cara preventif maupun dengan cara perbaikan (Soejitno, Teknik Produksi Kapal, 1996) yaitu:

A. Tindakan preventif

Yaitu tindakan atau usaha untuk mencegah terjadinya perubahan bentuk dan ukuran dari perencanaannya.

Tindakan itu dapat dilakukan

1. Sebelum proses pelaksanaan.
2. Selama proses pelaksanaan.

B. Tindakan perbaikan

Yaitu tindakan atau usaha yang dilakukan ketika kesalahan atau adanya perbedaan dimensi atau bentuk itu sudah terjadi

Tindakan ini dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain

1. Dengan cara penambahan material
 2. Dengan cara pemanasan dan pendinginan.
 3. Dengan bantuan gaya luar.
1. Perbaikan blok akibat adanya ketidaksesuaian gap dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

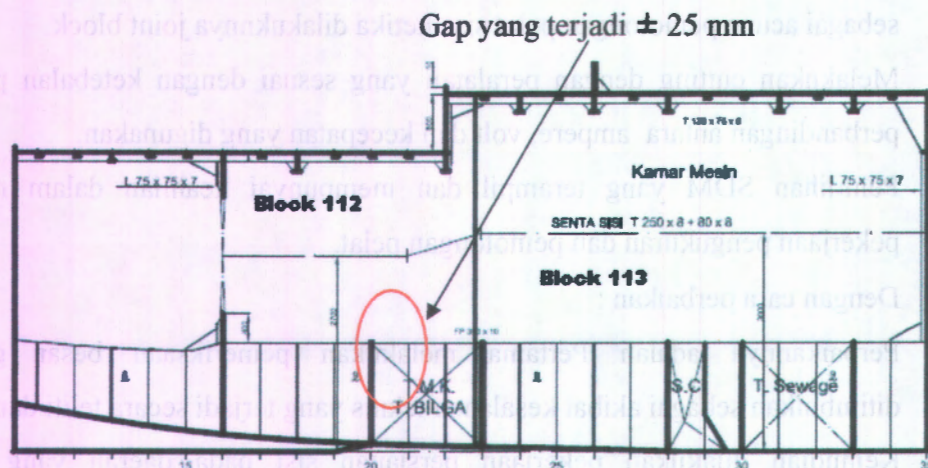
- Dengan cara preventif antara lain :
 - Penentuan level yang benar sesuai dengan acuan.
 - Sebelum dilakukan tahap erection pengukuran dilakukan dengan teliti dan akurat dengan alat bantu manual maupun semi otomatis yaitu benang maupun deodolit.
 - Penentuan acuan atau gading yang sesuai dengan gambar kerja yang digunakan sebagai acuan pemotongan pelat sisa ketika dilakukannya joint block.
 - Melakukan cutting dengan peralatan yang sesuai dengan ketebalan pelat yaitu perbandingan antara ampere, volt dan kecepatan yang digunakan.
 - Pemilihan SDM yang terampil dan mempunyai keahlian dalam melakukan pekerjaan pengukuran dan pemotongan pelat.
- Dengan cara perbaikan :
 - Perbaikannya adalah Pertama melakukan pemeriksaan besar gap yang ditimbulkan sebagai akibat kesalahan teknis yang terjadi secara teliti dan akurat.
 - Kemudian dilakukan pekerjaan persiapan sisi pada daerah yang memiliki kesalahan teknis tersebut dengan membuat bevel ulang pada plat yang akan dilakukan joint (penyambungan).

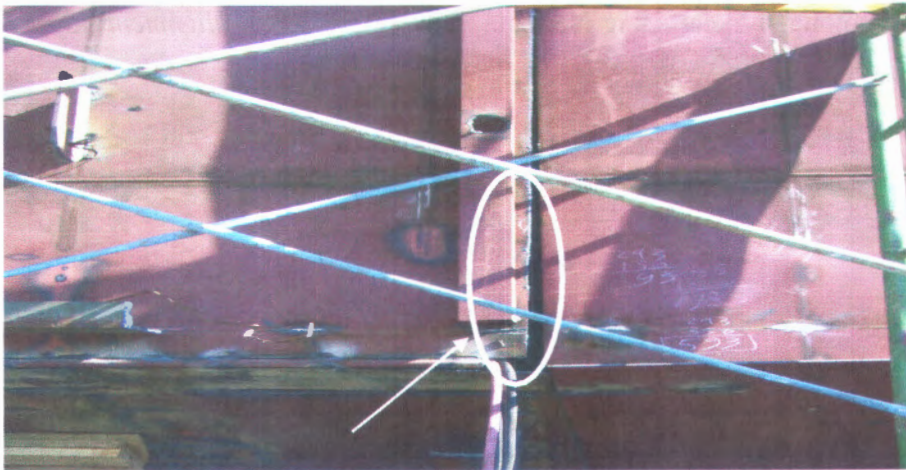
Bevel dilakukan atau dibuat dengan sudut antara 50° - 70° dijelaskan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.7 Sudut yang θ digunakan untuk bevel

- Pada daerah yang akan dilakukan pekerjaan ulang atau penambahan material sebelumnya diberikan penguat / stopper-stopper yang berfungsi sebagai tahanan agar tidak sampai terjadi deformasi atau perubahan bentuk
- Diberikannya penguat-penguat atau *stopper* yang dipasang dengan jarak 300 mm dengan tack weld 15 mm pada permukaan *stopper* yang mengikat sesuai dengan rule yang ada pada *IACS* dan pada Hand Out Pengelasan Soewify. Dimana pada jarak tersebut penguatan yang ada lebih kuat dibandingkan yang ada di lapangan dimana stopper dipasang pada daerah yang diperlukan saja.
- Dilakukan pemasangan *Backing Ceramic* sepanjang gap yang besar yaitu sepanjang 1000 mm. Menggunakan *Backing Ceramic* untuk mempermudah pekerjaan dan mempercepat pekerjaan karena tanpa dilakukan *gouging* pada sisi baliknya berbeda dengan menggunakan *backing plate*, apabila menggunakan *backing plate* maka diperlukan *gouging* pada sisi baliknya sehingga menambah waktu pekerjaan.
- Dilakukan pengisian las dengan menggunakan 3 layer, karena gap yang terjadi terlalu besar.

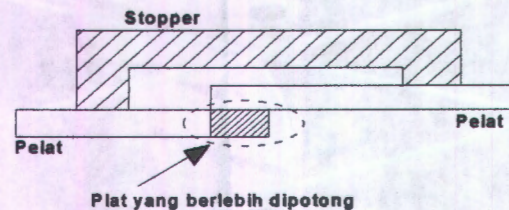




Gambar 2.8 Terjadinya gap pada sambungan block

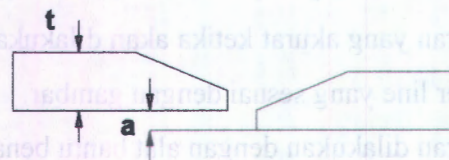
2. Perbaiki blok karena misalignment/ketidak lurusan pada saat penyambunngan dapat dilakukan dengan cara berikut :
 - Preventif dilakukan dengan cara :
 - Penentuan level yang benar sesuai dengan acuan block sebagai patokan.
 - Pengangkatan block yang sesuai dengan standar yaitu peletakan *lifting eye* yang sesuai agar tidak terjadi perubahan bentuk.
 - Pengukuran yang akurat ketika akan dilakukan proses cutting dengan acuan frame dan center line yang sesuai dengan gambar.
 - Pengukuran dilakukan dengan alat bantu benang, selang berisi air dan deodolit.
 - Pemilihan SDM yang mempunyai keterampilan dan keahlian.
 - Alat yang digunakan untuk proses cutting harus sesuai dengan tebal pelat yang akan dilakukan pekerjaan, dimana harus disesuaikan perbandingan antara *Ampere* dan *Voltasenya* agar tidak terjadi *distorsi* pemotongan yang disebabkan oleh *deformasi* dalam karena pemanasan terpusat dan juga karena adanya penahanan atau tekanan pelat itu sendiri.
 - Perbaikan dilakukan dengan cara :
 - Diberikan penguat atau *stopper* pada jarak 200 mm - 300 mm sesuai dengan standart International Association Of Classification Societies (IACS) dengan tujuan memperkuat tahanan yang ada agar tidak terjadi *deformasi* yang menyebabkan *misalignment*.

- Pemotongan pelat yang berlebih ketika terjadi *misalignment* dijelaskan pada gambar 5.6. dibawah ini.



Gambar 2.9 Pemotongan pelat yang berlebih

- kemudian dilakukan penarikan atau penekanan pada pelat yang mengalami *misalignment* sampai kedua pelat level dengan menggunakan pemanasan dan penarikan, dengan penarikan agar pekerjaan cepat selesai, sesuai dengan International Association Of Classification Societies (IACS).
 - sesuai dengan aturan yang berlaku $a \leq 0,15 t$ atau $a \leq 0,2 t$ dengan batas maksimal yang diijinkan adalah $a \leq 0,3 t$, dengan menggunakan alat bantu pipa hidrolik, pemukulan dan pemanasan. Batas Misalignment dijelaskan pada gambar 5.7. dibawah ini.



Gambar 2.10 Aturan pelat yang Alignment dengan butt weld

- Diberikan penambahan material ketika sudah dilakukan pemotongan pelat.
- Dilakukan penggerindaan agar tinggi mahkota las sesuai dengan standart yang ditentukan yaitu $\pm 1,6 \text{ mm}$.

2.5 Perkiraan Biaya Perbaikan Blok Kapal Akibat kesalahan Teknis

2.5.1 Pengertian Biaya Produksi

Biaya adalah pengorbanan sumber ekonomis untuk mencapai tujuan tertentu, yang diukur dalam satuan uang. Atau dengan kata lain biaya (cost) adalah jumlah yang diukur dalam satuan uang, yaitu pengeluaran dalam bentuk pemindahan kekayaan, jasa – jasa yang diberikan atau kewajiban – kewajiban yang ditimbulkan dalam hubungannya dengan barang atau jasa yang diperoleh.

Biaya menurut *The Committee on Cost Concepts American Accounting Association* adalah suatu kejadian atau proses produksi yang diukur berdasarkan nilai uang yang timbul dan mungkin akan timbul untuk tercapai suatu tujuan tertentu atau hasil produksi.

R.G Lipsey Cs berpendapat bahwa biaya bagi perusahaan yang memproduksi suatu hasil produksi merupakan harga dari faktor – faktor produksi yang digunakan untuk menghasilkan outputnya atau hasil produksinya

2.5.2. Komponen-Komponen Biaya Dasar Pada Proses Produksi

Pada proses produksi di perusahaan Dok dan Galangan kapal pada umumnya terdapat 3 (tiga) buah komponen Biaya Dasar (Broto Sasongko, *Analisa Biaya Industri Perkapalan dan Galangan Kapal*, 1991) yaitu :

1. Biaya material langsung
2. Biaya tenaga kerja langsung
3. Biaya tidak langsung atau overhead

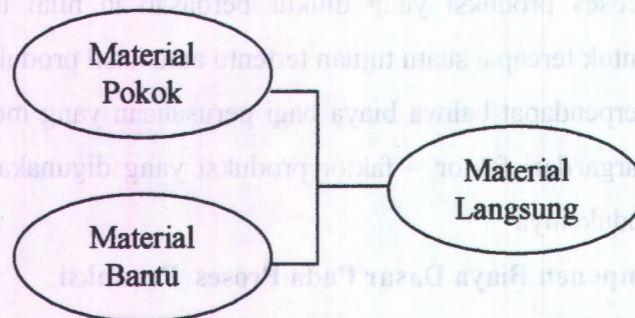
2.5.2.1 Biaya Material Langsung

Biaya material langsung atau *Direct Material Cost* adalah biaya material atau bahan yang secara langsung digunakan dalam proses produksi untuk mewujudkan suatu hasil produksi yang siap diserahkan kepada pemilik kapal atau pemesan kapal.

Untuk proses produksi di perusahaan Dok dan Galangan kapal sebenarnya material langsung dapat dibagi lagi menjadi :

1. *Material Pokok* merupakan bahan baku yang diperlukan untuk mewujudkan hasil produksi, antara lain : pelat/profil baja, bahan poros, kayu, cat untuk pelindung karat dan cat warna, motor induk/bantu, permesinan, katup-katup, pipa, peralatan navigasi, alat keselamatan jiwa dilaut.
2. *Material Bantu* merupakan material yang diperlukan untuk memproses material pokok untuk mewujudkan suatu hasil produksi, antara lain: elektroda las, gas oksigen, acetylene cair, LPG, karbit dll.

Uraian komponen biaya material dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.11 Uraian komponen biaya material

2.5.2.2. Biaya Tenaga Kerja Langsung

Biaya tenaga kerja langsung (TKL) atau Direct Labour Cost adalah biaya untuk para tenaga kerja langsung yang ditempatkan dan didayagunakan dalam menangani kegiatan-kegiatan proses produksi yang secara integral digunakan untuk menangani semua peralatan/fasilitas produksi sehingga proses produksi dapat terwujud.

Pada perusahaan Dok dan Galangan Kapal yang menganut pengelolaan secara modern, untuk mendapatkan suatu hasil produksi tidak melaksanakan seluruh proses produksi dengan tenaga kerja sendiri. Sekarang keterkaitan dengan industri lain nyata sekali dalam menyelesaikan suatu proses produksi di lingkungan perusahaan Dok dan Galangan Kapal. Industri-industri tersebut biasanya dinamai Industri Penunjang Industri Perkapalan dan Bangunan Lepas Pantai

Hasil Industri Penunjang Industri Perkapalan dan Bangunan Lepas Pantai dapat dibagi menjadi :

1. Material
2. Barang jadi atau setengah jadi
3. Jasa atau tenaga kerja

Khusus Perusahaan Industri Jasa atau pemasok Tenaga Kerjadisebut Sub Kontraktor yang mendukung tenaga kerja bagi Perusahaan Dok dan Galangan Kapal. Sub Kontraktor ini dapat dibagi menjadi :

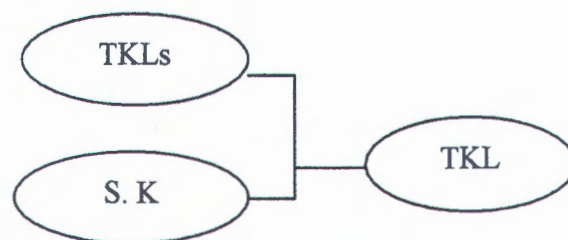
1. Jasa atau Tenaga Kerja yang dapat dikerjakan oleh Tenaga Kerja Langsung Perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut, antara lain : pekerjaan pelat/las, pekerjaan pipa.
2. Jasa atau Tenaga Kerja yang dapat dikerjakan oleh Tenaga Kerja Langsung Perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut, antara lain : pekerjaan ketel, pekerjaan radio.

Sub Kontraktor yang mempunyai keahlian dengan jenis pekerjaan yang sama dengan jenis pekerjaan para Tenaga Kerja Langsung Perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut, maka biayanya dimasukkan pada biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL). Sedangkan Sub Kontraktor yang mempunyai keahlian dengan jenis pekerjaan yang tidak dimiliki oleh para Tenaga Kerja Langsung Perusahaan Dok dan Galangan Kapal tersebut, maka biayanya dimasukkan pada biaya tidak langsung (BTL).

Oleh karena itu Biaya Tenaga Kerja Langsung (TKL) pada Perusahaan Dok dan Galangan Kapal dapat dibagi menjadi :

1. Biaya Tenaga Kerja Langsung sendiri (TKLS)
2. Biaya Sub Kontraktor (S.K)

Uraian Biaya Tenaga Kerja Langsung ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.12 Uraian tentang Komponen Biaya Tenaga Kerja Langsung

2.5.2.3. Biaya Tidak Langsung atau Overhead

Biaya Tidak Langsung (BTL) atau Overhead merupakan biaya-biaya Material Tidak Langsung dan Tenaga Kerja Tidak Langsung serta biaya-biaya lainnya yang timbul dan yang diperlukan untuk menunjang keberhasilan penyelesaian proses produksi.

Biaya Material Tidak Langsung (Indirect Material Cost) adalah biaya material-material yang dipakai untuk menunjang keberhasilan proses produksi, tetapi tidak menjadi bagian yang integral dari produksi yang dihasilkan

Biaya Material Tidak Langsung ini antara lain : Biaya bahan bakar untuk motor las diesel, biaya tenaga listrik untuk penggerak peralatan/keamanan dan kesehatan kerja, biaya material untuk melancarkan kerja misalnya kapur, cat alat penara, dll.

Biaya Tenaga Kerja Tidak Langsung (Indirect Labour Cost) adalah Biaya Tenaga Kerja Tidak Langsung di mana digunakan untuk kegiatan proses produksi, tetapi diperlukan untuk menunjang keberhasilan dan kelancaran proses produksi. Antara lain: biaya tenaga kerja pemasaran, biaya tenaga kerja administrasi/personalia, biaya tenaga kerja kalkulasi/faktur, biaya

tenaga kerja pengadaan/ penyimpanan material, biaya tenaga kerja perancangan/ persiapan/pengawasan produksi, dll.

Biaya-biaya lain yang termasuk pada Biaya Tidak Langsung yang timbul dan akan timbul dalam penyelesaian proses produksi, tetapi yang tidak termasuk pada Biaya Material Tidak Langsung dan Biaya Tenaga Kerja Tidak Langsung; antara lain: biaya pemeliharaan, biaya penyusutan, biaya penelitian dan pengembangan, biaya asuransi, sewa-sewa, biaya pemasaran, biaya modal kerja atau bung bank.

Dalam perusahaan ada berbagai macam cara perhitungan gaji karyawan. Salah satu diantaranya dengan mengalikan tarif upah dengan jam kerja karyawan. Dalam perusahaan yang menggunakan metode harga pokok pesanan seperti perusahaan galangan kapal, dokumen pokok yang digunakan untuk mengumpulkan waktu kerja karyawan adalah kartu jam kerja (job time card). Kartu jam kerja adalah kartu yang menunjukkan jam kerja regular / biasa dan kerja lembur selama seminggu. Kartu jam kerja ini kemudian dikirim ke bagian akuntansi biaya / bagian pembuat daftar gaji untuk keperluan perhitungan gaji karyawan.

Prinsip perhitungan :

$$* \text{ Jumlah jam kerja } \times \text{ Tarif upah per jam } \\ \text{ (perhitungan gaji karyawan berdasarkan job time)}$$

Sedangkan untuk biaya tenaga kerja tak langsung dibebankan pada biaya overhead langsung. Biaya overhead langsung adalah biaya – biaya yang diperlukan untuk menunjang produksi secara langsung yang pembebanannya dibebankan pada produk yang bersangkutan.

2.6. Penerapan Regresi Linear Berganda Untuk Memeperkirakan Biaya Perbaikan Blok Kapal

2.6.1 Umum

Analisis resgresi ganda mempunyai langkah yang sama dengan analisis resgresi sederhana. Hanya disini analisisnya agak komplek, karena melibatkan banyak variabel bebas. Di samping itu, analisis regresi ganda lebih banyak didasarkan pada asumsi, karena pengujian tentang terpenuhi tidaknya asumsi masih sukar dilakukan. Sampai saat ini yang baru dikembangkan secara mantap adalah model linier, dan pengujian linieritas pada regresi ganda

terlalu sukar dilakukan sampai saat ini, lebih-lebih jika variabel bebasnya lebih dari 4 (empat). Oleh karena itu, linieritas dalam regresi ganda terpaksa diasumsikan saja, sehingga jika bentuk garis hubungan itu tidak linier maka hasilnya bisa analisis regresi berganda.

2.6.2 Bentuk Persamaan Regresi Ganda

Bentuk persamaan regresi ganda sbb :

1. Dua variabel bebas :

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

Untuk koefisien regresinya menggunakan persamaan sbb :

$$\sum Y = an + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2$$

$$\sum X_1 Y = a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2$$

$$\sum X_2 Y = a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2$$

2. Tiga variabel bebas :

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

Untuk menghitung koefisien regresinya menggunakan persamaan sbb :

$$\sum Y = an + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 + b_3 \sum X_3$$

$$\sum X_1 Y = a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 + b_3 \sum X_1 X_3$$

$$\sum X_2 Y = a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_3 \sum X_2 X_3$$

$$\sum X_3 Y = a \sum X_3 + b_1 \sum X_1 X_3 + b_2 \sum X_2 X_3 + b_3 \sum X_3^2$$

Untuk mempermudah pengolahan data pada saat menganalisa waktu dan biaya produksi akibat terjadinya gap maupun misalignment pada penyambungan blok, jumlah variable bebas dibatasi sampai tiga jenis. Pengolahan data menggunakan software Minitab.

2.6.3 Hubungan Antar Variabel

Untuk memudahkan melakukan perhitungan koefisien regresi, kita membutuhkan suatu tabel yang mengandung unsur-unsur yang dibutuhkan dalam persamaan yang mengandung bilangan anu (tidak diketahui).

Dengan menggunakan persamaan regresi ganda, kita dapat melakukan perhitungan nilai \hat{Y} untuk setiap X_1 dan X_2 . Dalam hal ini perubahan nilai Y disebabkan oleh perubahan X_1 , ketika

X_2 konstan atau perubahan nilai Y disebabkan oleh perubahan X_2 , ketika X_1 konstan. Selanjutnya dengan memperhitungkan nilai simpangan masing-masing \hat{Y} (Y taksiran) akan dapat dihitung besarnya variansi taksiran. Variansi taksiran ini akan memberi gambaran kepada pemakai tentang akurat tidaknya persamaan regresi ganda digunakan sebagai alat prediksi. Apabila ternyata nilai variasi ini rendah atau kecil maka persamaan regresi itu bisa digunakan untuk melakukan prediksi dengan baik, demikian pula sebaliknya.

2.6.4. Penerapan Regresi Ganda Linear

Untuk mendapatkan persamaan perhitungan biaya dengan menggunakan persamaan ganda linear, diperlukan analisa dalam setiap penyambungan blok. Data-data yang berhubungan dan yang kemungkinan mempengaruhi di data yang nantinya akan dijadikan sebagai variabel bebas. Adapun data-data yang diperlukan yaitu :

1. Data nama-nama blok yang akan disambung.
2. Data mengenai waktu kerja atau jam kerja harian di galangan, meliputi jam kerja biasa dan jam kerja lembur.
3. Data mengenai volume tiap blok kapal yang akan disambung.
4. Data mengenai jumlah pekerja yang terlibat.
5. Data mengenai tarif jam orang.
6. Data ketidaksesuaian gap, misalignment, dan jumlah titik yang mengalami kesalahan teknis pada sambungan blok.

Apabila dibuat dalam suatu tabel komponen- komponen dalam persamaan linear berganda adalah seperti table dibawah ini :

JO (Y)	Jumlah KG (X_1)	Waktu perbaikan (X_2)	JO (X_3)	Volume Blok (X_4)
Y_1	X_{11}	X_{21}	X_{31}	X_{41}
Y_2	X_{12}	X_{22}	X_{32}	X_{42}
Y_3	X_{13}	X_{23}	X_{33}	X_{43}
Y_4	X_{14}	X_{24}	X_{34}	X_{44}
Y_n	X_{nk}	$X_{n+1+k+1}$	$X_{n+2+k+2}$	$X_{n+3+k+3}$

KG=Ketidak Sesuaian Gap JO=jam orang

Dari data tersebut akan dicari persamaan ganda linear dengan tiga 3 variabel bebas sehingga persamaannya menjadi :

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_4$$

Y = Total jam orang

X₁ = Jumlah Ketidaksesuaian Gap,

X₄ = Volume blok yang tersambung

a = Konstanta,

b₁, b₂ = Koefisien persamaan

Untuk perhitungan biaya digunakan digunakan JO, karena pada umumnya perusahaan galangan sudah mempunyai standar harga jam orang. Besar biaya yang dibutuhkan adalah mengalikan total JO dengan tarif per jam orang. Persamaan diatas adalah persamaan sebagai perhitungan untuk memperkirakan biaya dalam proses penyambungan blok akibat adanya gap. Untuk menghitung biaya akibat misalignment sama seperti perhitungan biaya akibat gap.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian

3.1.1 Latar Belakang

Pada tahap pertama ini menentukan latar belakang permasalahan teknis yang terjadi pada proses pembangunan sebuah kapal di building berth khususnya adalah proses penyambungan block (tahap erection). Dalam tugas akhir ini akan menjelaskan permasalahan teknis yang terjadi dan yang menyebabkan permasalahan teknis itu terjadi, dimana dalam pembangunan sebuah kapal masih banyak terjadi permasalahan teknis yang dimulai dari tahap *design – assembly* bahkan pada tahap *erection*. Dengan adanya permasalahan teknis yang terjadi di lapangan maka pekerjaan menjadi terhambat, membutuhkan tambahan waktu dalam penyelesaian dan juga tambahan biaya.

3.1.2 Perumusan Masalah

Sesuai dengan adanya perbedaan dimensi dan bentuk penampang block maka perumusan masalah penelitian ini adalah :

- Bagaimana perbandingan terjadinya ketidaksesuaian gap dan misalignment untuk bagian belakang kapal dan bagian lambung kapal.
- Bagaimana cara membuat suatu perumusan statistik untuk mendapatkan suatu persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung perkiraan besar biaya akibat adanya ketidaksesuaian gap dan mis alignment pada saat penyambungan blok
- Berapa besar biaya produksi Tenaga kerja langsung dan waktu perbaikan yang dibutuhkan akibat ketidaktepatan dimensi dari block–block yang disambung.

3.1.3 Proses Pengumpulan Data

a. Tahapan pengumpulan data

Adapun dalam hal ini kapal yang dijadikan objek adalah kapal LPD 125 yang dibangun di galangan PT PAL Surabaya.

Data-data awal yang diperlukan dalam penelitian untuk tugas akhir ini antara lain :

Data primer

- Data besar jumlah ketidaksesuaian gap dan mis alignment setiap blok yang disambung.
- Wawancara dan tanya jawab kepada pihak yang bertanggung jawab pada tiap departemen maupun bengkel yang menagani proses produksi.

Data sekunder

- Data sekunder dikumpulkan untuk melancarkan proses penelitian, memperkuat hasil penelitian dan mempermudah mencapai tujuan penelitian, data-data ini meliputi :

- Data besar volume blok yang disambung.
- Data tenaga kerja.
- Kondisi galangan.
- Gambar pembagian blok kapal (Blok Division)

b. Studi Literatur

Setelah melakukan pengumpulan data maka diperlukan studi literatur yang mendukung dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Studi literatur yang digunakan antara lain:

1. Proses dasar pembangunan kapal
2. Welding and Cutting (pengelasan dan pemotongan).
3. Proses reparasi/perbaikan badan kapal
4. Analisa biaya produksi kapal
5. Analisa Regresi Linear Berganda.
6. JSQS dan IACS

3.1.4 Analisa Ekonomis

Setelah persamaan regresi ganda linear ditemukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan dan menjelaskan mengenai biaya yang dikeluarkan untuk proses perbaikan atau pekerjaan ulang sehingga didapatkan biaya yang dikeluarkan secara pasti.

3.1.5 Penerapan Regresi Ganda Linear

Setelah pengumpulan data selesai kemudian dilakukan Penerapan Regresi linear berganda untuk mendapatkan persamaan dalam perhitungan biaya akibat ketidaksesuaian gap dan misalignment. Persamaan ini nantinya akan digunakan untuk analisa ekonomi dalam proses perbaikan blok kapal.

3.1.6 Kesimpulan

Pada tahap ini akan dijelaskan beberapa kesimpulan awal mengenai Tugas Akhir. Adapun kesimpulan yang ingin diperoleh antara lain:

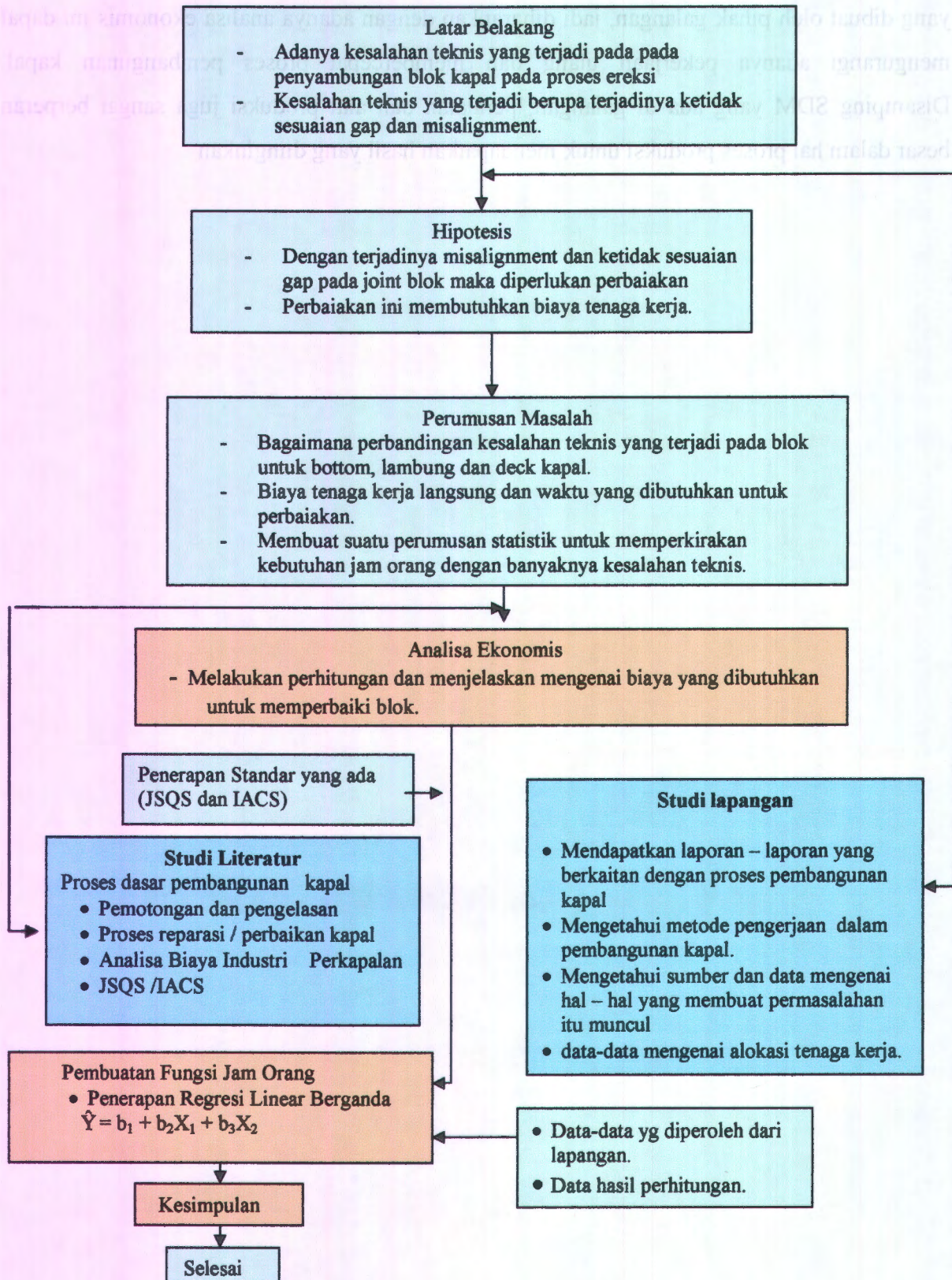
- Bahwa kesalahan-kesalahan teknis yang menyebabkan ketidaktepatan block ketika disambung dapat terjadi pada tahap design sampai assembly dan juga tahap erection.
- Besar biaya penyambungan dapat dihitung berdasarkan banyaknya variasi gap dan misalgmt yang terjadi pada saat penyambungan block.

- Biaya yang dikeluarkan pada pekerjaan ulang atau perbaikan sebanding jenis permasalahan dan tingkat kesalahan yang ada di lapangan.

Adapun perlu dipahami bahwa analisa ini dibuat sebagai pendukung dari keputusan yang dibuat oleh pihak galangan, jadi diharapkan dengan adanya analisa ekonomis ini dapat mengurangi adanya pekerjaan ulang dan mempercepat proses pembangunan kapal. Disamping SDM yang ada di galangan, peralatan dan alat produksi juga sangat berperan besar dalam hal proses produksi untuk mendapatkan hasil yang diinginkan

3.1.7. Diagram alir Pengerjaan Tugas Akhir

Urutan pelaksanaan pemodelan yang akan dilakukan adalah mengikuti diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir\

Bab IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Gambaran Umum PT. PAL Indonesia

PT. PAL Indonesia merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang industri maritim dan perkapalan. Sebagai salah satu galangan terbesar di Asia Tenggara, PT. PAL Indonesia berusaha untuk memperoleh andil yang besar dalam pengembangan usaha di sektor kelautan.

Dalam usahanya tersebut, saat ini PT. PAL Indonesia mengambil beberapa kebijakan yang ditujukan agar tetap dapat bertahan, melakukan pengembangan usaha, dan kompetisi dalam industri maritim dan perkapalan. Untuk memperoleh tujuan tersebut, perusahaan berusaha mendapat pengakuan dari badan standarisasi internasional, dan melakukan pengawasan ketat terhadap proses produksi, terutama *safety* (keselamatan kerja).

PT. PAL Indonesia dalam struktur organisasinya memiliki beberapa direktorat yang dipimpin oleh seorang direktur, dan membawahi beberapa divisi yang dikepalai oleh seorang general manajer.

4.2 Divisi Kapal Perang

Divisi Kapal Niaga dipimpin oleh seorang *General Manager* yang bertugas mengawasi, mengendalikan dan bertanggung jawab terhadap semua pekerjaan yang dilakukan dalam divisi ini. *General Manager* dibantu oleh beberapa *Manager* yang memimpin departemen yang merupakan tulang punggung dari pembangunan suatu kapal. Adapun departemen tersebut antara lain Departemen *Hull Construction*, Departemen *Outfitting*, Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi, dan Departemen *Support*.

Departemen *Hull Construction* dan *Outfitting* merupakan departemen operasional yang secara langsung menangani produksi berbagai elemen bangunan kapal. Lalu Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi menjadi bagian dari proses produksi dengan memberikan evaluasi dan perencanaan pembagian pekerjaan pada departemen operasional, dan untuk Departemen *Support* atau Pendukung menangani semua infrastruktur dan perlengkapan yang dimiliki oleh Divisi Kapal Niaga, sehingga kesinambungan produksi dapat terjaga dengan baik.

Dengan semakin ketatnya persaingan dalam industri galangan kapal, Divisi Kapal Niaga berusaha semaksimal mungkin untuk memberikan pelayanan dan pengawasan terhadap

kualitas produk yang dikeluarkan. Untuk memiliki daya saing yang baik, Divisi Kapal Perang menerapkan konsep *Safety First* (Keselamatan Kerja) sebagai suatu hal yang mendapat perhatian utama. Hal ini menjadi salah satu pertimbangan utama, disebabkan oleh adanya kenyataan di lapangan, bahwa para *owner* kapal selalu mempertimbangkan kondisi lingkungan kerja pada galangan yang bersangkutan. Dalam pemenuhan jadwal penyerahan ditengah padatnya aktifitas produksi, divisi kapal perang menerapkan metode *Side & End Launching* karena keterbatasan lahan. Dalam hal ini satu unit kapal, dibangun menjadi dua blok, satu blok diluncurkan secara *End Launching* dan satu blok lagi diluncurkan dengan metode *Side Launching*. Penyambungan kedua blok kapal tersebut dilakukan dalam *graving dock*.

Keberadaan divisi kapal perang atas nama PT. PAL Indonesia sebagai sentra industri maritim nasional telah memberikan kontribusi untuk pengembangan industri nasional lainnya. Antara lain diimplementasikannya program Caraka Jaya, yang berperan dalam pengalihan teknologi kepada galangan-galangan kapal nasional yang ikut serta membangun Caraka Jaya dalam hal pengeriman gambar-gambar desain produk, supervisi kualitas produk, dan pengembangan kontrol kualitas personil.

4.3. Fasilitas yang Ada di Departemen *Hull Construction* Divisi Kapal Perang

Untuk menunjang kegiatan produksi yang dilakukan pada Divisi Kapal Perang, tentunya diperlukan fasilitas-fasilitas penunjang yang memadai.

Tugas-tugas yang diemban departemen ini dibagi-bagi menjadi beberapa bagian yang masing-masing bagian dipikul oleh person-person yang ada dalam Departemen *Hull Construction* (HC).

Ada tujuh tahapan pengerjaan konstruksi lambung kapal. Masing-masing tahap dikerjakan pada pos-pos yang dipimpin oleh seorang kepala bengkel. Tujuh pos pengerjaan konstruksi lambung tersebut adalah seperti di bawah ini :

1. Gudang Penyimpanan (*Steel Stock House*)

Gudang ini merupakan tempat penampungan / penyimpanan material yang diperlukan untuk pembangunan konstruksi lambung. Spesifikasi gudang penyimpanan ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas : 4000 ton plat & 1300 ton profil
- b. Luas bangunan : 8120 m²

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

Gudang Penyimpanan		
Fasilitas	Kapasitas	Unit
<i>Shot Blasting & Painting Machine</i>	10 plat / hari	1
<i>Plate Straightening Roller</i>	3,6 m (lebar) x 16 mm (tebal)	1
<i>Chain Conveyor 10T</i>	28 kg / mm ²	1

Tabel 4.1 Fasilitas pada Gudang Penyimpanan

2. Bengkel Fabrikasi (*Fabrication Shop*)

Dalam bengkel ini dilakukan beberapa pengerjaan yaitu penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), serta pembengkokan (*bending*) pelat maupun profil. Spesifikasi Bengkel Fabrikasi ini adalah sebagai berikut :

a. Kapasitas produksi : 16300 ton / tahun

Dengan perincian 12.300 ton pelat / tahun & 4.000 ton profil / tahun.

b. Luas bangunan : 8.425 m²

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

Bengkel Fabrikasi		
Fasilitas	Kapasitas	Unit
<i>NC Gas cutting machine 2 torch for plate</i>	3,5 mm - 60 mm	1
<i>NC Plasma cutting machine 2 torch for plate</i>	3.5 mm-75 mm	1
<i>Flame planner 20 torch</i>	5-50 mm	1
<i>NC Frame marker</i>	lebar pelat 3 m dan panjang 15 m	1
<i>Hydraulic press machine 1000T</i>	kuat tekan 100-1000 ton	1
<i>Hhydraulic press machine 500T</i>	kuat tekan 50-500 ton	1
<i>Three roll bend machine 1500T</i>	tebal pelat yang bias diroll 25 mm dengan lebar 1500 mm	1
<i>Frame bending machine 400T</i>	<i>frame</i> / profil yang bisa dikerjakan 550 mm x 150 mm	1
<i>Bending table & cutting table</i>		1
<i>Conveyor & transverser</i>		11
<i>Overhead crane 10 T</i>	10 ton	2
<i>Overhead crane 5 T</i>	5 ton	2
<i>Portal crane 3 T</i>	3 T	2
<i>Portal crane 5 T</i>	5 ton	2

<i>Gantry crane 1,5 T</i>	1,5 ton	1
<i>Jib crane 0.5 T</i>	0.5 ton	1

Tabel 4.2 Fasilitas pada Bengkel Fabrikasi

3. Bengkel *Sub Assembly (Sub Assembly Shop)*

Pada bengkel ini material yang sudah di fabrikasi disusun menjadi blok-blok dengan berat maksimum 10 ton. Spesifikasi Bengkel *Sub Assembly* ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi : 6200 ton / tahun
- b. Luas bangunan : 8600 m²

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

a. *Small panel line*, mesin-mesin yang ada adalah :

- *Floor mount equipment*
- *Mobile web gantry*
- *Fillet weld gantry*
- *FBC one side weld station*

Kapasitas ketebalan yang bisa dikerjakan adalah 5-16 mm

b. *Mobile stiffener gantry*

c. *Conveyor system*

d. *Fabrication line A/B*, mesin-mesin yang ada adalah :

- *Service weld gantry*
- *Lathe floor*

e. *Profile build up line*, mesin-mesin yang ada adalah :

- *Welding unit*
- *Turning equipment*
- *Straightening*

f. 2 units *Overhead Crane 10 T*

4. Bengkel *Assembly (Assembly Shop)*

Bengkel ini mempunyai satu *flat panel* seperti konstruksi dasar, konstruksi sisi, konstruksi geladak termasuk flat ganda konstruksi lambung, satu lintasan *curved panel* seperti *fore-shell* atau *aft-shell* blok konstruksi dan *lattice floor* yang digunakan untuk perakitan konstruksi besi. Berat maksimal blok 150 ton. Spesifikasi Bengkel *Assembly* ini adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas produksi : 14700 ton / tahun
- b. Luas bangunan : 11.610 m²

Fasilitas yang ada di dalamnya adalah :

a. *Main panel line*

Kapasitas blok yang bisa dikerjakan dalam bengkel ini 120 ton dengan ukuran maksimum 15 m x 15 m, mesin-mesin yang ada adalah :

- *Tack weld station*, seperti yang terlihat pada Gambar II.7. Pada gambar tersebut sedang dilakukan pengerjaan *tack weld* antara satu pelat dengan pelat yang lain.
- *FBC one side welding*, kapasitas tebal material yang bisa dikerjakan dengan mesin ini adalah 8-25 mm.
- *Fillet weld gantry*
- *Mobile web gantry*
- *Web weld service gantry*
- *Ultra heavy lift*
- *Floor mounted equipment*

b. *Curved block line*, Kapasitas blok yang bisa dikerjakan 60 T.

Bagian ini mengerjakan untuk blok-blok yang melengkung, seperti ceruk haluan dan ceruk buritan maupun daun kemudi.

Mesin-mesin yang ada adalah :

- *Web weld service grant*
- *Skid floor*
- *Ultra heavy lift*
- *Overhead crane, 20 T, 40 T, 38 T, 30 T*

4.4 Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal yang dibangun yang dipakai sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Ship's Name : *Landing Platform Dock 125 m*

Pemilik : *Departemen Pertahanan TNI AL*

Adapun Ukuran Kapal ini adalah sebagai berikut :

-Length over All	: 125 M
-Length between perpendicular	: 109.2 M
-Breadth	: 22.00 M
-Depth Tank Deck	: 6.7 M
-Draft	: 4.9 M
-Displacement	: 7.300 Ton

- Kecepatan maksimum : 15 knots
- Cruising range : 10.000 miles

4.5 Perhitungan Jam Kerja

Waktu kerja di PT. PAL Surabaya dalam 1 (satu) minggu terdiri dari 5 (enam) hari kerja yaitu dari hari Senin sampai dengan hari Sabtu. Waktu kerja tersebut terbagi menjadi 2 jam kerja :

1. Jam kerja biasa : 08.00 - 17.00
2. Jam kerja lembur : 17.00 - 22.00

A. Pada jam kerja biasa terbagi menjadi 3, yaitu :

- ❖ Hari Senin - Kamis : 08.00 - 17.00
Waktu istirahat : 12.00 - 13.00
- ❖ Hari Jum'at : 08.00 - 17.00
Waktu istirahat : 11.30 - 13.00
- ❖ Hari Sabtu : 08.00 - 17.00
Waktu Istirahat : 12.00 - 13.00

Jumlah jam kerja biasa dalam satu minggu yang terdiri dari 6 (enam) hari kerja :

$$(8 \text{ jam} \times 5) + 7,5 \text{ jam} = 47,5 \text{ jam.}$$

Waktu kerja biasa dalam 1 hari adalah 7,9 jam ~ 8 jam.

B. Jam kerja lembur

- ❖ Hari Senin - Sabtu : 17.00 - 22.00
Waktu istirahat : 18.00 - 19.00

Jumlah jam kerja lembur dalam satu minggu yang terdiri dari 6 (enam) hari kerja :

$$(4 \text{ jam} \times 6) = 24 \text{ jam.}$$

Waktu kerja lembur dalam 1 hari adalah 4 jam.

4.6 Perhitungan Produktivitas Pekerja

Sesuai hasil perhitungan jam kerja yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat dihitung standard kerja yang dicapai untuk masing-masing bengkel kerja, yaitu standard kerja pada bengkel fabrikasi serta bengkel *assembly* dan ereksi. Standard kerja ini dihitung dengan membandingkan kapasitas produksi bengkel (target) dengan jumlah jam kerja dan jumlah pekerja pada masing-masing bengkel. Berikut ini adalah perhitungan standard kerja untuk masing-masing bengkel tersebut :

1. Bengkel fabrikasi :

Kapasitas produksi (target) = 21000 Kg/Hari.
 Jumlah jam kerja/hari = 8 Jam.
 Jumlah pekerja = 38 Orang.
 Maka, produktivitas bengkel fabrikasi = $21000 \text{ Kg}/(8 \text{ Jam} \times 38 \text{ Orang})$
 = 69,08 Kg/J.O

2. Bengkel *assembly* dan ereksi :

Kapasitas produksi (target) = 20000 Kg/Hari.
 Jumlah jam kerja/hari = 8 Jam.
 Jumlah pekerja = 72 Orang.
 Maka, produktivitas bengkel *assembly* dan ereksi = $20000 \text{ Kg}/(8 \text{ Jam} \times 72 \text{ Orang}) =$
 34,72 Kg/J.

4.7 Metode Pembangunan

Proses pembangunan kapal LPD 125 m di PT PAL Surabaya ini menggunakan metode *Full Outfitting Block System* (FOBS). Metode ini dikembangkan pertama kali oleh galangan kapal di Jepang, dalam metode FOBS *hull construction* dibagi menjadi blok-blok di mana sebagian besar pekerjaan *outfitting* tidak dilakukan di *building berth*, tetapi dilakukan langsung di bengkel-bengkel. Hanya beberapa bagian saja yang dilakukan di *building berth*, yaitu untuk *outfitting* yang tidak mungkin dilakukan di bengkel. Tujuan utama dari penerapan sistem ini adalah untuk memudahkan pekerjaan di *building berth* (tahap ereksi) dan mempercepat proses pembangunan kapal, karena bisa dilakukan secara paralel.

4.7.1 Perbaikan Sambungan Pada Blok Berbentuk Kurve

Tabel 4.1 adalah hasil perolehan data perbaikan blok akibat adanya ketidaksesuaian gap maupun ketidaklurusan pada penyambungan blok-blok yang berbentuk lengkungan. Jumlah titik yang mengalami ketidaksesuaian gap, waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan dan banyak JO yang dibutuhkan dapat dilihat pada table lampiran. Penyambungan blok dikelompokkan menjadi beberapa bagian untuk mengurangi pekerjaan pada proses fitting. Satu kelompok penyambungan biasanya lebih dari dua blok maupun grand blok tergantung kapasitas crane yang ada. Data pengelompokan blok yang akan disambung sesuai dengan data yang diperoleh dari pembangunan kapal LPD 125 M pada galangan kapal PT PAL Surabaya divisi Kapal Perang. Pengelompokan blok didasarkan pada letak/posisi blok yang akan disambung. Untuk perhitungan yang lebih lengkap dari setiap besar gap, misalignment, waktu perbaikan, kebutuhan jam orang dapat dilihat pada lampiran. Dari data yang diperoleh,

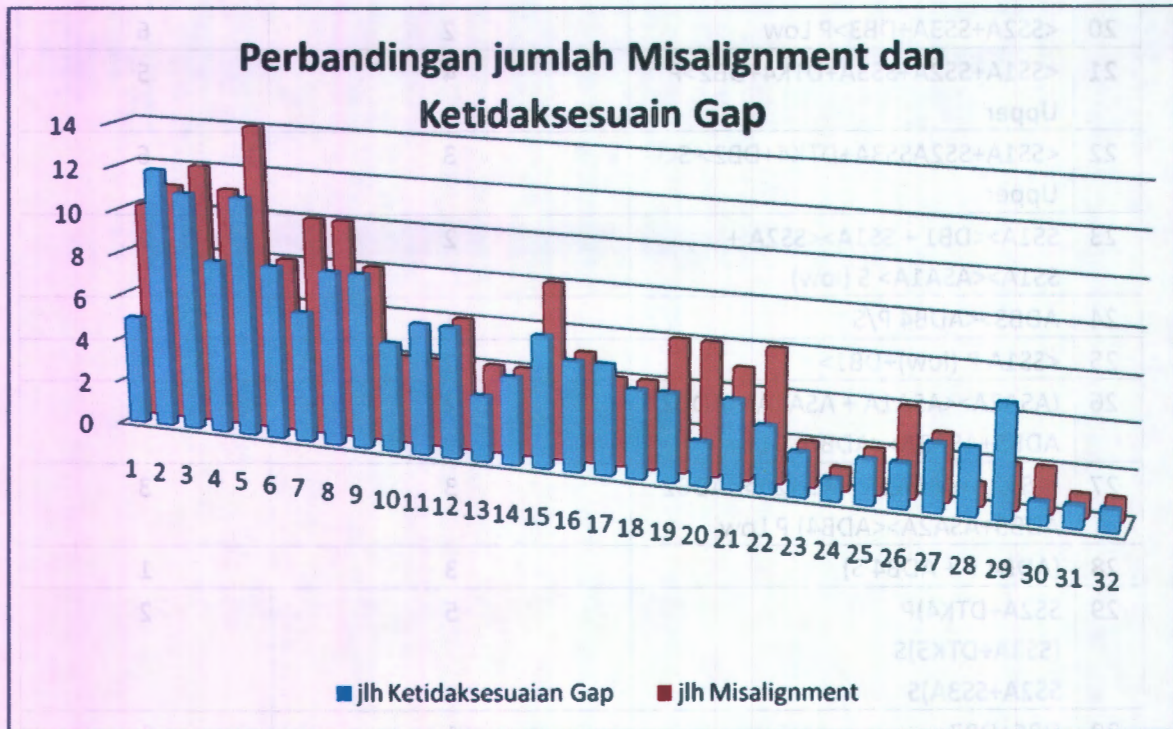
perbaiki joint blok yang mengalami ketidaksesuaian gap maupun misalignment untuk sambungan blok-blok yang berbentuk lengkungan dapat dilihat pada tabel 4.1:

No	Join blok	Ketidaksesuaian Gap	Misalignment
1	SS3A + SS2A(P/S) SS3A + DB3 (P/S)	5	10
2	DTK 4 + DB2 ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	12	11
3	ASF 4 (P) + ASF 3 (S) ASF 4 (S) + ASF 3 (s)	11	12
4	ASF 3 IN(S) + ASF 2 IN (S) ASF 3 IN(S) + ASF 3 Out (S) ASF 3 Out(S) + ASF 2 Out (S)	8	11
5	ASF3 In (P) + ASF 3 IN (S) ASF3 In (P) + ASF 2 IN (P) ASF3 In (P) + ASF 3 Out (P) ASF3 Out (P) + ASF 2 oUT (P)	11	14
6	ASF2 In + ASF1 In (P) ASF2 In + ASF2 OUT (P) ASF2 Out ASF1 Out (P)	8	8
7	ASF2 In(P) + ASF2 In (S) ASF2 IN ASF1 IN(S) ASF2 Out + ASF2 IN(S) ASF2Out + ASF1 Out(S)	6	10
8	SS5A (P) + SS5A(S) SS5A(P)+<DTK6+SS4A>(P) SS5A(S)+<DTK6+SS4A>(S) SS5A(P)+DB5(P) SS5A(s)+DB5(S)	8	10
9	SS6A(P)+DB6 SS6A(S)+DB6 SS6A(P)SS6A(S)	8	8
10	<ASF1 In(P)><ADB+ASA3A>(P)	5	4
11	ASF1 Out><ASF1In P><ADB4 + ASA3A>(P)	6	4
12	ASF1 Out S><ASF1 In><ASA3A+ ADB4>(S)	6	6
13	ASF1 In><ASF1 IN P><ADB4+ ASA3A>(S)	3	4
14	ASA3AFORE+DTK1+ADB4>(P)	4	4
15	<ASA3A In+DTK1+ADB4>(S)	6	8
16	<ASA3A Out+DTK1+ADB4>(S)	5	5
17	<ASA3A AFT+ADB4+ASA3A S>(P)	5	4
18	<SS3A+SS4A+DB5>P Lower	4	4
19	<SS1A+SS2A+SS3A+DB2> P Lower	4	6

20	<SS2A+SS3A+DB3>P Low	2	6
21	<SS1A+SS2A+SS3A+DTK4+DB2>P Upper	4	5
22	<SS1A+SS2ASS3A+DTK4+DB2> S Upper	3	6
23	SS1A><DB1 + SS1A><SS2A + SS1A><ASA1A> S (low)	2	2
24	ADB3><ADB4 P/S	1	1
25	<SS1A P (low)+DB1>	2	2
26	(ASA2A><ASA1A + ASA2A><ADB2 ADB3+ASA2A><ADB4) S Low	2	4
27	(ASA2A><ASA1A + ASA2A><ADB2 ADB3+ASA2A><ADB4) P Low	3	3
28	(ADB4 P + ADB4 S)	3	1
29	SS2A+DTK4)P (SS3A+DTK5)S SS2A+SS3A)S	5	2
30	DB6+DB7	1	2
31	(SS1A><DB1 + SS1A><SS2A + SS1A><ASA1A) P <Low>	1	1
32	SS4A S Low><DB4 SS4A S Low><DB5 SS4A S Low><SS3A S Low	1	1

Tabel 4.3 Jumlah Misalignment dan Ketidakesuain Gap pada Joint Blok Berbentuk Kurve

Dari tabel 4.3 dapat dilihat bahwa penyambungan blok untuk bentuk-bentuk blok yang mempunyai lengkungan, terjadinya misalignment dan ketidakesuain gap pada umumnya berbanding lurus. Terjadinya misalignment dan ketidakesuain gap paling banyak terjadi pada joint blok pada bagian belakang kapal untuk blok-blok yang berada dibawah garis air (blok ASF1, ASF2, ASF3, ASF4). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada grafik 4.1 :



Gambar 4.1 Jumlah Misalignment dan Ketidakesesuaian Gap pada Joint Blok Berbentuk Kurve

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa terjadinya misalignment maupun ketidakesesuaian gap pada sambungan blok, semakin kebelakang terjadinya kesalahan teknis semakin besar. Hal ini sangat dipengaruhi oleh bentuk blok yang lengkung. Selain bentuk blok, terjadinya kesalahan teknis disebabkan banyak konstruksi yang harus disambung karena pada bagian blok ini terdapat sterntube, instalasi mesin, konstruksi pondasi mesin dll. Oleh sebab itu, penyambungan blok pada daerah ini sangat diperhatikan ketelitiannya karena merupakan penerima getaran terbesar dari mesin kapal yang dapat mengakibatkan keretakan pelat.

4.7.2 Perbaikan Sambungan Pada Blok Berbentuk Flat

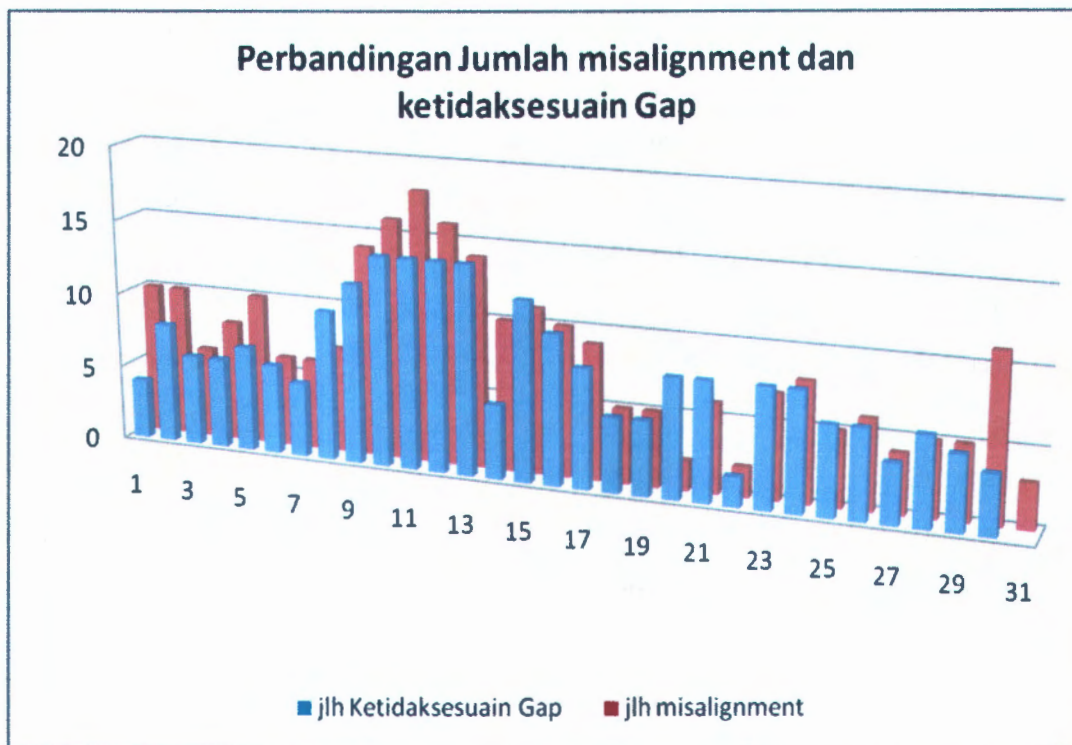
Tabel 4.2 adalah hasil perolehan data jumlah sambungan yang harus mendapatkan perbaikan blok akibat adanya ketidakesesuaian gap dan ketidaklurusan sambungan. Tabel ini berisikan data-data jumlah kesalahan teknis penyambungan blok-blok yang berbentuk datar. Jumlah titik yang mengalami ketidakesesuaian gap, misalignment, waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan dan banyak JO yang dibutuhkan dapat dilihat pada lampiran. Penyambungan blok dikelompokkan menjadi beberapa bagian untuk mengurangi pekerjaan pada proses fitting. Satu kelompok penyambungan biasanya lebih dari dua blok maupun grand blok tergantung kapasitas crane yang ada. Pengelompokan blok didasarkan pada letak/posisi blok yang akan disambung. Dari data yang diperoleh, jumlah terjadinya misalignment dan ketidakesesuaian gap dapat dilihat pada tabel berikut :

No	Nama Join blok	Jml Misalignment	Jml Ketidaksesuain Gap
1	AP4(S)+ AP3(S)	10	4
2	AP4(P)+ AP3(P) AP4(P)+ ASF4	10	8
3	AP1(S)+ASA 3B AP1(S)+ASF 1	6	6
4	AP3(S)+AP2(S) AP3(S)+ASF3	8	6
5	AP2(s)+AP1(S) AP2(s)+ASF2	10	7
6	AP2(P)+AP1(P) AP2(p)+ASF2	6	6
7	AP3(P)+AP2(P) AP3(P)+ASF3	6	5
8	TR3 + TR2 TR3 +SS3B (P/S) TR3 + DTR5	7	10
9	ATR1 (P) + ATR1 (S) ATR1(P/S) +TR1 (P/S) ATR1 (P/S) + ASA1B (P/S)	14	12
10	TR1 (P) + TR1 (S) TR1 P/S) + TR2 (P/S) TR1 (P/S) + SS1B (P/S) TR1 (P/S) + DTR3	16	14
11	TR4 (P) + TR4(S) TR4(P/S) + TR3 (P/S) TR4 (P/S) + SS4B (P/S) TR4 (P/S) + DTR6	18	14
12	ATR3 (P) + ATR3 (S) ATR3 (P/S) + ATR2 (P/S) ATR3 (P/S) +ASA3B (P/S)	16	14
13	ATR2(P) + ATR 2(S) ATR2(P/S) + ATR1(P/S) ATR2(P/S) + ASA2B(P/S) ATR2(P/S) + DTR1	14	14
14	SS3A + SS2A(P/S) SS3A + DB3 (P/S)	10	5
15	DTK 4 + DB2 ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	11	12
16	SS4B (S) + DTR6 SS4B(S) + SS3B (S) SS4B (S) + SS4A(S)	10	10
17	ASA3B(P) + DTR1 ASA3B(P) + ASA2B(P) ASA3B(P) + ASA3A (P)	9	8

18	<DTR2+DTR3+DTK2>	5	5
19	<DTR4+DTR5+DTK5>	5	5
20	SS4B(P) + DTK6 SS4B(P) + SS3B(P) SS4B(P) + SS4A (P)	2	8
21	SS1B+DTR3(P)	6	8
22	TR2(P) + TR2(S)	2	2
23	ASA1B+ASA1A(S) ASA1B+SIB(S) ASA1B+DTR2	7	8
24	ASA1B+SS1B(P) ASA1B+ASA1A(P) ASA1B+DTR2(P)	8	8
25	SS3B+SS2B(S) SS3b+SS3A(S) SS3B+DTR5(S)	5	6
26	SS2B+SS1B(S) SS2B+SS2A(S) SS2B+DTR4(S)	6	6
27	SS1B+SS1A(S) SS1B+DTR2(S)	4	4
28	SS1B+SS1A(P) SS1B+DTR2(P)	5	6
29	<DTR2+DTR3+DTK2>	5	5
30	DTR5+DTR6DTK6	11	4
31	(DTK4+DTR4) DTR3+DTR4)	3	

Tabel 4.4 Data Ketidaksesuaian Gap pada Blok Berbentuk Flat

Dari tabel 4.4 dapat dilihat bahwa penyambungan blok untuk bentuk-bentuk blok flat, terjadinya misalignment dan ketidaksesuain gap pada umumnya berbanding lurus dengan banyaknya blok yang akan disambung. Terjadinya misalignment dan ketidaksesuain gap paling banyak terjadi pada joint blok pada bagian deck kapal untuk blok-blok yang berada diatas garis air (blok ATR, TR DTR). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada grafik sebagaiberikut :



Gambar 4.2 Jumlah Misalignment dan Ketidakesesuaian Gap pada Joint Blok Berbentuk Flat

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa terjadinya misalignment maupun ketidakesesuaian gap pada sambungan blok, lebih banyak terjadi pada join blok pada pada bagian deck kapal. Hal ini sangat dipengaruhi oleh konstruksi blok dan ketebal pelat yang digunakan. Pada bagian deck kapal jarak ketebalan pelet maupun profil konstruksi lebih tipis dibandingkan dengan konstruksi yang berada di bawah garis air. Akibat perlakuan panas yang terus menerus mulai dari fabrikasi, assembly, sampai grand assembly memungkinkan perubahan dimensi blok. Selain daripada itu perubahan bentuk blok dapat disebabkan akibat puntiran dan deformasi. Hal ini sangat mempengaruhi kelurusan dan kesesuaian gap pada sambungan.

4.8 Perhitungan Biaya Perbaikan Sambungan Blok

Metode pembangunan kapal dengan sistem blok tidak terlepas dari kesalahan teknis pada saat proses penyambungan. Adanya kesalahan teknis dalam pembuatan blok kapal dapat mengakibatkan terjadi ketidakesesuaian gap maupun *Misalignment* pada saat penyambungan.

Perhitungan besarnya biaya tenaga kerja langsung adalah menggunakan rumus sebagai berikut (Broto Sasongko, Analisa Biaya Industri Perkapalan dan Galangan Kapal, 1991)

* Jumlah jam orang x Tarip upah perjam orang

(perhitungan gaji karyawan berdasarkan job time)

Untuk memperbaiki blok akibat adanya *Misalignment* pada saat penyambungan blok dibutuhkan jasa welder, jasa Fairing dan jasa cutting sedangkan untuk memperbaiki blok

akibat ketidaksesuaian gap dibutuhkan jasa welder, jasa cutting, dan jasa gerinda. Pada galangan kapal PT. PAL Surabaya setiap perbaikan dikerjakan per tim. Satu tim terdiri dari 3 orang dan komposisi tenaga kerjanya tergantung jenis perbaikannya. Adapun komposisi tim untuk perbaikan akibat adanya *Misalignment* maupun adanya ketidaksesuaian gap pada sambungan blok adalah sebagai berikut :

Harga JO para pekerja di lapangan :

- Jasa welder	= Rp 7000/jam
- Jasa Fairing	= Rp 6000/jam
- Jasa Cutting	= Rp 6000/jam
- Jasa gerinda	= Rp 4000/jam

- Biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan blok akibat ketidaksesuaian gap = jasa welder + Jasa Cutting + Jasa Gerinda
= Rp 7000 + Rp 6000 + Rp 4000
= Rp 17000/3 jam = Rp 5667/jam
- Biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan blok akibat ketidaksesuaian gap = jasa welder + Jasa Cutting + Jasa Fairing
= Rp 7000 + Rp 6000 + Rp 6000
= Rp 19000/3 jam = Rp 6334/jam

Berdasarkan hasil survey di lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari PT. PAL Surabaya maka lama waktu dan JO yang dibutuhkan untuk memperbaiki sambungan blok dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

a. Untuk Data Ketidaksesuaian Gap pada Blok Berbentuk Flat

No	Nama Join blok	Gap (mm)	Panj.Gap (m)	tebal pelat (mm)	waktu (jam)	JO
1	AP4(S)+ AP3(S)	10	0.7	12	1.06	1.76
		12	0.3	12	0.53	0.88
		9	1	12	1.39	2.32
		11	2	12	3.27	5.44
2	AP4(P)+ AP3(P) AP4(P)+ ASF4	10	2	12	3.02	5.04
		7	1.5	12	1.72	2.86
		12	1.7	12	2.98	4.97
		13	1.2	12	2.25	3.75
		11	0.8	12	1.31	2.18
		9	0.3	12	0.42	0.69
		8	1.3	12	1.65	2.75
		13	0.4	12	0.75	1.25

3	AP1(S)+ASA 3B AP1(S)+ASF 1	12	0.8	12	1.4	2.34
		8	0.7	12	0.89	1.48
		6	0.3	12	0.31	0.51
		7	0.8	12	0.92	1.53
		7	1.6	12	1.83	3.06
		10	0.3	12	0.45	0.76
4	AP3(S)+AP2(S) AP3(S)+ASF3	7	1.4	12	1.6	2.67
		7	2	12	2.29	3.82
		12	0.9	12	1.58	2.63
		11	1.9	12	3.34	5.56
		12	1.4	12	2.46	4.09
		8	0.4	12	0.51	0.85
5	AP2(s)+AP1(S) AP2(s)+ASF2	7	0.4	12	0.46	0.76
		8	0.5	12	0.63	1.06
		11	2	12	3.27	5.44
		13	1.8	12	3.38	5.63
		12	1.7	12	2.98	4.97
		11	1.6	12	2.61	4.35
		6	1.8	12	1.84	3.07
...	
...	
...	
28	<DTR2+DTR3+DTK2>	6	1.2	12	1.23	2.05
		9	1.4	12	1.95	3.24
		9	0.7	12	0.97	1.62
		11	1.1	12	1.8	2.99
		8	1.5	12	1.9	3.17
30	DTR5+DTR6DTK6	13	0.7	12	1.31	2.19
		11	0.5	12	0.82	1.36
		7	0.4	12	0.46	0.76
		6	1	12	1.02	1.7

Tabel 4.5 Data Ketidaksesuaian Gap pada Blok Berbentuk Flat

Jadi lama waktu pengerjaan untuk memperbaiki sambungan blok adalah 296,82 jam dengan kebutuhan JO 494.51.

b. Untuk Data Ketidaksesuaian Gap pada Blok Berbentuk Kurve

No	Join blok	gap (mm)	panjang gap (m)	tebal pelat (mm)	waktu(jam)
1	SS3A + SS2A(P/S) SS3A + DB3 (P/S)	12	0.62	12	1.09
		9	0.64	12	0.89
		9	0.55	12	0.76
		12	0.58	12	0.95
		6	0.82	12	0.84
2	DTK 4 + DB2	7	0.92	14	1.3

	ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	7	1.39	14	1.97
		12	0.9	14	1.92
		8	0.45	12	0.57
		8	0.81	12	1.03
		8	0.85	12	1.18
		6	0.23	14	0.29
		12	0.52	14	1.11
		12	0.51	14	1.16
		9	0.61	12	0.85
		8	1.32	12	1.67
		7	0.32	12	0.37
3	ASF 4 (P) + ASF 3 (S)	8	1.2	14	1.87
	ASF 4 (S) + ASF 3 (s)	10	0.93	14	1.71
		11	0.41	14	0.81
		11	0.95	14	1.89
		7	1.33	14	1.89
		8	0.41	14	0.64
		8	1.01	14	1.58
		10	1.35	14	2.49
		6	0.46	12	0.47
		6	0.89	12	0.91
		5	1.26	12	1.01
...	
...	
...	
29	SS2A+DTK4)P	9	0.4	12	0.56
	(SS3A+DTK5)S	9	1.43	12	1.99
	SS2A+SS3A)S	8	1.26	12	1.6
		9	0.81	12	1.13
		8	1.04	12	1.32
30	DB6+DB7	8	0.34	15	0.58
31	(SS1A><DB1 + SS1A><SS2A + SS1A><ASA1A) P <Low>	12	1.12	14	2.38
32	SS4A S Low><DB4	9	0.34	14	0.58
	SS4A S Low><DB5				
	SS4A S Low><SS3A S Low				

Tabel 4.6 Data Ketidaksesuaian Gap pada Blok Berbentuk Kurve

Jadi lama waktu pengerjaan untuk memperbaiki sambungan blok adalah 196,6 jam dengan kebutuhan JO 365.10.

c. Untuk Data Misalignment pada Blok Berbentuk Flat

No	Nama Join blok	lebar mis (mm)	panjang mis (m)	tebal pelat (mm)	waktu (jam)	JO
1	AP4(S)+ AP3(S)	7	0.68	12	1.9	3.8
		4	1.12	12	1.79	3.6
		3	1.32	12	1.58	3.2
		6	0.8	12	1.92	3.8
		6	0.94	12	2.26	4.5
		3	2.15	12	2.58	5.2
		6	1	12	2.4	4.8
		4	0.77	12	1.23	2.5
		7	1.5	12	4.2	8.4
2	AP4(P)+ AP3(P) AP4(P)+ ASF4	4	1.31	12	2.1	4.2
		4	1.75	12	2.8	5.6
		4	1.1	12	1.76	3.5
		4	1.89	12	3.02	6
		7	1.15	12	3.22	6.4
		3	1.66	12	1.99	4
		6	0.79	12	1.9	3.8
		3	0.68	12	0.82	1.6
		7	1.68	12	4.7	9.4
3	AP1(S)+ASA 3B AP1(S)+ASF 1	7	1.74	12	4.87	9.7
		3	2.06	12	2.47	4.9
		5	2.16	12	4.32	8.6
		3	0.98	12	1.18	2.4
		5	1.95	12	3.9	7.8
		4	0.74	12	1.18	2.4
...
...
...
28	<DTR2+DTR3+DTK2>	3	0.5	12	0.6	1.2
		5	0.56	12	1.12	2.2
		6	0.48	12	1.15	2.3
		7	0.68	12	1.9	3.8
		5	1.57	12	3.14	6.3
30	DTR5+DTR6DTK6	6	0.61	12	1.46	2.9
		4	1.43	12	2.29	4.6
		3	1.04	12	1.25	2.5
		5	0.52	14	1.21	2.4
		7	0.4	14	1.31	2.6
		4	1.82	12	2.91	5.8
		4	1.97	12	3.15	6.3

		5	1.96	12	3.92	7.8
		7	1.33	12	3.72	7.4
		3	2.38	12	2.86	5.7
		6	0.5	12	1.2	2.4
31	(DTK4+DTR4)	6	0.82	14	2.3	4.6
	DTR3+DTR4)	5	2.13	14	4.97	9.9
		5	0.73	12	1.46	2.9

Tabel 4.7 Data Misalignment pada Blok Berbentuk Flat

Jadi lama waktu pengerjaan untuk memperbaiki sambungan blok adalah 682.66 jam dengan kebutuhan JO 1365.3.

d. Untuk Data Misalignment pada Blok Berbentuk Kurve

No	Join blok	mis (mm)	panjang mis (m)	tebal pelat (mm)	waktu (jam)	JO
1	SS3A + SS2A(P/S) SS3A + DB3 (P/S)	6	1	15	3	6.5
		5	0.7	15	1.75	4
		5	0.5	14	1.17	2.8
		5	1	15	2.5	5.5
		5	0.7	14	1.63	3.8
		4	0.6	14	1.12	2.7
		5	0.5	14	1.17	2.8
		3	0.68	14	0.95	2.4
		7	1.2	12	3.36	7.2
		3	1.02	12	1.22	2.9
2	DTK 4 + DB2 ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	6	1.1	14	3.08	6.7
		3	0.88	12	1.06	2.6
		3	0.6	14	0.84	2.2
		4	0.7	14	1.31	3.1
		5	1	14	2.33	5.2
		6	0.5	14	1.4	3.3
		5	0.4	14	0.93	2.4
		4	0.89	14	1.66	3.8
		3	1.35	14	1.89	4.3
		3	1.84	14	2.58	5.7
7	1	14	3.27	7		
3	ASF 4 (P) + ASF 3 (S) ASF 4 (S) + ASF 3 (s)	7	1.33	12	3.72	7.9
		7	1.2	12	3.36	7.2
		3	0.89	12	1.07	2.6
		7	0.51	12	1.43	3.4
		5	0.87	12	1.74	4
		6	1.82	14	5.1	10.7
		6	0.8	14	2.24	5
		7	1.05	14	3.43	7.4

		6	1.31	14	3.67	7.8
		6	1.1	14	3.08	6.7
		7	0.4	14	1.31	3.1
		4	0.63	14	1.18	2.9
...
...
...
30	DB6+DB7	7	1.29	14	4.21	8.9
		6	0.61	12	1.46	3.4
31	(SS1A><DB1 + SS1A><SS2A + SS1A><ASA1A) P <Low>	7	1.74	14	5.68	11.9
32	SS4A S Low><DB4 SS4A S Low><DB5 SS4A S Low><SS3A S Low	7	1.74	12	4.87	10.2

Tabel 4.8 Data Misalignment pada Blok Berbentuk Kurve

Jadi lama waktu pengerjaan untuk memperbaiki sambungan blok adalah 416.04 jam dengan kebutuhan JO 922,1. Dari bab ini diperoleh bahwa besar Kebutuhan JO dan waktu adalah sebagai berikut hasil sebagai berikut :

- Ketidaksesuaian Gap pada Blok Berbentuk Flat
Lama waktu pengerjaan untuk memperbaiki sambungan blok adalah 296,82 jam dengan kebutuhan JO 494.51.
- Ketidaksesuaian Gap pada Blok Berbentuk Kurve
Lama waktu pengerjaan untuk memperbaiki sambungan blok adalah 196,6 jam dengan kebutuhan JO 365.10.
- Misalignment pada Blok Berbentuk Flat
Lama waktu pengerjaan untuk memperbaiki sambungan blok adalah 682.66 jam dengan kebutuhan JO 1365.3
- Misalignment pada Blok Berbentuk Kurve
Lama waktu pengerjaan untuk memperbaiki sambungan blok adalah 416.04 jam dengan kebutuhan JO 922,1.

Bab V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Penerapan Regresi Linear Berganda

Metoda analisis yang sering digunakan sampai sekarang adalah analisis terhadap data mengenai sebuah karakteristik atau atribut (jika data itu kualitatif) dan mengenai sebuah variabel, diskrit ataupun kontinu (jika data itu kuantitatif). Tetapi sebagaimana disadari, banyak persoalan atau fenomena yang meliputi lebih dari sebuah variabel. Dalam memperkirakan besar biaya perbaikan blok kapal ada beberapa variabel yang dianggap memengaruhi yaitu kebutuhan jam orang, banyak kesalahan teknis dan volume blok yang disambung. Untuk memperkirakan besar biaya perbaikan blok akibat terjadinya misalignment dan ketidaksesuaian gap pada saat penyambungan blok maka dibuat model perhitungan yang mengaitkan setiap variabel yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel. Studi yang menyangkut masalah ini dikenal dengan analisis regresi. Analisis regresi dilakukan untuk mengestimasi atau menduga nilai variabel terikat (tidak bebas) atau variabel dependent dengan nilai variabel terkait (variabel independen/bebas). Penentuan variabel yang bebas dan mana yang terkait dalam beberapa hal tidak mudah dilaksanakan. Hasil pengujian hipotesis akan dipergunakan untuk memutuskan apakah persamaan regresi linear sederhana ($\hat{Y} = a + bX$) dan persamaan regresi linear berganda ($\hat{Y} = b_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_jX_j + \dots + b_kX_k$) boleh untuk meramalkan Y.

5.2 Penentuan Variabel

Pada pengolahan data, ada beberapa variabel yang mempengaruhi besar biaya perbaikan blok agar dapat disambung. Variabel tersebut dibagi dalam dua kelompok yaitu variabel terikat dan variabel bebas.

1. Variabel terikat digunakan JO

Fungsi penentuan jam orang bagi suatu perusahaan khususnya galangan adalah sebagai pedoman dalam menentukan tarif jasa pekerjaan. Tarif jasa untuk pekerjaan dapat diperkirakan dari besarnya jumlah jam orang untuk volume pekerjaan yang diberikan. Selain itu penentuan jam orang juga digunakan untuk memperkirakan besarnya volume pekerjaan yang disesuaikan dengan fasilitas yang ada dan metode yang akan digunakan, sehingga dapat

dijadikan sebagai pedoman pada pekerjaan berikutnya yang berkaitan erat dengan waktu penyelesaian suatu beban pekerjaan.

2. Variabel bebas.

Untuk variabel bebas digunakan jumlah titik yang mengalami ketidaksesuaian gap dan Misalignment. Variabel ini dibuat sebagai variabel bebas karena mempengaruhi kebutuhan jam orang dan waktu pada perbaikan. Tetapi untuk mengetahui apakah variabel yang digunakan mempengaruhi dalam penentuan besar kebutuhan jam orang dan waktu perbaikan harus dilakukan pengujian.

5.3. Perkiraan Biaya Dengan Menggunakan Regresi Linier Berganda

5.3.1 Kesalahan Teknis Akibat Ketidaksesuaian Gap

5.3.1.1 Blok Berbentuk Flat

Untuk mengetahui variabel-variabel yang mempengaruhi pada data ketidaksesuaian Gap pada penyambungan pada blok berbentuk flat, maka dilakukan pengujian statistik untuk mengetahui hubungan masing-masing variabel.

No	Y1 = Waktu (jam)	Y2 = JO	X1 = Gap (mm)	X2 = Panjang Gap (m)
1	1.06	1.76	10	0.7
2	0.53	0.88	12	0.3
3	1.39	2.32	9	1
4	3.27	5.44	11	2
5	3.02	5.04	10	2
6	1.72	2.86	7	1.5
7	2.98	4.97	12	1.7
8	2.25	3.75	13	1.2
9	1.31	2.18	11	0.8
10	0.42	0.69	9	0.3
11	1.65	2.75	8	1.3
12	0.75	1.25	13	0.4
13	1.40	2.34	12	0.8
14	0.89	1.48	8	0.7
15	0.31	0.51	6	0.3
16	0.92	1.53	7	0.8
17	1.83	3.06	7	1.6
18	0.45	0.76	10	0.3
19	1.60	2.67	7	1.4
20	2.29	3.82	7	2
...
...
...

227	1.31	2.19	13	0.7
228	0.82	1.36	11	0.5
229	0.46	0.76	7	0.4
230	1.02	1.70	6	1

Tabel 5.1 Variabel ketidaksesuaian Gap Pada Blok Berbentuk Flat

a. Uji Korelasi

Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui apakah variabel x dan variabel y saling berhubungan atau berkorelasi. Berikut ini adalah output uji korelasi dari Minitab :

Correlations: gap (mm), panjang gap (m), waktu (jam), JO			
	gap (mm)	panjang gap (m)	waktu (jam)
panjang gap (m)	-0.008 0.900		
waktu (jam)	0.365 0.000	0.901 0.000	
JO	0.655 0.000	0.901 0.000	1.000 *

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Tabel 5.2 Uji korelasi

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa nilai korelasi antara variabel panjang gap dengan gap sangat kecil sekali yaitu -0.008, untuk variabel waktu dengan gap dan JO dengan gap memiliki nilai korelasi sebesar 0.655, sedangkan untuk variabel waktu dengan panjang gap dan JO dengan panjang gap berkorelasi sebesar 0.901, dan untuk variabel JO dengan waktu korelasinya sangat besar yaitu 1.

Dari hasil pengujian hipotesa (Lampiran) disimpulkan data yang digunakan saling berkorelasi yaitu waktu, JO berkorelasi dengan gap, waktu dengan JO berkorelasi dengan panjang gap dan JO berkorelasi dengan waktu.

b. Pengujian Regresi

Setelah dilakukan pengujian korelasi terhadap masing-masing variabel, maka dapat dilakukan regresi linear berganda untuk mendapatkan hubungan dari masing-masing variabel. Dimana variabel JO sebagai variabel terikat, sedangkan $X_1 = \text{Gap}$ dan $X_2 = \text{Panjang Gap}$ sebagai variabel bebas.

Regression Analysis: JO versus gap (mm), panjang gap (m)

The regression equation is

$$JO = -1.67 + 0.190 \text{ gap (mm)} + 2.27 \text{ panjang gap (m)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-1.66909	0.07816	-21.35	0.000
gap (mm)	0.190033	0.007572	25.10	0.000
panjang gap (m)	2.26959	0.03723	60.96	0.000

S = 0.261127 R-Sq = 95.0% R-Sq(adj) = 95.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	294.60	147.30	2160.21	0.000
Residual Error	227	15.48	0.07		
Total	229	310.08			

Source	DF	Seq SS
gap (mm)	1	41.23
panjang gap (m)	1	253.36

Unusual Observations

Obs	gap (mm)	JO	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
22	11.0	5.5569	4.7335	0.0429	0.8234	3.20R
28	13.0	5.6299	4.8866	0.0480	0.7433	2.90R
33	9.0	3.2461	3.8995	0.0333	-0.6534	-2.52R
42	6.0	3.4128	4.0103	0.0484	-0.5975	-2.33R
56	12.0	1.7185	2.6539	0.0290	-0.9354	-3.60R
134	9.0	0.0000	0.9490	0.0264	-0.9490	-3.65R
168	9.0	2.3155	0.7221	0.0293	1.5935	6.14R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tabel 5.3 Model Regresi JO vs Gap dan Panjang Gap

Berdasarkan hasil output tabel 5.3, diketahui bahwa persamaan regresinya adalah $JO = -1.67 + 0.190 \text{ gap (mm)} + 2.27 \text{ panjang gap (m)}$, yang artinya setiap penambahan satu satuan JO maka berkurang secara konstan sebesar 1.67, diikuti juga variabel gap akan bertambah sebesar 2.27, dan variabel panjang gap akan bertambah juga sebesar 2.27 terhadap persamaan regresi yang ada. Nilai R-Sq yang dibentuk sebesar 95% dimana model yang sudah sesuai karena nilai R-Sq lebih dari 75% dan model regresi yang didapat dapat diwakili sebesar 95% dari keseluruhan data.

Untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

- Uji parameter serentak dengan hasil pengujian :

Model regresi yang diperoleh signifikan pada taraf 0,05 dengan tingkat keyakinan 95%

- Uji parameter individu dengan hasil pengujian :

Dapat diambil kesimpulan bahwa parameter β_0 (Constant), β_1 (gap), β_2 (panjang gap) signifikan pada taraf keyakinan 95%.

Sedangkan persamaan regresi untuk variabel waktu sebagai variabel terikat, sedangkan $X_1 = \text{Gap}$ dan $X_2 = \text{Panjang Gap}$ sebagai variabel bebas.

Regression Analysis: waktu (jam) versus gap (mm), panjang gap (m)						
The regression equation is						
waktu (jam) = - 1.00 + 0.114 gap (mm) + 1.36 panjang gap (m)						
Predictor		Coef	SE Coef	T	P	
Constant		-1.00186	0.04692	-21.35	0.000	
gap (mm)		0.114066	0.004545	25.10	0.000	
panjang gap (m)		1.36230	0.02235	60.96	0.000	
S = 0.156739 R-Sq = 95.0% R-Sq(adj) = 95.0%						
Analysis of Variance						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Regression	2	106.140	53.070	2160.21	0.000	
Residual Error	227	5.577	0.025			
Total	229	111.717				
Source	DF	Seq SS				
gap (mm)	1	14.856				
panjang gap (m)	1	91.284				
Unusual Observations						
Obs	gap (mm)	waktu (jam)	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
22	11.0	3.3355	2.8412	0.0258	0.4942	3.20R
28	13.0	3.3793	2.9331	0.0288	0.4462	2.90R
33	9.0	1.9484	2.3406	0.0200	-0.3922	-2.52R
42	6.0	2.0485	2.4071	0.0290	-0.3586	-2.33R
56	12.0	1.0315	1.5930	0.0174	-0.5615	-3.60R
134	9.0	0.0000	0.5697	0.0158	-0.5697	-3.65R
168	9.0	1.3899	0.4334	0.0176	0.9565	6.14R
R denotes an observation with a large standardized residual.						

Tabel 5.4 Model Regresi Waktu vs Gap dan Panjang Gap

Berdasarkan hasil output tabel 5.4, diketahui bahwa persamaan regresinya adalah $\text{waktu (jam)} = - 1.00 + 0.114 \text{ gap (mm)} + 1.36 \text{ panjang gap (m)}$, yang artinya setiap penambahan satu satuan waktu maka berkurang secara konstan sebesar 1.00, diikuti juga variabel gap akan bertambah sebesar 0.114, dan variabel panjang gap akan bertambah juga sebesar 1.36 terhadap persamaan regresi yang ada. Nilai R-Sq yang dibentuk sebesar 95%

dimana model yang sudah sesuai karena nilai R-Sq lebih dari 75% dan model regresi yang didapat dapat diwakili sebesar 95% dari keseluruhan data.

Untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

- Uji parameter serentak dengan hasil pengujian :
Model regresi yang diperoleh signifikan pada taraf 0,05 dengan tingkat keyakinan 95%
- Uji parameter individu dengan hasil pengujian :
Dapat diambil kesimpulan bahwa parameter β_0 (Constant), β_1 (gap), β_2 (panjang gap) signifikan pada taraf keyakinan 95%.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kebutuhan JO dan waktu perbaikan dipengaruhi oleh gap dan panjang gap yang akan disambung. Dari hasil pengujian, maka persamaan :

$$JO = - 1.67 + 0.190 X1 + 2.27 X2$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 1.00 + 0.114 X1 + 1.36 X2$$

dapat digunakan untuk menghitung perkiraan jam orang dan waktu perbaikan yang dibutuhkan untuk memperbaiki pada blok berbentuk flat.

5.3.1.2 Blok Berbentuk Kurve

Untuk mengetahui variabel-variabel yang mempengaruhi pada data ketidaksesuaian Gap pada penyambungan pada blok berbentuk kurve, maka dilakukan pengujian statistik untuk mengetahui hubungan masing-masing variabel.

No	Y1 = Waktu(jam)	Y2 = JO	X1 = Gap (mm)	X2 = Panjang Gap (m)
1	1.09	2.06	12	0.62
2	0.89	1.73	9	0.64
3	0.76	1.52	9	0.55
4	0.95	1.82	12	0.58
5	0.84	1.64	6	0.82
6	1.30	2.41	7	0.92
7	1.97	3.52	7	1.39
8	1.92	3.43	12	0.9
9	0.57	1.20	8	0.45
10	1.03	1.95	8	0.81
11	1.18	2.21	8	0.85
12	0.29	0.74	6	0.23
13	1.11	2.09	12	0.52
14	1.16	2.17	12	0.51
15	0.85	1.66	9	0.61
16	1.67	3.03	8	1.32

17	0.37	0.86	7	0.32
18	1.87	3.36	8	1.2
19	1.71	3.10	10	0.93
20	0.81	1.60	11	0.41
...
...
...
152	1.32	2.44	8	1.04
153	0.58	1.22	8	0.34
154	2.38	4.21	12	1.12
155	0.58	1.21	9	0.34

Tabel 5.5 Variabel ketidaksesuaian Gap Untuk Blok Berbentuk Kurve

a. Uji Korelasi

Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui apakah variabel x dan variabel y saling berhubungan atau berkorelasi. Berikut ini adalah output uji korelasi dari Minitab :

Correlations: waktu(jam), JO, gap (mm), panjang gap (m)			
	waktu(jam)	JO	gap (mm)
JO	1.000 *		
gap (mm)	0.567 0.000	0.567 0.000	
panjang gap (m)	0.873 0.000	0.873 0.000	-0.058 0.472

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Tabel 5.6 Uji korelasi

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa nilai korelasi antara variabel panjang gap dengan gap sangat kecil sekali yaitu -0.058, untuk variabel waktu dengan gap dan JO dengan gap memiliki nilai korelasi sebesar 0.567, sedangkan untuk variabel waktu dengan panjang gap dan JO dengan panjang gap berkorelasi sebesar 0.873, dan untuk variabel JO dengan waktu korelasinya sangat besar yaitu 1.

Dari hasil pengujian hipotesa (Lampiran) disimpulkan data yang digunakan saling berkorelasi yaitu waktu, JO berkorelasi dengan gap, waktu dengan JO berkorelasi dengan panjang gap dan JO berkorelasi dengan waktu.

b. Pengujian Regresi

Setelah dilakukan pengujian korelasi terhadap masing-masing variabel, maka dapat dilakukan regresi linear berganda untuk mendapatkan hubungan dari masing-masing variabel. Dimana variabel JO sebagai variabel terikat, sedangkan $X_1 = \text{Gap}$ dan $X_2 = \text{Panjang Gap}$ sebagai variabel bebas.

Regression Analysis: JO versus panjang gap (m), gap (mm)

The regression equation is

$$JO = -1.54 + 2.50 \text{ panjang gap (m)} + 0.206 \text{ gap (mm)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-1.5422	0.1211	-12.73	0.000
panjang gap (m)	2.49647	0.06406	38.97	0.000
gap (mm)	0.20639	0.01189	17.36	0.000

S = 0.297561 R-Sq = 92.0% R-Sq(adj) = 91.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	154.717	77.359	873.69	0.000
Residual Error	152	13.458	0.089		
Total	154	168.176			

Source	DF	Seq SS
panjang gap (m)	1	128.035
gap (mm)	1	26.682

Unusual Observations

Obs	panjang gap (m)	JO	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
28	1.26	1.9233	2.6353	0.0546	-0.7120	-2.43R
53	1.34	4.6682	4.0733	0.0497	0.5949	2.03R
146	1.08	4.1426	3.4242	0.0405	0.7183	2.44R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tabel 5.7 Model Regresi JO vs Panjang Gap dan Gap

Berdasarkan hasil output tabel 5.7, diketahui bahwa persamaan regresinya adalah $JO = -1.54 + 2.50 \text{ panjang gap (m)} + 0.206 \text{ gap (mm)}$, yang artinya setiap penambahan satu satuan JO maka berkurang secara konstan sebesar 1.54, diikuti juga variabel gap akan bertambah sebesar 0.206, dan variabel panjang gap akan bertambah juga sebesar 2.50 terhadap persamaan regresi yang ada. Nilai R-Sq yang dibentuk sebesar 91.9% dimana model yang sudah sesuai karena nilai R-Sq lebih dari 75% dan model regresi yang didapat dapat diwakili sebesar 91.9% dari keseluruhan data.

Untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

- Uji parameter serentak dengan hasil pengujian :

Model regresi yang diperoleh signifikan pada taraf 0,05 dengan tingkat keyakinan 95%

- Uji parameter individu dengan hasil pengujian :

Dapat diambil kesimpulan bahwa parameter β_0 (Constant), β_1 (panjang gap), β_2 (gap) signifikan pada taraf keyakinan 95%.

Sedangkan persamaan regresi untuk variabel waktu sebagai variabel terikat, sedangkan $X_1 = \text{Gap}$ dan $X_2 = \text{Panjang Gap}$ sebagai variabel bebas.

Regression Analysis: waktu(jam) versus gap (mm), panjang gap (m)						
The regression equation is						
waktu(jam) = - 1.08 + 0.124 gap (mm) + 1.50 panjang gap (m)						
Predictor		Coef	SE Coef	T	P	
Constant		-1.07963	0.07298	-14.79	0.000	
gap (mm)		0.124329	0.007162	17.36	0.000	
panjang gap (m)		1.50390	0.03859	38.97	0.000	
S = 0.179254 R-Sq = 92.0% R-Sq(adj) = 91.9%						
Analysis of Variance						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Regression	2	56.146	28.073	873.69	0.000	
Residual Error	152	4.884	0.032			
Total	154	61.031				
Source	DF	Seq SS				
gap (mm)	1	7.344				
panjang gap (m)	1	48.803				
Unusual Observations						
Obs	gap (mm)	waktu(jam)	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
28	5.0	1.0080	1.4369	0.0329	-0.4289	-2.43R
53	11.0	2.6616	2.3032	0.0299	0.3583	2.03R
146	11.0	2.3449	1.9122	0.0244	0.4327	2.44R
R denotes an observation with a large standardized residual.						

Tabel 5.8 Model Regresi Waktu vs Gap dan Panjang Gap

Berdasarkan hasil output tabel 5.8, diketahui bahwa persamaan regresinya adalah $\text{waktu(jam)} = - 1.08 + 0.124 \text{ gap (mm)} + 1.50 \text{ panjang gap (m)}$, yang artinya setiap penambahan satu satuan waktu maka berkurang secara konstan sebesar 1.08, diikuti juga variabel gap akan bertambah sebesar 0.124, dan variabel panjang gap akan bertambah juga sebesar 1.50 terhadap persamaan regresi yang ada. Nilai R-Sq yang dibentuk sebesar 91.9% dimana model yang sudah sesuai karena nilai R-Sq lebih dari 75% dan model regresi yang didapat dapat diwakili sebesar 91.9% dari keseluruhan data.

Untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

- Uji parameter serentak dengan hasil pengujian :
Model regresi yang diperoleh signifikan pada taraf 0,05 dengan tingkat keyakinan 95%
- Uji parameter individu dengan hasil pengujian :
Dapat diambil kesimpulan bahwa parameter β_0 (Constant), β_1 (gap), β_2 (panjang gap) signifikan pada taraf keyakinan 95%.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kebutuhan JO dan waktu perbaikan dipengaruhi oleh gap dan panjang gap yang akan disambung. Dari hasil pengujian, maka persamaan :

$$JO = - 1.54 + 0.206 X1 + 2.50 X2$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 1.08 + 0.124 X1 + 1.50 X2$$

dapat digunakan untuk menghitung perkiraan jam orang dan waktu perbaikan yang dibutuhkan untuk memperbaiki pada blok berbentuk kurve.

5.3.2 Kesalahan Akibat Misalignment

5.3.2.1 Untuk Blok Berbentuk Flat

Untuk mengetahui variabel-variabel yang mempengaruhi pada data misalignment pada penyambungan pada blok berbentuk flat, maka dilakukan pengujian statistik untuk mengetahui hubungan masing-masing variabel.

No	Y1 = Waktu (jam)	Y2 = JO	X1 = Lebar Mis (mm)	X2 = Panjang Mis (m)
1	1.90	3.8	7	0.68
2	1.79	3.6	4	1.12
3	1.58	3.2	3	1.32
4	1.92	3.8	6	0.8
5	2.26	4.5	6	0.94
6	2.58	5.2	3	2.15
7	2.40	4.8	6	1
8	1.23	2.5	4	0.77
9	4.20	8.4	7	1.5
10	1.44	2.9	6	0.6
11	2.10	4.2	4	1.31
12	2.80	5.6	4	1.75
13	1.76	3.5	4	1.1
14	3.02	6.0	4	1.89
15	3.22	6.4	7	1.15
16	1.99	4.0	3	1.66

17	1.90	3.8	6	0.79
18	0.82	1.6	3	0.68
19	4.70	9.4	7	1.68
20	2.57	5.1	3	2.14
...
...
...
253	1.20	2.4	6	0.5
254	2.30	4.6	6	0.82
255	4.97	9.9	5	2.13
256	1.46	2.9	5	0.73

Tabel 5.9 Variabel Misalignment Untuk Blok Berbentuk Flat

a. Uji Korelasi

Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui apakah variabel x dan variabel y saling berhubungan atau berkorelasi. Berikut ini adalah output uji korelasi dari Minitab :

Correlations: lebar mis (mm), panjang mis (m), waktu (jam)_1, JO_1			
	lebar mis (mm)	panjang mis (m)	waktu (jam)_1
panjang mis (m)	-0.047 0.454		
waktu (jam)_1	0.699 0.000	0.809 0.000	
JO_1	0.699 0.000	0.809 0.000	1.000 *

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Tabel 5.10 Uji korelasi

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa nilai korelasi antara variabel panjang mis dengan lebar mis sangat kecil sekali yaitu -0.047, untuk variabel waktu dengan lebar mis dan JO dengan lebar mis memiliki nilai korelasi sebesar 0.699, sedangkan untuk variabel waktu dengan panjang mis dan JO dengan panjang mis berkorelasi sebesar 0.809, dan untuk variabel JO dengan waktu korelasinya sangat besar yaitu 1.

Dari hasil pengujian hipotesa (Lampiran) disimpulkan data yang digunakan saling berkorelasi yaitu waktu, JO berkorelasi dengan lebar mis, waktu dengan JO berkorelasi dengan panjang mis dan JO berkorelasi dengan waktu.

b. Pengujian Regresi

Setelah dilakukan pengujian korelasi terhadap masing-masing variabel, maka dapat dilakukan regresi linear berganda untuk mendapatkan hubungan dari masing-masing variabel. Dimana variabel JO sebagai variabel terikat, sedangkan X_1 = Panjang Mis dan X_2 = Lebar Mis sebagai variabel bebas.

Regression Analysis: JO_1 versus panjang mis (m), lebar mis (mm)

The regression equation is

$$JO = - 5.40 + 3.98 \text{ panjang mis (m)} + 1.08 \text{ lebar mis (mm)}$$

256 cases used, 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-5.3997	0.1857	-29.08	0.000
panjang mis (m)	3.97651	0.07110	55.93	0.000
lebar mis (mm)	1.08221	0.03001	36.06	0.000

S = 0.674724 R-Sq = 94.4% R-Sq(adj) = 94.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	1933.85	966.92	2123.93	0.000
Residual Error	253	115.18	0.46		
Total	255	2049.03			

Source	DF	Seq SS
panjang mis (m)	1	1341.93
lebar mis (mm)	1	591.92

Unusual Observations

Obs	panjang mis (m)	JO_1	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
32	2.39	5.7360	7.3508	0.1014	-1.6148	-2.42R
46	2.28	5.4720	6.9134	0.0961	-1.4414	-2.16R
80	0.49	2.7440	4.1243	0.0945	-1.3803	-2.07R
81	0.41	0.9840	-0.5227	0.1003	1.5067	2.26R
85	2.44	13.6640	11.8785	0.1095	1.7855	2.68R
109	2.40	5.7600	7.3906	0.1019	-1.6306	-2.44R
114	0.42	1.0080	-0.4829	0.0998	1.4909	2.23R
124	2.49	13.9440	12.0773	0.1121	1.8667	2.81R
133	0.48	1.1520	-0.2443	0.0969	1.3963	2.09R
144	2.35	13.1600	11.5206	0.1049	1.6394	2.46R
150	0.51	1.2240	-0.1250	0.0955	1.3490	2.02R
199	2.33	13.0480	11.4410	0.1039	1.6070	2.41R
206	2.30	12.8800	11.3217	0.1024	1.5583	2.34R
239	0.50	1.2000	-0.1648	0.0960	1.3648	2.04R
253	2.38	5.7120	7.3110	0.1009	-1.5990	-2.40R
256	2.13	9.9400	8.4813	0.0697	1.4587	2.17R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tabel 5.11 Model Regresi JO vs Lebar Mis dan Panjang Mis

Berdasarkan hasil output tabel 5.11, diketahui bahwa persamaan regresinya adalah $JO = - 5.40 + 3.98 \text{ panjang mis (m)} + 1.08 \text{ lebar mis (mm)}$, yang artinya setiap penambahan satu satuan JO maka berkurang secara konstan sebesar 5.40, diikuti juga variabel panjang mis akan bertambah sebesar 3.98, dan variabel lebar mis akan bertambah juga sebesar 1.08 terhadap persamaan regresi yang ada. Nilai R-Sq yang dibentuk sebesar 94.3% dimana model

yang sudah sesuai karena nilai R-Sq lebih dari 75% dan model regresi yang didapat dapat diwakili sebesar 94.3% dari keseluruhan data.

Untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

- Uji parameter serentak dengan hasil pengujian :

Model regresi yang diperoleh signifikan pada taraf 0,05 dengan tingkat keyakinan 95%

- Uji parameter individu dengan hasil pengujian :

Dapat diambil kesimpulan bahwa parameter β_0 (Constant), β_1 (panjang mis), β_2 (lebar mis) signifikan pada taraf keyakinan 95%.

Sedangkan persamaan regresi untuk variabel waktu sebagai variabel terikat, sedangkan X_1 = Panjang Mis dan X_2 = Lebar Mis sebagai variabel bebas.

Regression Analysis: waktu (jam)_ versus panjang mis , lebar mis (m)

The regression equation is

$$\text{waktu (jam)} = -2.70 + 1.99 \text{ panjang mis (m)} + 0.541 \text{ lebar mis (mm)}$$

256 cases used, 1 cases contain missing values

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-2.69984	0.09283	-29.08	0.000
panjang mis (m)	1.98825	0.03555	55.93	0.000
lebar mis (mm)	0.54110	0.01501	36.06	0.000

S = 0.337362 R-Sq = 94.4% R-Sq(adj) = 94.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	483.46	241.73	2123.93	0.000
Residual Error	253	28.79	0.11		
Total	255	512.26			

Source	DF	Seq SS
panjang mis (m)	1	335.48
lebar mis (mm)	1	147.98

Unusual Observations

Obs	panjang mis (m)	waktu (jam)_1	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
32	2.39	2.8680	3.6754	0.0507	-0.8074	-2.42R
46	2.28	2.7360	3.4567	0.0481	-0.7207	-2.16R
80	0.49	1.3720	2.0621	0.0472	-0.6901	-2.07R
81	0.41	0.4920	-0.2613	0.0502	0.7533	2.26R
85	2.44	6.8320	5.9392	0.0548	0.8928	2.68R
109	2.40	2.8800	3.6953	0.0510	-0.8153	-2.44R
114	0.42	0.5040	-0.2415	0.0499	0.7455	2.23R
124	2.49	6.9720	6.0386	0.0561	0.9334	2.81R
133	0.48	0.5760	-0.1222	0.0485	0.6982	2.09R
144	2.35	6.5800	5.7603	0.0524	0.8197	2.46R
150	0.51	0.6120	-0.0625	0.0478	0.6745	2.02R
199	2.33	6.5240	5.7205	0.0519	0.8035	2.41R
206	2.30	6.4400	5.6609	0.0512	0.7791	2.34R
239	0.50	0.6000	-0.0824	0.0480	0.6824	2.04R
253	2.38	2.8560	3.6555	0.0505	-0.7995	-2.40R
256	2.13	4.9700	4.2407	0.0349	0.7293	2.17R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tabel 5.12 Model Regresi Waktu vs Panjang Mis dan Lebar Gap

Berdasarkan hasil output tabel 5.12, diketahui bahwa persamaan regresinya adalah $\text{waktu (jam)} = -2.70 + 1.99 \text{ panjang mis (m)} + 0.541 \text{ lebar mis (mm)}$, yang artinya setiap penambahan satu satuan waktu maka berkurang secara konstan sebesar 2.70, diikuti juga variabel panjang mis akan bertambah sebesar 1.99, dan variabel lebar mis akan bertambah juga sebesar 0.541 terhadap persamaan regresi yang ada. Nilai R-Sq yang dibentuk sebesar

94.3% dimana model yang sudah sesuai karena nilai R-Sq lebih dari 75% dan model regresi yang didapat dapat diwakili sebesar 94.3% dari keseluruhan data.

Untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

- Uji parameter serentak dengan hasil pengujian :
Model regresi yang diperoleh signifikan pada taraf 0,05 dengan tingkat keyakinan 95%
- Uji parameter individu dengan hasil pengujian :
Dapat diambil kesimpulan bahwa parameter β_0 (Constant), β_1 (panjang mis), β_2 (lebar gap) signifikan pada taraf keyakinan 95%.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kebutuhan JO dan waktu perbaikan dipengaruhi oleh panjang mis dan lebar mis yang akan disambung. Dari hasil pengujian, maka persamaan :

$$JO = - 5.40 + 1.08 Z1 + 3.98 Z2$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 2.70 + 0.541 Z1 + 1.99 Z2$$

dapat digunakan untuk menghitung perkiraan jam orang dan waktu perbaikan yang dibutuhkan untuk memperbaiki pada blok berbentuk flat.

5.3.1.2 Untuk Blok Berbentuk Kurve

Untuk mengetahui variabel-variabel yang mempengaruhi pada data misalignment pada penyambungan pada blok berbentuk kurve, maka dilakukan pengujian statistik untuk mengetahui hubungan masing-masing variabel.

No	Y1 = Waktu (jam)	Y2 = JO	X1 = Mis (mm)	X2 = Panjang Mis (m)
1	3.00	6.5	6	1.00
2	1.75	4.0	5	0.70
3	1.17	2.8	5	0.50
4	2.50	5.5	5	1.00
5	1.63	3.8	5	0.70
6	1.12	2.7	4	0.60
7	1.17	2.8	5	0.50
8	0.95	2.4	3	0.68
9	3.36	7.2	7	1.20
10	1.22	2.9	3	1.02
11	3.08	6.7	6	1.10
12	1.06	2.6	3	0.88
13	0.84	2.2	3	0.60
14	1.31	3.1	4	0.70
15	2.33	5.2	5	1.00

16	1.40	3.3	6	0.50
17	0.93	2.4	5	0.40
18	1.66	3.8	4	0.89
19	1.89	4.3	3	1.35
20	2.58	5.7	3	1.84
...
...
...
177	4.21	8.9	7	1.29
178	1.46	3.4	6	0.61
179	5.68	11.9	7	1.74
180	4.87	10.2	7	1.74

Tabel 5.13 Variabel Misalignment Untuk Blok Berbentuk Kurve

a. Uji Korelasi

Uji korelasi bertujuan untuk mengetahui apakah variabel x dan variabel y saling berhubungan atau berkorelasi. Berikut ini adalah output uji korelasi dari Minitab :

Correlations: waktu (jam), JO_1, panjang mis (m), mis (mm)			
	waktu (jam)	JO_1	panjang mis (m)
JO_1	1.000		
		*	
panjang mis (m)	0.810	0.810	
	0.000	0.000	
mis (mm)	0.552	0.552	0.037
	0.000	0.000	0.621
Cell Contents: Pearson correlation			
P-Value			

Tabel 5.14 Uji korelasi

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa nilai korelasi antara variabel panjang mis dengan lebar mis sangat kecil yaitu sebesar 0.037, untuk variabel waktu dengan panjang mis dan JO dengan panjang mis memiliki nilai korelasi sebesar 0.810, sedangkan untuk variabel waktu dengan lebar mis dan JO dengan lebar mis berkorelasi sebesar 0.552, dan untuk variabel JO dengan waktu korelasinya sangat besar yaitu 1.

Dari hasil pengujian hipotesa (Lampiran) disimpulkan data yang digunakan saling berkorelasi yaitu waktu, JO berkorelasi dengan lebar mis, waktu dengan JO berkorelasi dengan panjang mis dan JO berkorelasi dengan waktu.

b. Pengujian Regresi

Setelah dilakukan pengujian korelasi terhadap masing-masing variabel, maka dapat dilakukan regresi linear berganda untuk mendapatkan hubungan dari masing-masing variabel.

Dimana variabel JO sebagai variabel terikat, sedangkan X1 = Panjang Mis dan X2 = Lebar Mis sebagai variabel bebas.

Regression Analysis: JO_1 versus panjang mis (m), mis (mm)						
The regression equation is						
JO = - 4.04 + 4.41 panjang mis (m) + 0.901 mis (mm)						
180 cases used, 1 cases contain missing values						
Predictor	Coef	SE Coef	T	P		
Constant	-4.0441	0.2134	-18.95	0.000		
panjang mis (m)	4.4065	0.1117	39.44	0.000		
mis (mm)	0.90129	0.03453	26.10	0.000		
S = 0.650588 R-Sq = 92.9% R-Sq(adj) = 92.8%						
Analysis of Variance						
Source	DF	SS	MS	F	P	
Regression	2	980.56	490.28	1158.33	0.000	
Residual Error	177	74.92	0.42			
Total	179	1055.48				
Source	DF	Seq SS				
panjang mis (m)	1	692.26				
mis (mm)	1	288.30				
Unusual Observations						
Obs	panjang mis (m)	JO_1	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
27	1.82	10.6920	9.3834	0.1026	1.3086	2.04R
104	1.95	13.2400	10.8575	0.1276	2.3825	3.73R
113	1.60	4.3400	5.7101	0.1081	-1.3701	-2.14R
157	1.51	10.3653	8.9187	0.0952	1.4466	2.25R
167	1.60	11.7000	9.3153	0.1007	2.3847	3.71R
179	1.74	11.8680	9.9322	0.1106	1.9358	3.02R
R denotes an observation with a large standardized residual.						

Tabel 5.15 Model Regresi JO vs Panjang Mis dan Lebar Mis

Berdasarkan hasil output tabel 5.15, diketahui bahwa persamaan regresinya adalah $JO = - 4.04 + 4.41 \text{ panjang mis (m)} + 0.901 \text{ mis (mm)}$, yang artinya setiap penambahan satu satuan waktu maka berkurang secara konstan sebesar 4.04, diikuti juga variabel panjang mis akan bertambah sebesar 4.41, dan variabel lebar mis akan bertambah juga sebesar 0.901 terhadap persamaan regresi yang ada. Nilai R-Sq yang dibentuk sebesar 92.8% dimana model yang sudah sesuai karena nilai R-Sq lebih dari 75% dan model regresi yang didapat dapat diwakili sebesar 92.8% dari keseluruhan data.

Untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

- Uji parameter serentak dengan hasil pengujian :
Model regresi yang diperoleh signifikan pada taraf 0,05 dengan tingkat keyakinan 95%
- Uji parameter individu dengan hasil pengujian :
Dapat diambil kesimpulan bahwa parameter β_0 (Constant), β_1 (panjang mis), β_2 (lebar mis) signifikan pada taraf keyakinan 95%.
Sedangkan persamaan regresi untuk variabel waktu sebagai variabel terikat, sedangkan $X_1 = \text{Gap}$ dan $X_2 = \text{Panjang Gap}$ sebagai variabel bebas.

Regression Analysis: waktu (jam) versus panjang mis (m), mis (mm)					
The regression equation is					
waktu (jam) = - 2.27 + 2.20 panjang mis (m) + 0.451 mis (mm)					
180 cases used, 1 cases contain missing values					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	-2.2721	0.1067	-21.29	0.000	
panjang mis (m)	2.20323	0.05586	39.44	0.000	
mis (mm)	0.45065	0.01727	26.10	0.000	
S = 0.325294 R-Sq = 92.9% R-Sq(adj) = 92.8%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	245.14	122.57	1158.33	0.000
Residual Error	177	18.73	0.11		
Total	179	263.87			
Source	DF	Seq SS			
panjang mis (m)	1	173.06			
mis (mm)	1	72.08			
R denotes an observation with a large standardized residual.					

Tabel 5.16 Model Regresi Waktu vs Panjang Mis dan Lebar Mis

Berdasarkan hasil output tabel 5.16, diketahui bahwa persamaan regresinya adalah $\text{waktu (jam)} = - 2.27 + 2.20 \text{ panjang mis (m)} + 0.451 \text{ mis (mm)}$, yang artinya setiap penambahan satu satuan waktu maka berkurang secara konstan sebesar 2.27, diikuti juga variabel panjang mis akan bertambah sebesar 2.20, dan variabel lebar mis akan bertambah juga sebesar 0.451 terhadap persamaan regresi yang ada. Nilai R-Sq yang dibentuk sebesar 92.8% dimana model yang sudah sesuai karena nilai R-Sq lebih dari 75% dan model regresi yang didapat dapat diwakili sebesar 92.8% dari keseluruhan data.

Untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian sebagai berikut :

- Uji parameter serentak dengan hasil pengujian :
Model regresi yang diperoleh signifikan pada taraf 0,05 dengan tingkat keyakinan 95%
- Uji parameter individu dengan hasil pengujian :
Dapat diambil kesimpulan bahwa parameter β_0 (Constant), β_1 (panjang mis), β_2 (lebar mis) signifikan pada taraf keyakinan 95%.

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kebutuhan JO dan waktu perbaikan dipengaruhi oleh gap dan panjang gap yang akan disambung. Dari hasil pengujian, maka persamaan :

$$\text{JO} = - 4.04 + 0.901 \text{ Z1} + 4.41 \text{ Z2}$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 2.27 + 0.451 \text{ Z1} + 2.20 \text{ Z2}$$

dapat digunakan untuk menghitung perkiraan jam orang dan waktu perbaikan yang dibutuhkan untuk memperbaiki pada blok berbentuk kurve.

5.4. Hasil Regresi Gabungan

Berdasarkan hasil pengujian dari keseluruhan data, maka persamaan regresi yang dapat digunakan untuk perhitungan dalam memperkirakan biaya perbaikan akibat kesalahan teknis (ketidaksesuaian gap dan misalignment) adalah persamaan yang telah memenuhi uji statistik. Untuk menghitung besar biaya yang dibutuhkan maka total JO dan waktu dikalikan dengan harga per JO yang dipakai oleh galangan. Adapun persamaannya seperti berikut ini :

a. Ketidaksesuaian Gap

- Untuk Blok Berbentuk Flat

$$\text{JO} = - 1.67 + 0.190 \text{ X1} + 2.27 \text{ X2}$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 1.00 + 0.114 \text{ X1} + 1.36 \text{ X2}$$

- Untuk Blok Berbentuk Kurve

$$\text{JO} = - 1.54 + 0.206 \text{ X1} + 2.50 \text{ X2}$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 1.08 + 0.124 \text{ X1} + 1.50 \text{ X2}$$

b. Misalignment

- Untuk Blok Berbentuk Flat

$$\text{JO} = - 5.40 + 1.08 \text{ Z1} + 3.98 \text{ Z2}$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 2.70 + 0.541 \text{ Z1} + 1.99 \text{ Z2}$$

- Untuk Blok Berbentuk Kurve

$$JO = - 4.04 + 0.901 Z1 + 4.41 Z2$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 2.27 + 0.451 Z1 + 2.20 Z2$$

Untuk mengetahui apakah hasil dari persamaan sudah mewakili perhitungan data maka nilai dari lebar misalignment maupun gap serta panjang dari join blok yang mengalami ketidaklurusan dan ketidaksesuaian gap disubstitusi pada persamaan.

Dari hasil substitusi data diperoleh hasil seperti pada table diperoleh (selengkapnya pada lampiran):

Keterangan	T	JO	T1	JO1	% waktu	% JO
KsG Blok Flat	296.82	494.5	296.6	494.32	99.93	99.96
Misalignment Blok Flat	682.66	1365.3	680.4	1358.25	99.67	99.48
KsG Blok lengkung	196.94	365.7	196.0	366.07	99.52	100.11
Misalignment Blok Lengkung	416.04	922.1	417.3	925.50	100.30	100.37

Tabel 5.17 Perbandingan Hasil Persamaan Regresi Dengan Data Primer

Keterangan Tabel :

KsG : Ketidaksesuain Gap

T : Total waktu dari hasil survey

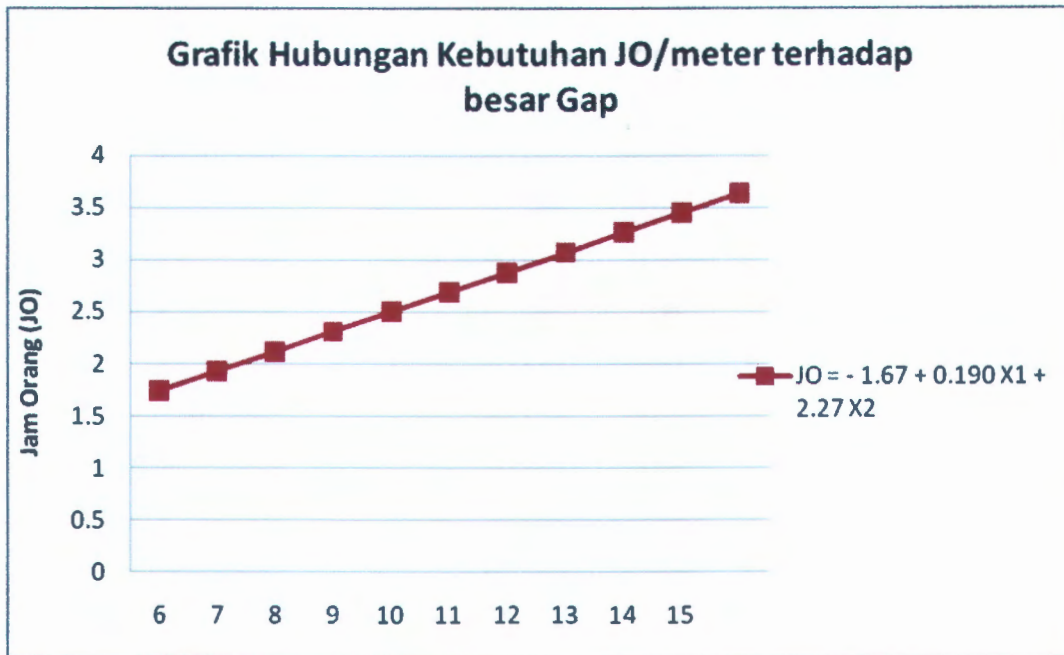
T1 : Total waktu hasil perhitungan fungsi

JO : Total JO dari data galangan

JO1 : Total JO hasil perhitungan fungsi.

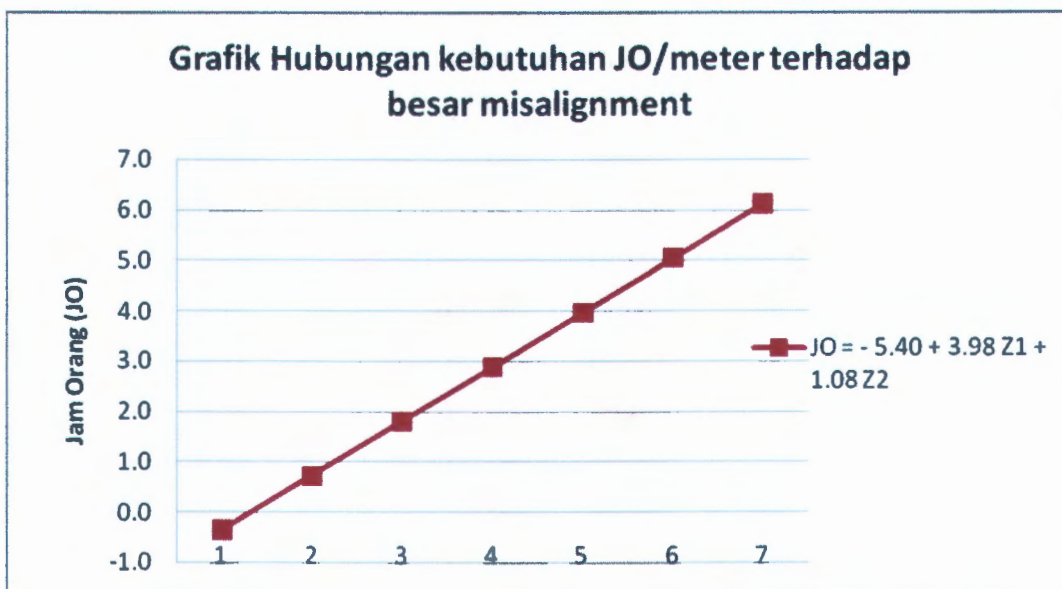
Perbandingan hasil perhitungan fungsi lebih besar dri 100% menunjukkan bahwa hasil dari fungsi regresi lebih besar daripada data sebenarnya. Dari hasil fungsi yang diperoleh maka dapat dibuat grafik bagaimana kebutuhan jam orang terhadap besar gap maupun misalignment setiap meter perbaikan sambungan blok.

a. Grafik kebutuhan jam orang setiap meter perbaikan berdasarkan besar gap join blok untuk bentuk-bentuk flat.



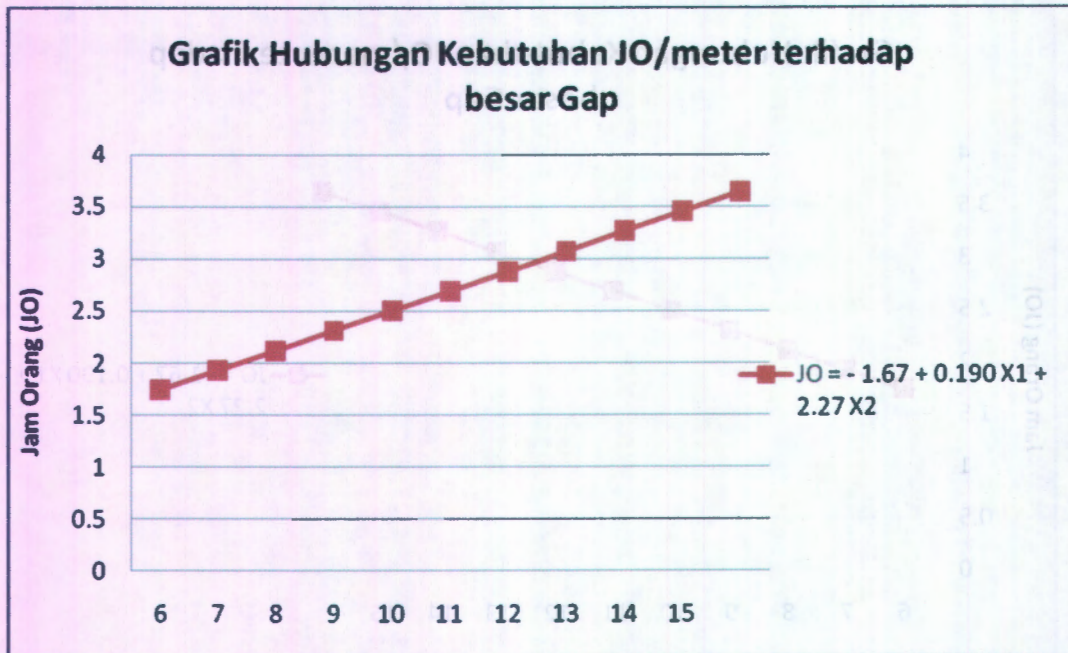
Gambar 5.1 Grafik Hubungan JO dengan Gap untuk Blok Berbentuk Flat

b. Grafik kebutuhan jam orang setiap meter perbaikan berdasarkan besar misalignment join blok untuk bentuk-bentuk blok flat.



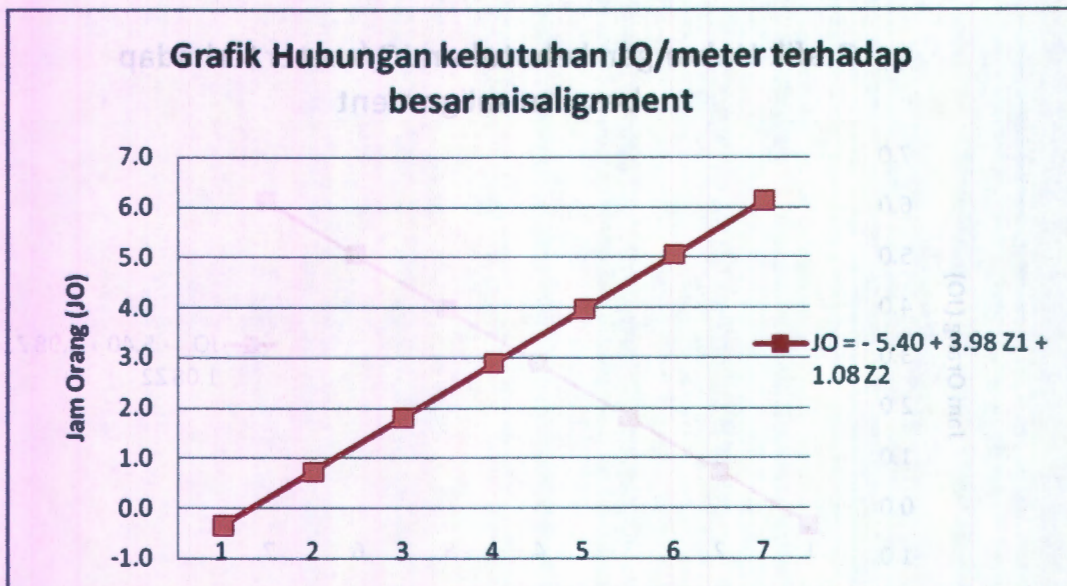
Gambar 5.2 Grafik Hubungan JO dengan Misalignment untuk Blok Berbentuk Flat

c. Grafik kebutuhan jam orang setiap meter perbaikan berdasarkan besar gap pada joint blok untuk bentuk-bentuk blok kurve.



Gambar 5.3 Grafik Hubungan JO dengan Gap untuk Blok Berbentuk Kurve

d. Grafik kebutuhan jam orang setiap meter perbaikan berdasarkan besar misalignment pada joint blok untuk bentuk-bentuk blok lengkung.



Gambar 5.4 Grafik Hubungan JO dengan Misalignment untuk Blok Berbentuk Kurve

5.5 Analisa Biaya Tenaga Kerja

Dari data yang diperoleh dari galangan kapal PT PAL Surabaya maka dapat dihitung besar biaya tenaga kerja untuk perbaikan sambungan blok. Besar kebutuhan jam orang untuk persiapan pengelasan adalah sekitar 20% dari total jam orang yang dibutuhkan. Untuk perbaikan sambungan blok akibat adanya ketidaksesuaian gap dibutuhkan tenaga kerja cutter, tukang gerinda dan welder sedangkan untuk perbaikan misalignment dibutuhkan jasa welder, fairing, cutting dan tukang gerinda jika dibutuhkan pemotongan. Harga JO para pekerja di lapangan :

- Jasa welder	= Rp 7000/jam
- Jasa Fairing	= Rp 6000/jam
- Jasa Cutting	= Rp 6000/jam
- Jasa gerinda	= Rp 4000/jam

Biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan sambungan akibat ketidaksesuaian gap

$$\begin{aligned} \text{Total JO untuk perbaikan akibat ketidaksesuaian gap} &= 494.51 + 365.10 \\ &= 859.61 \text{ JO} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total jam orang untuk helper adalah} &= 20\% \times 859.61 \text{ JO} \\ &= 171.922 \text{ JO} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total jam orang untuk welder adalah} &= 80\% \times 859.61 \text{ JO} \\ &= 687.688 \text{ JO} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya biaya yang dibutuhkan} &= (171.922 \text{ JO} \times \text{Rp } 5000/\text{JO}) + (687.92 \times \text{Rp } 7000/\text{JO}) \\ &= \text{Rp } 5673426 \end{aligned}$$

Biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan sambungan akibat ketidaksesuaian gap

$$\begin{aligned} \text{Total JO untuk perbaikan akibat misalignment} &= 1365.3 + 922.1 \\ &= 2287.4 \text{ JO} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total jam orang untuk helper adalah} &= 20\% \times 2287.4 \text{ JO} \\ &= 457.48 \text{ JO} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total jam orang untuk welder adalah} &= 80\% \times 2287.4 \text{ JO} \\ &= 1829.92 \text{ JO} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besarnya biaya yang dibutuhkan} &= (457.48 \text{ JO} \times \text{Rp } 7000/\text{JO}) + (1829.92 \times \text{Rp } 7000/\text{JO}) \\ &= \text{Rp } 16.011.800,- \end{aligned}$$

Total biaya tenaga kerja yang dibutuhkan adalah Rp 21.685.226,-

5.6 Analisa Biaya Konsumable.

Biaya material bantu yang diperhitungkan dalam pengolahan data tugas akhir ini hanya biaya-biaya elektroda las. Perhitungan disini dilakukan untuk mengetahui jumlah electrode yang terpakai per meter serta biaya pemakaiannya. Perhitungan disini didapatkan dari data lapangan yang dilakukan survey oleh penulis sebagai berikut :

Jenis elektrode	: E-6013
Jenis Pengelasan	: SMAW
Harga Elektrode	: Rp. 12.500,-
Diameter Elektrode	: 4 mm
Panjang Elektrode	: 400 mm
Panjang Batang Potongan	: 100 mm (terbuang)
Panjang Lelehan per Elektrode	: 300 mm
Isi Paket	: 97 potong/5Kg
Jumlah Elektrode per 1 Kg	: 19.4 potong
Harga per Elektrode	: Rp. 650,- (pembulatan dari Rp. 644,32)
Berat per Elektrode	: 0.052 Kg
Berat per mm Elektrode	: 0.00013 Kg

Dari hasil survey diperoleh data sebagai berikut :

1. Tebal pelat 8 mm (3 layer)

Jumlah elektrode yang dihabiskan sebanyak : **19.3 potong/m**. Biaya yang dikeluarkan untuk elektrode sebanyak 19.3 potong didapatkan dari hasil perkalian antara jumlah elektrode yang

2. Tebal pelat 10 mm (3 layer)

Jumlah elektrode yang dihabiskan sebanyak : **20 potong/m**. Biaya yang dikeluarkan untuk elektrode sebanyak 20 potong didapatkan dari hasil perkalian antara jumlah elektrode yang dihabiskan dengan harga per electrode sebesar **Rp 13.000.-/m**

3. Tebal pelat 12 mm (4 layer)

Jumlah elektrode yang dihabiskan sebanyak : **25.5 potong/m**. Biaya yang dikeluarkan untuk elektrode sebanyak 25.5 potong didapatkan dari hasil perkalian antara jumlah elektrode yang dihabiskan dengan harga per elektrode sebesar **Rp 16.575.-/m**

4. Tebal pelat 14 mm (5 layer)

Jumlah elektrode yang dihabiskan sebanyak : **30.4 potong/m**. Biaya yang dikeluarkan untuk elektrode sebanyak 30.4 potong didapatkan dari hasil perkalian antara jumlah elektrode yang dihabiskan dengan harga per elektrode sebesar **Rp 19.760.-/m**

Perbaikan sisi sambungan membutuhkan tenaga helper yang terdiri dari cutter dan tukang gerinda untuk ketidaksesuaian gap sedangkan untuk perbaikan akibat misalignment dibutuhkan cutter, tukang fairing dan gerinda. Setelah perbaikan sisi selesai baru dilakukan pengelasan. Waktu yang dibutuhkan untuk persiapan sisi adalah sekitar 20% dari waktu keseluruhan perbaikan. Dari data yang diperoleh, panjang keseluruhan sambungan yang membutuhkan perbaikan adalah seperti pada tabel berikut :

- Untuk blok persegi akibat ketidaksesuaian gap sepanjang 215.3 m
- Untuk blok lengkung akibat ketidaksesuaian gap sepanjang 131.55 m
- Untuk blok persegi akibat misalignment sepanjang 345.61 m
- Untuk blok lengkung akibat misalignment gap sepanjang 189.10 m

Besar biaya elektroda yang dibutuhkan adalah :

$$\text{Biaya elektroda} = \text{panjang pengelasan} \times \text{biaya elektroda/m}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh biaya elektroda untuk penyambungan blok akibat ketidaksesuaian gap adalah Rp 6.161.307 dan biaya elektroda untuk penyambungan blok akibat adanya misalignment adalah Rp9.448.082. Jadi total biaya elektroda yang dibutuhkan adalah Rp15.609.389 (lihat lampiran)

Dari hasil perhitungan maka diperoleh besar kerugian akibat ketidaksesuaian gap dan misalignment pada penyambungan blok adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya tenaga kerja} + \text{biaya konsumeble} \\ &= \text{Rp } 21.685.226 + \text{Rp } 15.609.389 \\ &= \text{Rp } 37.294.615,00 \end{aligned}$$

Dari hasil analisis data diperoleh besar kerugian akibat adanya ketidaksesuaian gap dan misalignment pada saat blok akan disambung adalah sebesar Rp. 37.294.615,-. Biaya yang dihitung hanya biaya tenaga kerja dan biaya elektroda. Total waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan adalah 1590,3 jam.

Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Misalignment dan ketidaksesuaian gap pada joint block untuk blok-blok yang mempunyai lengkung banyak terjadi pada daerah belakang kapal dibawah garis air (ASF1, ASF2, ASF3, ASF4, ASA). Untuk blok-blok yang berbentuk Flat, terjadinya misalignment dan ketidaksesuaian gap banyak terjadi pada bagian deck kapal (joint blok TR, ATR, DTR, DTK)
2. Total kerugian waktu dan biaya akibat terjadinya misalignment dan ketidaksesuaian fap pada penyambungan blok sebesar Rp. 37.294.615,- dengan rincian biaya tenaga kerja sebesar Rp. 21.685.226,- dan biaya konsumeble sebesar Rp. 15.609.389,- (Biaya yang diperhitungkan untuk konsumeble hanya biaya elektroda).
3. Berdasarkan hasil analisis untuk memperkirakan besarnya kebutuhan Jam Orang dan lamanya Waktu perbaikan dalam penyambungan blok digunakan fungsi sebagai berikut :

A. Ketidaksesuaian Gap

- Untuk Blok Berbentuk Flat

$$JO = - 1.67 + 0.190 X1 + 2.27 X2$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 1.00 + 0.114 X1 + 1.36 X2$$

- Untuk Blok Berbentuk Kurve

$$JO = - 1.54 + 0.206 X1 + 2.50 X2$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 1.08 + 0.124 X1 + 1.50 X2$$

Ket ; X1 : besar gap (mm), X2: panjang gap (m)

B. Misalignment

- Untuk Blok Berbentuk Flat

$$JO = - 5.40 + 1.08 Z1 + 3.98 Z2$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 2.70 + 0.541 Z1 + 1.99 Z2$$

- Untuk Blok Berbentuk Kurve

$$JO = - 4.04 + 0.901 Z1 + 4.41 Z2$$

$$\text{Waktu (jam)} = - 2.27 + 0.451 Z1 + 2.20 Z2$$

Ket ; Z1 : besar misalignment(mm), Panjang misalignment (m).

4. Variabel yang sangat berpengaruh terhadap besar kebutuhan jam orang adalah panjang sambungan yang mengalami ketidaksesuaian gap maupun misalignment. Semakin panjang sambungan yang harus diperbaiki maka kebutuhan jam orang semakin besar. Hal ini dapat dilihat dari nilai korelasi antara JO dengan variabel yang lainnya yang paling besar nilai korelasi ada pada panjang kesalahan teknis (X dan Z).

Bentuk Blok	Panjang Gap (X1)	Panjang Misalignment (Z1)	Besar Gap (X2)	Lebar Misalignment (Z2)
Blok Flat	0.901	0.809	0.655	0.699
Blok Lengkung	0.873	0.801	0.567	0.552

6.2 Saran

Penggunaan fungsi yang diperoleh hanya dapat digunakan untuk tebal pelat 12 mm, 14 mm dan 15 mm. Untuk variasi tebal pelat lainnya belum dilakukan dalam pengujian ini. Besar gap maksimum yang dapat dihitung dari fungsi hasil pengolahan data adalah 16 mm dan lebar maksimum misalignment sambungan blok adalah 15 mm. Untuk pengujian gap lebih dari 16 mm dan lebar misalignment lebih dari 15 mm untuk variasi tebal pelat pekat lainnya dapat dilakukan pada penelitian sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

Broto Sasongko, "**Analisa Biaya Industri Perkapalan dan Galangan Kapal**", Hang Tuah Press, Surabaya, 1991.

Ir. Dines Ginting "**Dasar – Dasar Pengelasan**" Jakarta 1985.

Julia Brannen, **Memadu Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif**, 2000

Sjarief Widjaja, "**Bahan Kuliah Manajemen Mutu**", Diktat kuliah Teknik Perkapalan FTK-ITS, Fakultas Teknologi Kelautan –ITS, Surabaya, 2001

Soejitno, "**Perencanaan Pembangunan Kapal**", Diktat Kuliah Teknik Perkapaln FTK-ITS, 1993.

Soejitno, "**Teknik Produksi Kapal**", TP.1534.Surabaya : Jurusan Teknik Perkpalan, Fakultas Teknologi Kelautan-ITS, Surabaya, 1996.

Soeweify, "**Hand Out Teknologi Pengelasan**", Fakultas Teknologi Kelautan ITS, Surabaya, 1985.

The International Association Of Classification Societes (IACS). "**Shipbuilding and Repair Quality Standart**" London, 1999.

Tim Kurikulum SMK Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS, "**Urutan dan Metode Pembuatan Kapal**", Diktat Pembelajaran SMK Perkapalan, 2003.

Walpole, Ronald. 1986. *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*, ITB.

Lampiran I

Data kesalahan teknis pada join blok , besar Misalignmet, lebar mis, tebal pelat pada sambungan yang membutuhkan perbaikan untuk bentuk blok Flat

No	Nama Join blok	sambungan	lebar mis (mm)	panjang mis (m)	tebal pelat (mm)
1	AP4(S)+ AP3(S)	butt	7	0.68	12
		butt	4	1.12	12
		butt	3	1.32	12
		butt	6	0.8	12
		butt	6	0.94	12
		butt	3	2.15	12
		fillet	6	1	12
		fillet	4	0.77	12
		fillet	7	1.5	12
		fillet	6	0.6	12
2	AP4(P)+ AP3(P) AP4(P)+ ASF4	butt	4	1.31	12
		butt	4	1.75	12
		butt	4	1.1	12
		butt	4	1.89	12
		butt	7	1.15	12
		fillet	3	1.66	12
		fillet	6	0.79	12
		fillet	3	0.68	12
		fillet	7	1.68	12
		fillet	3	2.14	12
3	AP1(S)+ASA 3B AP1(S)+ASF 1	butt	7	1.74	12
		butt	3	2.06	12
		butt	5	2.16	12
		butt	3	0.98	12
		fillet	5	1.95	12
		fillet	4	0.74	12
4	AP3(S)+AP2(S) AP3(S)+ASF3	butt	7	1.83	12
		butt	6	0.69	12
		butt	4	1.64	12
		butt	4	2.21	12
		fillet	6	2.27	12
		fillet	3	2.39	12
		fillet	3	0.88	12
		fillet	3	0.6	12

5	AP2(s)+AP1(S) AP2(s)+ASF2	butt	3	1.75	12
		butt	7	1.1	12
		butt	3	1.02	12
		butt	5	0.85	12
		butt	4	0.46	12
		butt	4	0.63	12
		fillet	6	1	12
		fillet	5	0.79	12
		fillet	3	1.96	12
		fillet	7	1.2	12
6	AP2(P)+AP1(P) AP2(p)+ASF2	butt	6	0.82	12
		butt	3	2.28	12
		butt	4	0.96	12
		butt	3	1.31	12
		fillet	6	0.69	12
		fillet	6	0.65	12
7	AP3(P)+AP2(P) AP3(P)+ASF3	butt	5	1.41	12
		butt	7	0.61	12
		fillet	7	0.57	12
		fillet	4	2.47	12
		fillet	4	1.26	12
		fillet	6	1.67	12
8	TR3 + TR2 TR3 +SS3B (P/S) TR3 + DTR5	butt	5	0.9	12
		butt	7	1	12
		butt	6	1.54	12
		butt	4	0.63	12
		fillet	6	0.8	12
		fillet	3	1.37	12
		fillet	7	1.61	12
		fillet	6	1.35	12
9	ATR1 (P) + ATR1 (S) ATR1(P/S) +TR1 (P/S) ATR1 (P/S) + ASA1B (P/S)	butt	4	0.64	12
		butt	6	2.41	12
		butt	6	0.45	12
		butt	7	1.8	12
		butt	5	1.89	12
		butt	3	1.96	12
		butt	4	1.64	12
		butt	4	0.44	12
		fillet	4	0.66	12
		fillet	6	2.43	12

		fillet	7	1.14	12
		fillet	5	0.91	12
		fillet	5	1.27	12
		fillet	4	2.07	12
10	TR1 (P) + TR1 (S)	butt	4	2.3	12
	TR1 P/S) + TR2 (P/S)	butt	7	0.49	12
	TR1 (P/S) + SS1B (P/S)	butt	3	0.41	12
	TR1 (P/S) + DTR3	butt	4	1.71	12
		butt	4	2.45	12
		butt	6	1.5	12
		butt	7	2.44	12
		butt	7	0.77	12
		butt	6	0.87	12
		butt	3	1.2	12
		fillet	4	1.8	12
		fillet	5	2.39	12
		fillet	5	2.08	12
		fillet	5	1.89	12
		fillet	6	0.85	12
		fillet	5	2.27	12
11	TR4 (P) + TR4(S)	butt	3	0.94	12
	TR4(P/S) + TR3 (P/S)	butt	4	1.97	12
	TR4 (P/S) + SS4B (P/S)	butt	5	2.15	12
	TR4 (P/S) + DTR6	butt	4	0.43	12
		butt	7	1.67	12
		butt	7	1.96	12
		butt	7	1.78	12
		butt	4	1.44	12
		butt	5	1.78	12
		butt	4	2.08	12
		fillet	7	0.56	12
		fillet	6	0.82	12
		fillet	4	1.94	12
		fillet	6	1.59	12
		fillet	3	2.4	12
		fillet	4	1.47	12
	fillet	5	2.4	12	
	fillet	6	1.27	12	
12	ATR3 (P) + ATR3 (S)	butt	5	2.11	12
	ATR3 (P/S) + ATR2 (P/S)	butt	3	0.42	12

	ATR3 (P/S) +ASA3B (P/S)	butt	5	0.91	12
		butt	5	1.2	12
		butt	3	2.17	12
		butt	5	1.63	12
		butt	3	1.83	12
		butt	7	1.56	12
		butt	5	1.88	12
		butt	3	1.79	12
		fillet	5	2.1	12
		fillet	7	2.49	12
		fillet	7	0.91	12
		fillet	6	0.71	12
		fillet	6	1.73	12
		fillet	5	2.43	12
13	ATR2(P) + ATR 2(S)	butt	5	1.24	12
	ATR2(P/S) + ATR1(P/S)	butt	3	1.4	12
	ATR2(P/S) + ASA2B(P/S)	butt	5	1.21	12
	ATR2(P/S) + DTR1	butt	7	0.94	12
		butt	3	0.48	12
		butt	3	0.74	12
		butt	3	0.76	12
		butt	5	1.8	12
		fillet	3	0.63	12
		fillet	7	0.57	12
		fillet	6	0.59	12
		fillet	7	2.03	12
		fillet	4	1.73	12
		fillet	5	1.24	12
14	SS3A + SS2A(P/S)	butt	6	1.5	12
	SS3A + DB3 (P/S)	butt	7	2.35	12
		butt	3	1.5	12
		butt	7	1.26	12
		butt	5	2.45	12
		butt	4	1.2	12
		fillet	7	0.87	12
		fillet	3	0.51	12
		fillet	6	0.85	12
		fillet	4	1.8	12
14	DTK 4 + DB2	butt	7	0.64	12
	ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	butt	7	1.54	12

		butt	3	1.58	12
		butt	5	1.4	12
		butt	5	1.49	12
		butt	6	0.76	12
		butt	7	1	12
		butt	4	0.8	12
		butt	5	0.8	12
		butt	6	0.5	12
		fillet	7	1	12
15	SS4B (S) + DTR6 SS4B(S) + SS3B (S) SS4B (S) + SS4A(S)	butt	3	1.58	12
		butt	5	1.33	12
		butt	5	0.61	12
		butt	6	1	12
		butt	7	0.57	12
		butt	6	1.9	12
		fillet	3	1.91	12
		fillet	7	1.42	12
		fillet	4	0.8	12
		fillet	7	2.07	12
16	ASA3B(P) + DTR1 ASA3B(P) + ASA2B(P) ASA3B(P) + ASA3A (P)	butt	6	0.82	12
		butt	7	2.13	12
		butt	4	0.73	12
		butt	5	2	12
		butt	5	2.16	12
		fillet	5	0.65	12
		fillet	4	1.38	12
		fillet	5	1.2	12
		fillet	3	2.13	12
17	<DTR2+DTR3+DTK2>	butt	7	1.55	12
		butt	3	1.03	12
		butt	6	1.91	12
		fillet	3	1.28	12
		fillet	3	1.93	12
18	<DTR4+DTR5+DTK5>	butt	4	0.51	12
		butt	5	1.01	12
		butt	6	2.03	12
		butt	5	1.05	12
		butt	4	1.22	12
19	SS4B(P) + DTK6 SS4B(P) + SS3B(P)	fillet	3	0.99	12
		fillet	3	1.43	12

	SS4B(P) + SS4A (P)				
20	SS1B+DTR3(P)	butt	7	2	12
		butt	7	1.59	12
		butt	3	0.93	12
		butt	7	2.33	12
		fillet	5	0.8	12
		fillet	6	0.9	12
21	TR2(P) + TR2(S)	butt	6	1.73	12
		butt	7	1.78	12
22	ASA1B+ASA1A(S) ASA1B+SIB(S) ASA1B+DTR2	butt	6	1.93	12
		butt	6	1.31	12
		butt	7	2.3	12
		butt	4	0.56	12
		fillet	5	0.48	12
		fillet	3	0.68	12
		fillet	5	1.57	12
23	ASA1B+SS1B(P) ASA1B+ASA1A(P) ASA1B+DTR2(P)	butt	3	0.61	12
		butt	3	1.43	12
		butt	4	1.04	12
		butt	6	0.52	12
		fillet	6	0.4	12
		fillet	3	1.82	12
		fillet	3	1.97	12
		fillet	5	1.96	12
24	SS3B+SS2B(S) SS3b+SS3A(S) SS3B+DTR5(S)	butt	4	1.33	12
		butt	4	1.9	12
		butt	7	1.93	12
		fillet	5	1.36	12
		fillet	5	0.88	12
25	SS2B+SS1B(S) SS2B+SS2A(S) SS2B+DTR4(S)	butt	5	1.68	12
		butt	7	0.9	12
		butt	5	1.04	12
		butt	6	2.07	12
		fillet	4	0.93	12
		fillet	5	1.51	12
26	SS1B+SS1A(S) SS1B+DTR2(S)	butt	3	1.33	12
		butt	3	0.93	12
		fillet	4	2.33	12
		fillet	4	0.8	12
27	SS1B+SS1A(P) SS1B+DTR2(P)	butt	5	0.9	12
		butt	4	1.73	12
		butt	6	1.78	12

		fillet	4	1.93	12
		fillet	3	1.31	12
28	<DTR2+DTR3+DTK2>	butt	3	0.5	12
		butt	5	0.56	12
		butt	6	0.48	12
		fillet	7	0.68	12
		fillet	5	1.57	12
30	DTR5+DTR6DTK6	butt	6	0.61	12
		butt	4	1.43	12
		butt	3	1.04	12
		butt	5	0.52	14
		butt	7	0.4	14
		butt	4	1.82	12
		butt	4	1.97	12
		butt	5	1.96	12
		fillet	7	1.33	12
		fillet	3	2.38	12
		fillet	6	0.5	12
31	(DTK4+DTR4)	butt	6	0.82	14
	DTR3+DTR4)	butt	5	2.13	14
		butt	5	0.73	12

Lampiran II

Data besar misalignment, panjang misalignment, tebal pelat yang disambung, waktu perbaikan dan kebutuhan Jam orang untuk blok-blok berbentuk flat :

No	Nama Join blok	mis (mm)	panjang (m)	tebal	waktu (jam)	JO
1	AP4(S)+ AP3(S)	7	0.68	12	1.90	3.8
		4	1.12	12	1.79	3.6
		3	1.32	12	1.58	3.2
		6	0.8	12	1.92	3.8
		6	0.94	12	2.26	4.5
		3	2.15	12	2.58	5.2
		6	1	12	2.40	4.8
		4	0.77	12	1.23	2.5
		7	1.5	12	4.20	8.4
		6	0.6	12	1.44	2.9
2	AP4(P)+ AP3(P) AP4(P)+ ASF4	4	1.31	12	2.10	4.2
		4	1.75	12	2.80	5.6
		4	1.1	12	1.76	3.5
		4	1.89	12	3.02	6.0
		7	1.15	12	3.22	6.4
		3	1.66	12	1.99	4.0
		6	0.79	12	1.90	3.8
		3	0.68	12	0.82	1.6
		7	1.68	12	4.70	9.4
		3	2.14	12	2.57	5.1
3	AP1(S)+ASA 3B AP1(S)+ASF 1	7	1.74	12	4.87	9.7
		3	2.06	12	2.47	4.9
		5	2.16	12	4.32	8.6
		3	0.98	12	1.18	2.4
		5	1.95	12	3.90	7.8
		4	0.74	12	1.18	2.4
4	AP3(S)+AP2(S) AP3(S)+ASF3	7	1.83	12	5.12	10.2
		6	0.69	12	1.66	3.3
		4	1.64	12	2.62	5.2
		4	2.21	12	3.54	7.1
		6	2.27	12	5.45	10.9
		3	2.39	12	2.87	5.7
		3	0.88	12	1.06	2.1
		3	0.6	12	0.72	1.4

5	AP2(s)+AP1(S)	3	1.75	12	2.10	4.2
	AP2(s)+ASF2	7	1.1	12	3.08	6.2
		3	1.02	12	1.22	2.4
		5	0.85	12	1.70	3.4
		4	0.46	12	0.74	1.5
		4	0.63	12	1.01	2.0
		6	1	12	2.40	4.8
		5	0.79	12	1.58	3.2
		3	1.96	12	2.35	4.7
		7	1.2	12	3.36	6.7
6	AP2(P)+AP1(P)	6	0.82	12	1.97	3.9
	AP2(p)+ASF2	3	2.28	12	2.74	5.5
		4	0.96	12	1.54	3.1
		3	1.31	12	1.57	3.1
		6	0.69	12	1.66	3.3
		6	0.65	12	1.56	3.1
7	AP3(P)+AP2(P)	5	1.41	12	2.82	5.6
	AP3(P)+ASF3	7	0.61	12	1.71	3.4
		7	0.57	12	1.60	3.2
		4	2.47	12	3.95	7.9
		4	1.26	12	2.02	4.0
		6	1.67	12	4.01	8.0
8	TR3 + TR2	5	0.9	12	1.80	3.6
	TR3 +SS3B (P/S)	7	1	12	2.80	5.6
	TR3 + DTR5	6	1.54	12	3.70	7.4
		4	0.63	12	1.01	2.0
		6	0.8	12	1.92	3.8
		3	1.37	12	1.64	3.3
		7	1.61	12	4.51	9.0
		6	1.35	12	3.24	6.5
9	ATR1 (P) + ATR1 (S)	4	0.64	12	1.02	2.0
	ATR1(P/S) +TR1 (P/S)	6	2.41	12	5.78	11.6
	ATR1 (P/S) + ASA1B (P/S)	6	0.45	12	1.08	2.2
		7	1.8	12	5.04	10.1
		5	1.89	12	3.78	7.6
		3	1.96	12	2.35	4.7
		4	1.64	12	2.62	5.2
		4	0.44	12	0.70	1.4
		4	0.66	12	1.06	2.1
		6	2.43	12	5.83	11.7

		7	1.14	12	3.19	6.4
		5	0.91	12	1.82	3.6
		5	1.27	12	2.54	5.1
		4	2.07	12	3.31	6.6
10	TR1 (P) + TR1 (S)	4	2.3	12	3.68	7.4
	TR1 P/S) + TR2 (P/S)	7	0.49	12	1.37	2.7
	TR1 (P/S) + SS1B (P/S)	3	0.41	12	0.49	1.0
	TR1 (P/S) + DTR3	4	1.71	12	2.74	5.5
		4	2.45	12	3.92	7.8
		6	1.5	12	3.60	7.2
		7	2.44	12	6.83	13.7
		7	0.77	12	2.16	4.3
		6	0.87	12	2.09	4.2
		3	1.2	12	1.44	2.9
		4	1.8	12	2.88	5.8
		5	2.39	12	4.78	9.6
		5	2.08	12	4.16	8.3
		5	1.89	12	3.78	7.6
		6	0.85	12	2.04	4.1
	5	2.27	12	4.54	9.1	
11	TR4 (P) + TR4(S)	3	0.94	12	1.13	2.3
	TR4(P/S) + TR3 (P/S)	4	1.97	12	3.15	6.3
	TR4 (P/S) + SS4B (P/S)	5	2.15	12	4.30	8.6
	TR4 (P/S) + DTR6	4	0.43	12	0.69	1.4
		7	1.67	12	4.68	9.4
		7	1.96	12	5.49	11.0
		7	1.78	12	4.98	10.0
		4	1.44	12	2.30	4.6
		5	1.78	12	3.56	7.1
		4	2.08	12	3.33	6.7
		7	0.56	12	1.57	3.1
		6	0.82	12	1.97	3.9
		4	1.94	12	3.10	6.2
		6	1.59	12	3.82	7.6
		3	2.4	12	2.88	5.8
	4	1.47	12	2.35	4.7	
	5	2.4	12	4.80	9.6	
	6	1.27	12	3.05	6.1	
12	ATR3 (P) + ATR3 (S)	5	2.11	12	4.22	8.4
	ATR3 (P/S) + ATR2 (P/S)	3	0.42	12	0.50	1.0

	ATR3 (P/S) +ASA3B (P/S)	5	0.91	12	1.82	3.6
		5	1.2	12	2.40	4.8
		3	2.17	12	2.60	5.2
		5	1.63	12	3.26	6.5
		3	1.83	12	2.20	4.4
		7	1.56	12	4.37	8.7
		5	1.88	12	3.76	7.5
		3	1.79	12	2.15	4.3
		5	2.1	12	4.20	8.4
		7	2.49	12	6.97	13.9
		7	0.91	12	2.55	5.1
		6	0.71	12	1.70	3.4
		6	1.73	12	4.15	8.3
		5	2.43	12	4.86	9.7
13	ATR2(P) + ATR 2(S)	5	1.24	12	2.48	5.0
	ATR2(P/S) + ATR1(P/S)	3	1.4	12	1.68	3.4
	ATR2(P/S) + ASA2B(P/S)	5	1.21	12	2.42	4.8
	ATR2(P/S) + DTR1	7	0.94	12	2.63	5.3
		3	0.48	12	0.58	1.2
		3	0.74	12	0.89	1.8
		3	0.76	12	0.91	1.8
		5	1.8	12	3.60	7.2
		3	0.63	12	0.76	1.5
		7	0.57	12	1.60	3.2
		6	0.59	12	1.42	2.8
		7	2.03	12	5.68	11.4
		4	1.73	12	2.77	5.5
		5	1.24	12	2.48	5.0
14	SS3A + SS2A(P/S)	6	1.5	12	3.60	7.2
	SS3A + DB3 (P/S)	7	2.35	12	6.58	13.2
		3	1.5	12	1.80	3.6
		7	1.26	12	3.53	7.1
		5	2.45	12	4.90	9.8
		4	1.2	12	1.92	3.8
		7	0.87	12	2.44	4.9
		3	0.51	12	0.61	1.2
		6	0.85	12	2.04	4.1
		4	1.8	12	2.88	5.8
14	DTK 4 + DB2	7	0.64	12	1.79	3.6
	ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	7	1.54	12	4.31	8.6

		3	1.58	12	1.90	3.8
		5	1.4	12	2.80	5.6
		5	1.49	12	2.98	6.0
		6	0.76	12	1.82	3.6
		7	1	12	2.80	5.6
		4	0.8	12	1.28	2.6
		5	0.8	12	1.60	3.2
		6	0.5	12	1.20	2.4
		7	1	12	2.80	5.6
15	SS4B (S) + DTR6	3	1.58	12	1.90	3.8
	SS4B(S) + SS3B (S)	5	1.33	12	2.66	5.3
	SS4B (S) + SS4A(S)	5	0.61	12	1.22	2.4
		6	1	12	2.40	4.8
		7	0.57	12	1.60	3.2
		6	1.9	12	4.56	9.1
		3	1.91	12	2.29	4.6
		7	1.42	12	3.98	8.0
		4	0.8	12	1.28	2.6
		7	2.07	12	5.80	11.6
16	ASA3B(P) + DTR1	6	0.82	12	1.97	3.9
	ASA3B(P) + ASA2B(P)	7	2.13	12	5.96	11.9
	ASA3B(P) + ASA3A (P)	4	0.73	12	1.17	2.3
		5	2	12	4.00	8.0
		5	2.16	12	4.32	8.6
		5	0.65	12	1.30	2.6
		4	1.38	12	2.21	4.4
		5	1.2	12	2.40	4.8
		3	2.13	12	2.56	5.1
17	<DTR2+DTR3+DTK2>	7	1.55	12	4.34	8.7
		3	1.03	12	1.24	2.5
		6	1.91	12	4.58	9.2
		3	1.28	12	1.54	3.1
		3	1.93	12	2.32	4.6
18	<DTR4+DTR5+DTK5>	4	0.51	12	0.82	1.6
		5	1.01	12	2.02	4.0
		6	2.03	12	4.87	9.7
		5	1.05	12	2.10	4.2
		4	1.22	12	1.95	3.9
19	SS4B(P) + DTK6	3	0.99	12	1.19	2.4
	SS4B(P) + SS3B(P)	3	1.43	12	1.72	3.4

	SS4B(P) + SS4A (P)					
20	SS1B+DTR3(P)	7	2	12	5.60	11.2
		7	1.59	12	4.45	8.9
		3	0.93	12	1.12	2.2
		7	2.33	12	6.52	13.0
		5	0.8	12	1.60	3.2
		6	0.9	12	2.16	4.3
21	TR2(P) + TR2(S)	6	1.73	12	4.15	8.3
		7	1.78	12	4.98	10.0
22	ASA1B+ASA1A(S)	6	1.93	12	4.63	9.3
	ASA1B+SIB(S)	6	1.31	12	3.14	6.3
	ASA1B+DTR2	7	2.3	12	6.44	12.9
		4	0.56	12	0.90	1.8
		5	0.48	12	0.96	1.9
		3	0.68	12	0.82	1.6
		5	1.57	12	3.14	6.3
23	ASA1B+SS1B(P)	3	0.61	12	0.73	1.5
	ASA1B+ASA1A(P)	3	1.43	12	1.72	3.4
	ASA1B+DTR2(P)	4	1.04	12	1.66	3.3
		6	0.52	12	1.25	2.5
		6	0.4	12	0.96	1.9
		3	1.82	12	2.18	4.4
		3	1.97	12	2.36	4.7
		5	1.96	12	3.92	7.8
24	SS3B+SS2B(S)	4	1.33	12	2.13	4.3
	SS3b+SS3A(S)	4	1.9	12	3.04	6.1
	SS3B+DTR5(S)	7	1.93	12	5.40	10.8
		5	1.36	12	2.72	5.4
		5	0.88	12	1.76	3.5
25	SS2B+SS1B(S)	5	1.68	12	3.36	6.7
	SS2B+SS2A(S)	7	0.9	12	2.52	5.0
	SS2B+DTR4(S)	5	1.04	12	2.08	4.2
		6	2.07	12	4.97	9.9
		4	0.93	12	1.49	3.0
		5	1.51	12	3.02	6.0
26	SS1B+SS1A(S)	3	1.33	12	1.60	3.2
	SS1B+DTR2(S)	3	0.93	12	1.12	2.2
		4	2.33	12	3.73	7.5
		4	0.8	12	1.28	2.6
27	SS1B+SS1A(P)	5	0.9	12	1.80	3.6
	SS1B+DTR2(P)	4	1.73	12	2.77	5.5
		6	1.78	12	4.27	8.5

		4	1.93	12	3.09	6.2
		3	1.31	12	1.57	3.1
28	<DTR2+DTR3+DTK2>	3	0.5	12	0.60	1.2
		5	0.56	12	1.12	2.2
		6	0.48	12	1.15	2.3
		7	0.68	12	1.90	3.8
		5	1.57	12	3.14	6.3
30	DTR5+DTR6DTK6	6	0.61	12	1.46	2.9
		4	1.43	12	2.29	4.6
		3	1.04	12	1.25	2.5
		5	0.52	14	1.21	2.4
		7	0.4	14	1.31	2.6
		4	1.82	12	2.91	5.8
		4	1.97	12	3.15	6.3
		5	1.96	12	3.92	7.8
		7	1.33	12	3.72	7.4
		3	2.38	12	2.86	5.7
		6	0.5	12	1.20	2.4
31	(DTK4+DTR4)	6	0.82	14	2.30	4.6
	DTR3+DTR4)	5	2.13	14	4.97	9.9
		5	0.73	12	1.46	2.9

Lampiran III

Data Joint blok, besar gap, panjang gap, tebal pelat yang disambung untuk blok-blok bentuk flat.

No	Nama Join blok	sambungan	gap (mm)	panjang gap (m)	tebal pelat (mm)
1	AP4(S)+ AP3(S)	Butt	10	0.7	12
		Butt	12	0.3	12
		Fillet	9	1	12
		Fillet	11	2	12
2	AP4(P)+ AP3(P) AP4(P)+ ASF4	Butt	10	2	12
		Butt	7	1.5	12
		Butt	12	1.7	12
		Butt	13	1.2	12
		Butt	11	0.8	12
		Butt	9	0.3	12
		Fillet	8	1.3	12
		Fillet	13	0.4	12
3	AP1(S)+ASA 3B AP1(S)+ASF 1	Butt	12	0.8	12
		Butt	8	0.7	12
		Butt	6	0.3	12
		Butt	7	0.8	12
		Fillet	7	1.6	12
		Fillet	10	0.3	12
4	AP3(S)+AP2(S) AP3(S)+ASF3	Butt	7	1.4	12
		Butt	7	2	12
		Butt	12	0.9	12
		Butt	11	1.9	12
		Fillet	12	1.4	12
		Fillet	8	0.4	12
5	AP2(s)+AP1(S) AP2(s)+ASF2	Butt	7	0.4	12
		Butt	8	0.5	12
		Butt	11	2	12
		Butt	13	1.8	12
		Fillet	12	1.7	12
		Fillet	11	1.6	12
		Fillet	6	1.8	12
6	AP2(P)+AP1(P) AP2(p)+ASF2	Butt	7	1.2	12
		Butt	9	1.7	12
		Butt	13	0.6	12
		Butt	9	0.8	12

		Fillet	11	0.5	12
		Fillet	11	0.7	12
7	AP3(P)+AP2(P) AP3(P)+ASF3	Butt	10	1	12
		Butt	7	0.4	12
		Butt	8	1.3	12
		Butt	12	0.3	12
		Fillet	6	2	12
8	TR3 + TR2 TR3 +SS3B (P/S) TR3 + DTR5	Butt	12	0.6	12
		Butt	11	0.9	12
		Butt	8	0.3	12
		Butt	8	0.6	12
		Butt	11	0.5	12
		Butt	7	1.1	12
		Fillet	7	0.8	12
		Fillet	12	1.2	12
		Fillet	10	1	12
		Fillet	8	0.7	12
9	ATR1 (P) + ATR1 (S) ATR1(P/S) +TR1 (P/S) ATR1 (P/S) + ASA1B (P/S)	Butt	11	1.3	12
		Butt	11	0.3	12
		Butt	7	1.8	12
		Butt	12	0.9	12
		Butt	7	1.7	12
		Butt	12	0.5	12
		Butt	6	0.9	12
		Butt	13	0.6	12
		Butt	11	0.7	12
		Butt	9	0.9	12
		Fillet	8	1.8	12
Fillet	6	1	12		
10	TR1 (P) + TR1 (S) TR1 P/S) + TR2 (P/S) TR1 (P/S) + SS1B (P/S) TR1 (P/S) + DTR3 11	Butt	9	1.4	12
		Butt	6	0.3	12
		Butt	8	0.7	12
		Butt	10	1.6	12
		Butt	9	1.1	12
		Butt	8	0.9	12
		Butt	12	0.6	12
		Butt	10	1.2	12
		Butt	7	1	12
		Butt	7	0.6	12

		Fillet	6	0.8	12
		Fillet	6	1.5	12
		Fillet	7	0.8	12
		Fillet	7	0.7	12
11	TR4 (P) + TR4(S)	Butt	9	0.4	12
	TR4(P/S) + TR3 (P/S)	Butt	9	1.7	12
	TR4 (P/S) + SS4B (P/S)	Butt	9	1.1	12
	TR4 (P/S) + DTR6 12	Butt	13	1.2	12
		Butt	11	1.2	12
		Butt	9	0.3	12
		Butt	7	1.9	12
		Butt	8	0.9	12
		Butt	8	0.5	12
		Butt	12	0.7	12
		Fillet	7	1	12
		Fillet	7	0.5	12
		Fillet	5	0.3	12
		Fillet	6	1.5	12
12	ATR3 (P) + ATR3 (S)	Butt	11	0.5	12
	ATR3 (P/S) + ATR2 (P/S)	Butt	7	1.6	12
	ATR3 (P/S) + ASA3B (P/S)	Butt	8	0.3	12
		Butt	11	0.7	12
		Butt	12	0.3	12
		Butt	9	1.9	12
		Butt	8	0.6	12
		Butt	13	0.9	12
		Butt	11	1.5	12
		Butt	9	0.8	12
		Fillet	6	1.1	12
		Fillet	9	1.1	12
		Fillet	4	0.9	12
	Fillet	8	1	12	
13	ATR2(P) + ATR 2(S)	Butt	9	1.3	12
	ATR2(P/S) + ATR1(P/S)	Butt	13	1.3	12
	ATR2(P/S) + ASA2B(P/S)	Butt	8	1.4	12
	ATR2(P/S) + DTR1	Butt	9	0.5	12
		Butt	7	0.8	12

		Butt	12	0.4	12
		Butt	11	0.3	12
		Butt	11	0.5	12
		Butt	12	0.8	12
		Butt	8	0.5	12
		Fillet	6	1.2	12
		Fillet	7	1.4	12
		Fillet	7	0.5	12
		Fillet	8	1	12
14	SS3A + SS2A(P/S)	Butt	9	0.8	12
	SS3A + DB3 (P/S)	Butt	7	1	14
		Butt	11	0.6	12
		Butt	10	1.4	12
		Fillet	7	0.4	12
14	DTK 4 + DB2	Butt	13	0.6	12
	ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	Butt	7	0.6	12
		Butt	13	0.9	12
		Butt	10	0.3	12
		Butt	8	1	12
		Butt	7	1.4	12
		Butt	7	0.3	12
		Butt	6	0.9	12
		Fillet	9	0.4	12
		Fillet	6	1.5	12
		Fillet	8	0.5	12
		Fillet	7	1	12
15	SS4B (S) + DTR6	Butt	6	1.5	12
	SS4B(S) + SS3B (S)	Butt	9	0.9	12
	SS4B (S) + SS4A(S)	Butt	10	0.6	12
		Butt	11	0.5	12
		Butt	10	1	12
		Butt	12	1.3	12
		Fillet	11	0.5	12
		Fillet	8	0.4	12
		Fillet	6	0.5	12
		Fillet	8	1.1	12
16	ASA3B(P) + DTR1	Butt	6	0.3	12
	ASA3B(P) + ASA2B(P)	Butt	6	1.4	12
	ASA3B(P) + ASA3A (P)	Butt	12	0.4	12
		Butt	9	1.5	12

		Butt	7	1.2	12
		Butt	11	0.4	12
		Fillet	9	1	12
		Fillet	6	0.6	12
17	<DTR2+DTR3+DTK2>	Butt	8	1.1	12
		Butt	6	0.3	12
		Butt	6	0.8	12
		Butt	7	0.5	12
		Fillet	6	0.3	12
18	<DTR4+DTR5+DTK5>	Butt	11	0.3	12
		Butt	8	0.6	12
		Butt	6	0.8	12
		Butt	8	1.5	12
		Fillet	8	1.1	12
19	SS4B(P) + DTK6	Butt	10	0.7	12
	SS4B(P) + SS3B(P)	Butt	12	1.1	12
	SS4B(P) + SS4A (P)	Butt	9	0.3	12
		Butt	7	0.9	12
		Butt	11	1.5	12
		Butt	8	0.4	12
		Fillet	5	0.7	12
		Fillet	6	0.9	12
20	SS1B+DTR3(P)	Butt	7	0.4	12
		Butt	7	0.3	12
		Butt	6	1.3	12
		Butt	8	0.4	12
		Butt	11	0.5	12
		Butt	7	0.3	12
		Fillet	7	0.5	12
		Fillet	6	1.4	12
21	TR2(P) + TR2(S)	Butt	11	1.2	12
		Butt	8	1.1	12
22	ASA1B+ASA1A(S)	Butt	7	1.2	12
	ASA1B+SIB(S)	Butt	11	1.4	12
	ASA1B+DTR2	Butt	9	1.4	12
		Butt	13	0.9	12
		Butt	11	1.3	12
		Fillet	6	1.3	12
		Fillet	6	0.5	12
		Fillet	7	0.6	12
23	ASA1B+SS1B(P)	Butt	8	0.4	12
	ASA1B+ASA1A(P)	Butt	8	1.3	12

	ASA1B+DTR2(P)	Butt	10	1.2	12
		Butt	10	1.4	12
		Butt	11	0.7	12
		Butt	11	1.1	12
		Fillet	6	1.5	12
		Fillet	6	0.7	12
24	SS3B+SS2B(S)	Butt	13	0.5	12
	SS3b+SS3A(S)	Butt	6	1.5	12
	SS3B+DTR5(S)	Butt	13	0.8	12
		Butt	12	1.6	12
		Fillet	7	0.4	12
		Fillet	7	1.7	12
25	SS2B+SS1B(S)	Butt	12	1.1	12
	SS2B+SS2A(S)	Butt	9	0.3	12
	SS2B+DTR4(S)	Butt	9	0.5	12
		Butt	13	1.4	12
		Fillet	5	1.2	12
		Fillet	6	1.1	12
26	SS1B+SS1A(S)	Butt	11	1.2	12
	SS1B+DTR2(S)	Butt	13	1.4	12
		Butt	12	1.4	12
		Butt	7	0.9	12
27	SS1B+SS1A(P)	Butt	9	1.3	12
	SS1B+DTR2(P)	Butt	9	1.3	12
		Butt	8	0.5	12
		Butt	12	0.6	12
		Butt	8	0.4	12
		Fillet	12	1.3	12
28	<DTR2+DTR3+DTK2>	Butt	6	1.2	12
		Butt	9	1.4	12
		Butt	9	0.7	12
		Butt	11	1.1	12
		Fillet	8	1.5	12
30	DTR5+DTR6DTK6	Butt	13	0.7	12
		Butt	11	0.5	12
		Butt	7	0.4	12
		Fillet	6	1	12

Lampiran IV

Data perbaikan blok bentuk flat untuk setiap ketidaksesuaian gap pada sambungan (lama waktu perbaikan dan kebutuhan JO)

No	Nama Join blok	gap (mm)	panjang gap (m)	tebal pelat (mm)	waktu (jam)	JO
1	AP4(S)+ AP3(S)	10	0.7	12	1.06	1.76
		12	0.3	12	0.53	0.88
		9	1	12	1.39	2.32
		11	2	12	3.27	5.44
2	AP4(P)+ AP3(P) AP4(P)+ ASF4	10	2	12	3.02	5.04
		7	1.5	12	1.72	2.86
		12	1.7	12	2.98	4.97
		13	1.2	12	2.25	3.75
		11	0.8	12	1.31	2.18
		9	0.3	12	0.42	0.69
		8	1.3	12	1.65	2.75
3	AP1(S)+ASA 3B AP1(S)+ASF 1	12	0.8	12	1.40	2.34
		8	0.7	12	0.89	1.48
		6	0.3	12	0.31	0.51
		7	0.8	12	0.92	1.53
		7	1.6	12	1.83	3.06
		10	0.3	12	0.45	0.76
4	AP3(S)+AP2(S) AP3(S)+ASF3	7	1.4	12	1.60	2.67
		7	2	12	2.29	3.82
		12	0.9	12	1.58	2.63
		11	1.9	12	3.34	5.56
		12	1.4	12	2.46	4.09
5	AP2(s)+AP1(S) AP2(s)+ASF2	8	0.4	12	0.46	0.76
		8	0.5	12	0.63	1.06
		11	2	12	3.27	5.44
		13	1.8	12	3.38	5.63
		12	1.7	12	2.98	4.97
		11	1.6	12	2.61	4.35
6	AP2(P)+AP1(P) AP2(p)+ASF2	6	1.8	12	1.84	3.07
		7	1.2	12	1.38	2.29
		9	1.7	12	1.95	3.25
		13	0.6	12	1.13	1.88

		9	0.8	12	1.11	1.85
		11	0.5	12	0.82	1.36
		11	0.7	12	1.14	1.91
7	AP3(P)+AP2(P)	10	1	12	1.51	2.52
	AP3(P)+ASF3	7	0.4	12	0.46	0.76
		8	1.3	12	1.65	2.75
		12	0.3	12	0.53	0.88
		6	2	12	2.05	3.41
8	TR3 + TR2	12	0.6	12	1.05	1.75
	TR3 +SS3B (P/S)	11	0.9	12	1.47	2.45
	TR3 + DTR5	8	0.3	12	0.38	0.63
		8	0.6	12	0.76	1.27
		11	0.5	12	0.82	1.36
		7	1.1	12	1.26	2.10
		7	0.8	12	0.92	1.53
		12	1.2	12	2.11	3.51
		10	1	12	1.51	2.52
		8	0.7	12	0.89	1.48
9	ATR1 (P) + ATR1 (S)	11	1.3	12	2.12	3.54
	ATR1(P/S) +TR1 (P/S)	11	0.3	12	0.49	0.82
	ATR1 (P/S) + ASA1B (P/S)	7	1.8	12	2.06	3.44
		12	0.9	12	1.03	1.72
		7	1.7	12	1.95	3.25
		12	0.5	12	0.88	1.46
		6	0.9	12	0.92	1.54
		13	0.6	12	1.13	1.88
		11	0.7	12	1.40	2.33
		9	0.9	12	1.25	2.08
10	TR1 (P) + TR1 (S)	9	1.4	12	1.95	3.24
	TR1 P/S) + TR2 (P/S)	6	0.3	12	0.31	0.51
	TR1 (P/S) + SS1B (P/S)	8	0.7	12	0.89	1.48
	TR1 (P/S) + DTR3	10	1.6	12	2.42	4.03
	11	9	1.1	12	1.39	2.32
		8	0.9	12	1.14	1.90
		12	0.6	12	1.05	1.75
		10	1.2	12	1.81	3.02
		7	1	12	1.15	1.91

		7	0.6	12	0.76	1.27
		6	0.8	12	0.82	1.37
		6	1.5	12	1.54	2.56
		7	0.8	12	0.92	1.53
		7	0.7	12	0.89	1.48
11	TR4 (P) + TR4(S)	9	0.4	12	0.56	0.93
	TR4(P/S) + TR3 (P/S)	9	1.7	12	2.36	3.94
	TR4 (P/S) + SS4B (P/S)	9	1.1	12	1.53	2.55
	TR4 (P/S) + DTR6 12	13	1.2	12	2.25	3.75
		11	1.2	12	1.96	3.27
		9	0.3	12	0.42	0.69
		7	1.9	12	2.18	3.63
		8	0.9	12	1.14	1.90
		8	0.5	12	0.63	1.06
		12	0.7	12	1.23	2.05
		7	1	12	1.15	1.91
		7	0.5	12	0.57	0.95
		5	0.3	12	0.24	0.40
		6	1.5	12	1.54	2.56
12	ATR3 (P) + ATR3 (S)	11	0.5	12	0.82	1.36
	ATR3 (P/S) + ATR2 (P/S)	7	1.6	12	1.83	3.06
	ATR3 (P/S) + ASA3B (P/S)	8	0.3	12	0.38	0.63
		11	0.7	12	1.14	1.91
		12	0.3	12	0.53	0.88
		9	1.9	12	2.64	4.40
		8	0.6	12	0.76	1.27
		13	0.9	12	1.69	2.81
		11	1.5	12	2.45	4.08
		9	0.8	12	1.11	1.85
		6	1.1	12	1.13	1.88
		9	1.1	12	1.53	2.55
		4	0.9	12	0.54	0.90
	8	1	12	1.27	2.11	
13	ATR2(P) + ATR 2(S)	9	1.3	12	1.81	3.01
	ATR2(P/S) + ATR1(P/S)	13	1.3	12	2.44	4.07
	ATR2(P/S) + ASA2B(P/S)	8	1.4	12	1.78	2.96
	ATR2(P/S) + DTR1	9	0.5	12	0.69	1.16

		7	0.8	12	0.92	1.53
		12	0.4	12	0.70	1.17
		11	0.3	12	0.49	0.82
		11	0.5	12	0.82	1.36
		12	0.8	12	1.40	2.34
		8	0.5	12	0.63	1.06
		6	1.2	12	1.23	2.05
		7	1.4	12	1.60	2.67
		7	0.5	12	0.57	0.95
		8	1	12	1.27	2.11
14	SS3A + SS2A(P/S)	9	0.8	12	1.11	1.85
	SS3A + DB3 (P/S)	7	1	14	1.15	1.91
		11	0.6	12	0.98	1.63
		10	1.4	12	2.12	3.53
		7	0.4	12	0.46	0.76
14	DTK 4 + DB2	13	0.6	12	1.13	1.88
	ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	7	0.6	12	0.69	1.15
		13	0.9	12	1.69	2.81
		10	0.3	12	0.45	0.76
		8	1	12	1.27	2.11
		7	1.4	12	1.60	2.67
		7	0.3	12	0.38	0.63
		6	0.9	12	0.92	1.54
		9	0.4	12	0.00	0.00
		6	1.5	12	1.54	2.56
		8	0.5	12	0.63	1.06
		7	1	12	1.15	1.91
15	SS4B (S) + DTR6	6	1.5	12	1.54	2.56
	SS4B(S) + SS3B (S)	9	0.9	12	1.25	2.08
	SS4B (S) + SS4A(S)	10	0.6	12	0.91	1.51
		11	0.5	12	0.82	1.36
		10	1	12	1.51	2.52
		12	1.3	12	2.28	3.80
		11	0.5	12	0.82	1.36
		8	0.4	12	0.51	0.85
		6	0.5	12	0.51	0.85
		8	1.1	12	1.39	2.32
16	ASA3B(P) + DTR1	6	0.3	12	0.31	0.51
	ASA3B(P) + ASA2B(P)	6	1.4	12	1.43	2.39
	ASA3B(P) + ASA3A (P)	12	0.4	12	0.70	1.17

		9	1.5	12	2.08	3.47
		7	1.2	12	1.38	2.29
		11	0.4	12	0.65	1.09
		9	1	12	1.39	2.32
		6	0.6	12	0.61	1.02
17	<DTR2+DTR3+DTK2>	8	1.1	12	1.39	2.32
		6	0.3	12	0.31	0.51
		6	0.8	12	0.82	1.37
		7	0.5	12	0.57	0.95
		6	0.3	12	0.31	0.51
18	<DTR4+DTR5+DTK5>	11	0.3	12	0.49	0.82
		8	0.6	12	0.76	1.27
		6	0.8	12	0.82	1.37
		8	1.5	12	1.90	3.17
		8	1.1	12	1.39	2.32
19	SS4B(P) + DTK6	10	0.7	12	1.06	1.76
	SS4B(P) + SS3B(P)	12	1.1	12	1.93	3.22
	SS4B(P) + SS4A (P)	9	0.3	12	1.39	2.32
		7	0.9	12	1.03	1.72
		11	1.5	12	2.45	4.08
		8	0.4	12	0.51	0.85
		5	0.7	12	0.63	1.05
		6	0.9	12	0.90	1.50
20	SS1B+DTR3(P)	7	0.4	12	0.46	0.76
		7	0.3	12	0.34	0.57
		6	1.3	12	1.49	2.48
		8	0.4	12	0.51	0.85
		11	0.5	12	0.82	1.36
		7	0.3	12	0.34	0.57
		7	0.5	12	0.57	0.95
		6	1.4	12	1.43	2.39
21	TR2(P) + TR2(S)	11	1.2	12	1.96	3.27
		8	1.1	12	1.39	2.32
22	ASA1B+ASA1A(S)	7	1.2	12	1.38	2.29
	ASA1B+SIB(S)	11	1.4	12	2.29	3.81
	ASA1B+DTR2	9	1.4	12	1.95	3.24
		13	0.9	12	1.69	2.81
		11	1.3	12	2.12	3.54
		6	1.3	12	1.33	2.22
		6	0.5	12	0.57	0.95
		7	0.6	12	0.69	1.15
23	ASA1B+SS1B(P)	8	0.4	12	0.51	0.85

	ASA1B+ASA1A(P)	8	1.3	12	1.65	2.75
	ASA1B+DTR2(P)	10	1.2	12	1.81	3.02
		10	1.4	12	2.12	3.53
		11	0.7	12	1.14	1.91
		11	1.1	12	1.80	2.99
		6	1.5	12	1.54	2.56
		6	0.7	12	0.72	1.19
24	SS3B+SS2B(S)	13	0.5	12	0.94	1.56
	SS3b+SS3A(S)	6	1.5	12	1.54	2.56
	SS3B+DTR5(S)	13	0.8	12	1.50	2.50
		12	1.6	12	2.81	4.68
		7	0.4	12	0.46	0.76
		7	1.7	12	1.95	3.25
25	SS2B+SS1B(S)	12	1.1	12	1.93	3.22
	SS2B+SS2A(S)	9	0.3	12	0.42	0.69
	SS2B+DTR4(S)	9	0.5	12	0.69	1.16
		13	1.4	12	2.63	4.38
		5	1.2	12	1.23	2.05
		6	1.1	12	1.02	1.71
26	SS1B+SS1A(S)	11	1.2	12	1.96	3.27
	SS1B+DTR2(S)	13	1.4	12	2.63	4.38
		12	1.4	12	2.46	4.09
		7	0.9	12	1.15	1.91
27	SS1B+SS1A(P)	9	1.3	12	1.65	2.75
	SS1B+DTR2(P)	9	1.3	12	1.81	3.01
		8	0.5	12	0.63	1.06
		12	0.6	12	1.05	1.75
		8	0.4	12	0.51	0.85
		12	1.3	12	2.28	3.80
28	<DTR2+DTR3+DTK2>	6	1.2	12	1.23	2.05
		9	1.4	12	1.95	3.24
		9	0.7	12	0.97	1.62
		11	1.1	12	1.80	2.99
		8	1.5	12	1.90	3.17
30	DTR5+DTR6DTK6	13	0.7	12	1.31	2.19
		11	0.5	12	0.82	1.36
		7	0.4	12	0.46	0.76
		6	1	12	1.02	1.70

Lampiran V

Data Join blok untuk bentuk blok yang mempunyai kelengkungan, besar misalignment, panjang misalignment, dan tebal pelat yang disambung.

No	Join blok	sambungan	mis (mm)	panjang mis (m)	tebal pelat (mm)
1	SS3A + SS2A(P/S) SS3A + DB3 (P/S)	butt	6	1.00	15
		butt	5	0.70	15
		butt	5	0.50	14
		butt	5	1.00	15
		butt	5	0.70	14
		butt	4	0.60	14
		fillet	5	0.50	14
		fillet	3	0.68	14
		fillet	7	1.20	12
		fillet	3	1.02	12
2	DTK 4 + DB2 ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	butt	6	1.10	14
		butt	3	0.88	12
		butt	3	0.60	14
		butt	4	0.70	14
		butt	5	1.00	14
		butt	6	0.50	14
		butt	5	0.40	14
		butt	4	0.89	14
		butt	3	1.35	14
		butt	3	1.84	14
fillet	7	1.00	14		
3	ASF 4 (P) + ASF 3 (S) ASF 4 (S) + ASF 3 (s)	butt	7	1.33	12
		butt	7	1.20	12
		butt	3	0.89	12
		butt	7	0.51	12
		butt	5	0.87	12
		butt	6	1.82	14
		butt	6	0.80	14
		butt	7	1.05	14
		fillet	6	1.31	14
		fillet	6	1.10	14
		fillet	7	0.40	14
		fillet	4	0.63	14
4	ASF 3 IN(S) + ASF 2 IN (S) ASF 3 IN(S) + ASF 3 Out (S)	butt	5	1.00	14
		butt	3	1.20	14

	ASF 3 Out(S) + ASF 2 Out (S)	butt	5	0.70	14
		butt	3	0.70	14
		butt	3	0.50	14
		butt	4	1.00	14
		fillet	6	0.64	12
		fillet	6	1.26	12
		fillet	3	1.00	12
		fillet	3	1.11	14
		fillet	5	0.54	14
5	ASF3 In (P) + ASF 3 IN (S)	butt	4	1.76	14
	ASF3 In (P) + ASF 2 IN (P)	butt	4	1.17	14
	ASF3 In (P) + ASF 3 Out (P)	butt	7	0.65	12
	ASF3 Out (P) + ASF 2 oUT (P)	butt	5	1.07	12
		butt	5	0.92	12
		butt	7	0.74	14
		butt	4	1.20	14
		butt	3	0.81	14
		fillet	6	0.40	12
		fillet	6	1.68	12
		fillet	5	0.60	12
		fillet	7	1.30	14
		fillet	7	1.39	14
		fillet	4	0.56	14
6	ASF2 In + ASF1 In (P)	butt	4	0.78	12
	ASF2 In + ASF2 Out (P)	butt	6	0.51	12
	ASF2 Out ASF1 Out (P)	butt	5	1.86	14
		butt	7	1.54	12
		fillet	6	0.47	12
		fillet	4	1.00	14
		fillet	6	0.80	14
		fillet	3	1.00	12
7	ASF2 In(P) + ASF2 In (S)	butt	7	0.82	12
	ASF2 IN ASF1 IN(S)	butt	6	1.92	12
	ASF2 Out + ASF2 IN(S)	butt	4	0.59	12
	ASF2Out + ASF1 Out(S)	butt	6	1.77	12
		butt	6	1.15	14
		butt	7	1.29	14
		fillet	5	0.40	14
		fillet	3	0.72	12
		fillet	4	1.20	12
		fillet	4	1.55	14
8	SS5A (P) + SS5A(S)	butt	4	1.71	14

	SS5A(P)+<DTK6+SS4A>(P)	butt	6	1.70	14
	SS5A(S)+<DTK6+SS4A>(S)	butt	7	1.14	14
	SS5A(P)+DB5(P)	butt	5	1.96	14
	SS5A(s)+DB5(S)	butt	5	0.60	12
		butt	4	1.56	12
		fillet	4	0.61	12
		fillet	7	0.58	12
		fillet	3	0.81	12
		fillet	4	1.38	14
9	SS6A(P)+DB6	butt	4	2.15	14
	SS6A(S)+DB6	butt	6	0.64	14
	SS6A(P)SS6A(S)	butt	7	0.85	12
		butt	7	0.73	12
		butt	6	1.39	12
		butt	3	0.70	12
		fillet	4	0.50	14
		fillet	5	0.97	14
10	<ASF1 In(P)><ADB+ASA3A>(P)	butt	5	0.84	12
		butt	5	1.34	14
		fillet	6	1.54	14
		fillet	5	1.43	14
11	ASF1 Out><ASF1In P><ADB4 + ASA3A>(P)	butt	3	0.70	14
		butt	4	0.50	14
		fillet	5	0.80	14
		fillet	4	0.80	14
12	ASF1 Out S><ASF1 In><ASA3A+ ADB4>(S)	butt	7	1.00	12
		butt	7	1.95	14
		fillet	7	1.00	14
		fillet	4	1.00	14
		fillet	5	1.88	12
		fillet	4	1.75	12
13	ASF1 In><ASF1 IN P><ADB4+ ASA3A>(S)	butt	7	1.80	12
		butt	6	0.83	14
		fillet	4	0.86	14
		fillet	6	0.70	14
14	ASA3AFORE+DTK1+ADB4>(P)	butt	3	1.60	12
		butt	4	1.55	12
		fillet	5	1.16	14
		fillet	6	0.91	14
15	<ASA3A In+DTK1+ADB4>(S)	butt	5	0.75	14
		butt	3	1.29	14
		butt	5	0.57	12

		butt	5	0.54	12
		fillet	3	1.35	12
		fillet	5	1.00	12
		fillet	3	1.18	12
		fillet	7	0.76	12
16	<ASA3A Out+DTK1+ADB4>(S)	butt	5	1.36	12
		butt	3	0.50	14
		butt	5	1.33	12
		fillet	7	1.00	12
		fillet	7	0.50	14
17	<ASA3A AFT+ADB4+ASA3A S>(P)	butt	6	1.85	12
		butt	6	1.94	12
		fillet	5	1.00	12
		fillet	5	0.75	12
18	<SS3A+SS4A+DB5>P Lower	butt	3	1.62	14
		butt	5	0.83	14
		fillet	7	1.00	12
		fillet	3	0.40	12
19	<SS1A+SS2A+SS3A+DB2> P Lower	butt	3	1.16	12
		butt	3	0.56	12
		butt	5	1.46	12
		butt	3	1.40	12
		fillet	7	1.04	12
		fillet	6	0.67	14
20	<SS2A+SS3A+DB3>P Low	butt	7	1.10	12
		butt	4	1.25	14
		butt	5	0.49	14
		fillet	6	0.80	14
		fillet	7	0.88	14
		fillet	3	1.14	14
21	<SS1A+SS2A+SS3A+DTK4+DB2>P Upper	butt	7	1.27	12
		butt	5	0.95	12
		fillet	4	1.29	12
		fillet	7	0.52	14
		fillet	3	0.41	14
22	<SS1A+SS2A+SS3A+DTK4+DB2> S Upper	butt	6	1.03	12
		butt	4	1.01	12
		butt	7	1.51	14
		butt	7	0.77	14
		fillet	3	1.30	12
		fillet	5	2.25	12
23	SS1A><DB1 + SS1A><SS2A +	butt	5	0.85	14

	SS1A><ASA1A> S (low)	butt	6	0.89	12
24	ADB3><ADB4 P/S	butt	7	1.00	12
25	<SS1A P (low)+DB1>	butt	4	1.20	12
		butt	5	0.92	12
26	(ASA2A><ASA1A + ASA2A><ADB2 ADB3+ASA2A><ADB4) S Low	butt	6	1.26	15
		butt	7	1.60	15
		fillet	3	1.91	14
		fillet	5	0.66	12
27	(ASA2A><ASA1A + ASA2A><ADB2 ADB3+ASA2A><ADB4) P Low	butt	5	1.89	12
		butt	6	1.51	12
		butt	7	0.50	12
28	(ADB4 P + ADB4 S)	butt	6	1.87	12
29	SS2A+DTK4)P (SS3A+DTK5)S SS2A+SS3A)S	butt	3	1.16	14
		butt	7	0.46	14
			4	1.00	12
30	DB6+DB7	butt	7	1.29	14
		fillet	6	0.61	12
31	(SS1A><DB1 + SS1A><SS2A + SS1A><ASA1A) P <Low>	butt	5	1.00	14
32	SS4A S Low><DB4 SS4A S Low><DB5 SS4A S Low><SS3A S Low	butt	7	1.20	12

Lampiran VI

Data kesalahan teknis pada join blok , besar Misalignmet, lebar mis, waktu perbaikan dan kebutuhan JO untuk bentuk blok lengkung

No	Join blok	mis (mm)	panjang mis (m)	tebal pelat (mm)	waktu (jam)	JO
1	SS3A + SS2A(P/S)	6	1.00	15	3.00	6.5
	SS3A + DB3 (P/S)	5	0.70	15	1.75	4.0
		5	0.50	14	1.17	2.8
		5	1.00	15	2.50	5.5
		5	0.70	14	1.63	3.8
		4	0.60	14	1.12	2.7
		5	0.50	14	1.17	2.8
		3	0.68	14	0.95	2.4
		7	1.20	12	3.36	7.2
		3	1.02	12	1.22	2.9
2	DTK 4 + DB2	6	1.10	14	3.08	6.7
	ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	3	0.88	12	1.06	2.6
		3	0.60	14	0.84	2.2
		4	0.70	14	1.31	3.1
		5	1.00	14	2.33	5.2
		6	0.50	14	1.40	3.3
		5	0.40	14	0.93	2.4
		4	0.89	14	1.66	3.8
		3	1.35	14	1.89	4.3
		3	1.84	14	2.58	5.7
	7	1.00	14	3.27	7.0	
3	ASF 4 (P) + ASF 3 (S)	7	1.33	12	3.72	7.9
	ASF 4 (S) + ASF 3 (s)	7	1.20	12	3.36	7.2
		3	0.89	12	1.07	2.6
		7	0.51	12	1.43	3.4
		5	0.87	12	1.74	4.0
		6	1.82	14	5.10	10.7
		6	0.80	14	2.24	5.0
		7	1.05	14	3.43	7.4
		6	1.31	14	3.67	7.8
		6	1.10	14	3.08	6.7
		7	0.40	14	1.31	3.1
		4	0.63	14	1.18	2.9
4	ASF 3 IN(S) + ASF 2 IN (S)	5	1.00	14	2.33	5.2
	ASF 3 IN(S) + ASF 3 Out (S)	3	1.20	14	1.68	3.9

	ASF 3 Out(S) + ASF 2 Out (S)	5	0.70	14	1.63	3.8
		3	0.70	14	0.98	2.5
		3	0.50	14	0.70	1.9
		4	1.00	14	1.87	4.2
		6	0.64	12	1.54	3.6
		6	1.26	12	3.02	6.5
		3	1.00	12	1.20	2.9
		3	1.11	14	1.55	3.6
		5	0.54	14	1.26	3.0
5	ASF3 In (P) + ASF 3 IN (S)	4	1.76	14	3.29	7.1
	ASF3 In (P) + ASF 2 IN (P)	4	1.17	14	2.18	4.9
	ASF3 In (P) + ASF 3 Out (P)	7	0.65	12	1.82	4.1
	ASF3 Out (P) + ASF 2 oUT (P)	5	1.07	12	2.14	4.8
		5	0.92	12	1.84	4.2
		7	0.74	14	2.42	5.3
		4	1.20	14	2.24	5.0
		3	0.81	14	1.13	2.8
		6	0.40	12	0.96	2.4
		6	1.68	12	4.03	8.6
		5	0.60	12	1.20	2.9
		7	1.30	14	4.25	9.0
		7	1.39	14	4.54	9.6
		4	0.56	14	1.05	2.6
6	ASF2 In + ASF1 In (P)	4	0.78	12	1.25	3.0
	ASF2 In + ASF2 Out (P)	6	0.51	12	1.22	2.9
	ASF2 Out ASF1 Out (P)	5	1.86	14	4.34	9.2
		7	1.54	12	4.31	9.1
		6	0.47	12	1.13	2.8
		4	1.00	14	1.87	4.2
		6	0.80	14	2.24	5.0
		3	1.00	12	1.20	2.9
7	ASF2 In(P) + ASF2 In (S)	7	0.82	12	2.30	5.1
	ASF2 IN ASF1 IN(S)	6	1.92	12	4.61	9.7
	ASF2 Out + ASF2 IN(S)	4	0.59	12	0.94	2.4
	ASF2Out + ASF1 Out(S)	6	1.77	12	4.25	9.0
		6	1.15	14	3.22	6.9
		7	1.29	14	4.21	8.9
		5	0.40	14	0.93	2.4
		3	0.72	12	0.86	2.2
		4	1.20	12	1.92	4.3
		4	1.55	14	2.89	6.3
8	SS5A (P) + SS5A(S)	4	1.71	14	3.19	6.9

	SS5A(P)+<DTK6+SS4A>(P)	6	1.70	14	4.76	10.0
	SS5A(S)+<DTK6+SS4A>(S)	7	1.14	14	3.72	7.9
	SS5A(P)+DB5(P)	5	1.96	14	4.57	9.6
	SS5A(s)+DB5(S)	5	0.60	12	1.20	2.9
		4	1.56	12	2.50	5.5
		4	0.61	12	0.98	2.5
		7	0.58	12	1.62	3.7
		3	0.81	12	0.97	2.4
		4	1.38	14	2.58	5.7
9	SS6A(P)+DB6	4	2.15	14	4.01	8.5
	SS6A(S)+DB6	6	0.64	14	1.79	4.1
	SS6A(P)SS6A(S)	7	0.85	12	2.38	5.3
		7	0.73	12	2.04	4.6
		6	1.39	12	3.34	7.2
		3	0.70	12	0.84	2.2
		4	0.50	14	0.93	2.4
		5	0.97	14	2.26	5.0
10	<ASF1 In(P)><ADB+ASA3A>(P)	5	0.84	12	1.68	3.9
		5	1.34	14	3.13	6.8
		6	1.54	14	4.31	9.1
		5	1.43	14	3.34	7.2
11	ASF1 Out><ASF1 In P><ADB4 + AS3A>(P)	3	0.70	14	0.98	2.5
		4	0.50	14	0.93	2.4
		5	0.80	14	1.87	4.2
		4	0.80	14	1.49	3.5
12	ASF1 Out S><ASF1 In><ASA3A+ ADB4>(S)	7	1.00	12	2.80	6.1
		7	1.95	14	6.37	13.2
		7	1.00	14	3.27	7.0
		4	1.00	14	1.87	4.2
		5	1.88	12	3.76	8.0
		4	1.75	12	2.80	6.1
13	ASF1 In><ASF1 IN P><ADB4+ ASA3A>(S)	7	1.80	12	5.04	10.6
		6	0.83	14	2.32	5.1
		4	0.86	14	1.61	3.7
		6	0.70	14	1.96	4.4
14	ASA3AFORE+DTK1+ADB4>(P)	3	1.60	12	1.92	4.3
		4	1.55	12	2.48	5.5
		5	1.16	14	2.71	5.9
		6	0.91	14	2.55	5.6
15	<ASA3A In+DTK1+ADB4>(S)	5	0.75	14	1.75	4.0
		3	1.29	14	1.81	4.1
		5	0.57	12	1.14	2.8

		5	0.54	12	1.08	2.7
		3	1.35	12	1.62	3.7
		5	1.00	12	2.00	4.5
		3	1.18	12	1.42	3.3
		7	0.76	12	2.13	4.8
16	<ASA3A Out+DTK1+ADB4>(S)	5	1.36	12	2.72	5.9
		3	0.50	14	0.70	1.9
		5	1.33	12	2.66	5.8
		7	1.00	12	2.80	6.1
		7	0.50	14	1.63	3.8
17	<ASA3A AFT+ADB4+ASA3A S>(P)	6	1.85	12	4.44	9.4
		6	1.94	12	4.66	9.8
		5	1.00	12	2.00	4.5
		5	0.75	12	1.50	3.5
18	<SS3A+SS4A+DB5>P Lower	3	1.62	14	2.27	5.0
		5	0.83	14	1.94	4.4
		7	1.00	12	2.80	6.1
		3	0.40	12	0.48	1.5
19	<SS1A+SS2A+SS3A+DB2> P Lower	3	1.16	12	1.39	3.3
		3	0.56	12	0.67	1.8
		5	1.46	12	2.92	6.3
		3	1.40	12	1.68	3.9
		7	1.04	12	2.91	6.3
		6	0.67	14	1.88	4.3
20	<SS2A+SS3A+DB3>P Low	7	1.10	12	3.08	6.7
		4	1.25	14	2.33	5.2
		5	0.49	14	1.14	2.8
		6	0.80	14	2.24	5.0
		7	0.88	14	2.87	6.2
		3	1.14	14	1.60	3.7
21	<SS1A+SS2A+SS3A+DTK4+DB2>P Upper	7	1.27	12	3.56	7.6
		5	0.95	12	1.90	4.3
		4	1.29	12	2.06	4.6
		7	0.52	14	1.70	3.9
		3	0.41	14	0.57	1.6
22	<SS1A+SS2A+SS3A+DTK4+DB2> S Upper	6	1.03	12	2.47	5.4
		4	1.01	12	1.62	3.7
		7	1.51	14	4.93	10.4
		7	0.77	14	2.52	5.5
		3	1.30	12	1.56	3.6
		5	2.25	12	4.50	9.5
23	SS1A><DB1 + SS1A><SS2A +	5	0.85	14	1.98	4.5

	SS1A><ASA1A> S (low)	6	0.89	12	2.14	4.8
24	ADB3><ADB4 P/S	7	1.00	12	2.80	6.1
25	<SS1A P (low)+DB1>	4	1.20	12	1.92	4.3
		5	0.92	12	1.84	4.2
26	(ASA2A><ASA1A + ASA2A><ADB2 ADB3+ASA2A><ADB4) S Low	6	1.26	15	3.78	8.1
		7	1.60	15	5.60	11.7
		3	1.91	14	2.67	5.8
		5	0.66	12	1.32	3.1
27	(ASA2A><ASA1A + ASA2A><ADB2 ADB3+ASA2A><ADB4) P Low	5	1.89	12	3.78	8.1
		6	1.51	12	3.62	7.7
		7	0.50	12	1.40	3.3
28	(ADB4 P + ADB4 S)	6	1.87	12	4.49	9.5
29	SS2A+DTK4)P (SS3A+DTK5)S SS2A+SS3A)S	3	1.16	14	1.62	3.7
		7	0.46	14	1.50	3.5
		4	1.00	12	1.60	3.7
30	DB6+DB7	7	1.29	14	4.21	8.9
		6	0.61	12	1.46	3.4
31	(SS1A><DB1 + SS1A><SS2A + SS1A><ASA1A) P <Low>	5	1.00	14	2.33	5.2
32	SS4A S Low><DB4 SS4A S Low><DB5 SS4A S Low><SS3A S Low	7	1.20	12	3.36	7.2

Lampiran VII

Data Join blok untuk bentuk blok yang mempunyai kelengkungan, besar misalignment, panjang misalignment, dan tebal pelat yang disambung.

No	Join blok	sambungan	gap (mm)	panjang gap (m)	tebal pelat (mm)
1	SS3A + SS2A(P/S) SS3A + DB3 (P/S)	butt	12	0.62	12
		butt	9	0.64	12
		butt	9	0.55	12
		butt	12	0.58	12
		fillet	6	0.82	12
2	DTK 4 + DB2 ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	butt	7	0.92	14
		butt	7	1.39	14
		butt	12	0.9	14
		butt	8	0.45	12
		butt	8	0.81	12
		butt	8	0.85	12
		butt	6	0.5	14
		butt	12	0.52	14
		fillet	12	0.51	14
		fillet	9	0.61	12
		fillet	8	1.32	12
3	ASF 4 (P) + ASF 3 (S) ASF 4 (S) + ASF 3 (s)	butt	8	1.2	14
		butt	10	0.93	14
		butt	11	0.41	14
		butt	11	0.95	14
		butt	7	1.33	14
		butt	8	0.41	14
		butt	8	1.01	14
		butt	10	1.35	14
		fillet	6	0.46	12
		fillet	6	0.89	12
		fillet	5	1.26	12
4	ASF 3 IN(S) + ASF 2 IN (S) ASF 3 IN(S) + ASF 3 Out (S) ASF 3 Out(S) + ASF 2 Out (S)	butt	10	0.98	14
		butt	10	0.73	14
		butt	8	0.64	14
		butt	6	0.25	12
		butt	9	1.28	12
		butt	7	1.19	12
		fillet	5	0.36	14

		fillet	8	0.27	12
5	ASF3 In (P) + ASF 3 IN (S)	butt	8	1.25	14
	ASF3 In (P) + ASF 2 IN (P)	butt	10	0.53	14
	ASF3 In (P) + ASF 3 Out (P)	butt	9	0.97	12
	ASF3 Out (P) + ASF 2 oUT (P)	butt	12	0.5	12
		butt	11	0.91	12
		butt	8	0.88	14
		butt	12	0.27	14
		fillet	8	0.38	12
		fillet	6	1.04	12
		fillet	6	1	14
		fillet	7	0.48	14
6	ASF2 In + ASF1 In (P)	butt	8	0.32	14
	ASF2 In + ASF2 OUT (P)	butt	12	1.17	12
	ASF2 Out ASF1 Out (P)	butt	6	1.28	14
		butt	11	0.67	14
		butt	8	0.76	14
		butt	11	1.34	14
		fillet	8	1.45	14
		fillet	6	0.91	14
7	ASF2 In(P) + ASF2 In (S)	butt	11	0.82	14
	ASF2 IN ASF1 IN(S)	butt	12	0.65	14
	ASF2 Out + ASF2 IN(S)	butt	9	1.44	14
	ASF2Out + ASF1 Out(S)	butt	12	1.16	14
		butt	6	0.43	12
		butt	6	0.76	12
8	SS5A (P) + SS5A(S)	butt	10	1.07	12
	SS5A(P)+<DTK6+SS4A>(P)	butt	11	0.41	12
	SS5A(S)+<DTK6+SS4A>(S)	butt	6	0.55	12
	SS5A(P)+DB5(P)	butt	9	1.41	14
	SS5A(s)+DB5(S)	fillet	6	0.97	14
		fillet	7	0.86	14
		fillet	7	0.46	12
		fillet	6	0.92	12
9	SS6A(P)+DB6	butt	7	0.33	12
	SS6A(S)+DB6	butt	9	0.72	12
	SS6A(P)SS6A(S)	butt	8	0.32	14
		butt	12	1.22	14
		butt	9	1.41	12
		butt	9	0.23	14
		butt	10	1.5	14
		butt	10	1.16	14

10	<ASF1 In(P)><ADB+ASA3A>(P)	butt	8	1.19	14
		butt	7	0.91	14
		butt	12	0.7	14
		butt	8	1.01	14
		fillet	7	1.44	12
11	ASF1 Out><ASF1In P><ADB4 + ASA3A>(P)	butt	11	1.23	14
		butt	10	0.45	14
		butt	11	0.51	14
		butt	11	0.82	12
		fillet	10	0.27	12
		fillet	6	1.09	12
12	ASF1 Out S><ASF1 In><ASA3A+ ADB4>(S)	butt	8	1.17	14
		butt	7	1.5	14
		butt	11	1	14
		butt	7	0.71	12
		fillet	9	1.37	12
		fillet	6	1.18	14
13	ASF1 In><ASF1 IN P><ADB4+ ASA3A>(S)	butt	7	0.57	14
		butt	7	1.47	14
		fillet	8	0.4	14
14	ASA3AFORE+DTK1+ADB4>(P)	butt	12	1.33	12
		butt	7	1.22	12
		butt	6	1.08	12
		fillet	6	1.15	12
15	<ASA3A In+DTK1+ADB4>(S)	butt	8	1.49	12
		butt	10	0.51	12
		butt	8	0.49	12
		butt	9	0.58	12
		butt	9	0.64	12
		fillet	5	1.37	12
16	<ASA3A Out+DTK1+ADB4>(S)	butt	6	0.5	12
		butt	9	0.48	12
		butt	12	0.65	12
		butt	6	1.28	12
		fillet	6	0.42	12
17	<ASA3A AFT+ADB4+ASA3A S>(P)	butt	8	1.5	14
		butt	11	1.19	14
		butt	11	0.95	12
		butt	6	1.25	12
		fillet	6	1.33	12
18	<SS3A+SS4A+DB5>P Lower	butt	10	1.12	12
		butt	6	0.93	12

		butt	12	0.36	12
		butt	6	0.57	12
19	<SS1A+SS2A+SS3A+DB2> P Lower	butt	6	0.64	14
		butt	8	0.77	12
		butt	8	0.93	14
		butt	12	0.44	14
20	<SS2A+SS3A+DB3>P Low	butt	11	0.68	14
		butt	11	1.1	14
21	<SS1A+SS2A+SS3A+DTK4+DB2>P Upper	butt	9	0.61	14
		butt	6	0.83	12
		butt	8	1.49	12
		butt	7	0.51	12
22	<SS1A+SS2ASS3A+DTK4+DB2> S Upper	butt	11	1.17	14
		butt	10	1.31	14
		butt	9	0.22	12
23	SS1A><DB1 + SS1A><SS2A + SS1A><ASA1A> S (low)	butt	10	0.95	12
		butt	9	0.52	14
24	ADB3><ADB4 P/S	butt	8	0.63	15
25	<SS1A P (low)+DB1>	butt	11	0.97	12
		butt	9	0.32	12
26	(ASA2A><ASA1A + ASA2A><ADB2 ADB3+ASA2A><ADB4) S Low	butt	8	0.24	14
			9	1.49	12
27	(ASA2A><ASA1A + ASA2A><ADB2 ADB3+ASA2A><ADB4) P Low	butt	11	0.93	12
		butt	11	0.22	12
		fillet	8	1.12	12
28	(ADB4 P + ADB4 S)	butt	7	0.54	15
		butt	11	1.08	15
		fillet	6	0.87	14
29	SS2A+DTK4)P (SS3A+DTK5)S SS2A+SS3A)S	butt	9	0.4	12
		butt	9	1.43	12
		butt	8	1.26	12
		fillet	9	0.81	12
		fillet	8	1.04	12
30	DB6+DB7	butt	8	0.34	15
31	(SS1A><DB1 + SS1A><SS2A + SS1A><ASA1A) P <Low>	butt	12	1.12	14
32	SS4A S Low><DB4 SS4A S Low><DB5 SS4A S Low><SS3A S Low	butt	9	0.34	14

Lampiran VIII

Kebutuhan Jam orang dan lamanya waktu perbaikan pada penyambungan blok untuk jenis blok-blok yang mempunyai kelengkungan.

No	Join blok	gap (mm)	panjang gap (m)	tebal pelat (mm)	Waktu (jam)	JO
1	SS3A + SS2A(P/S)	12	0.62	12	1.09	2.06
	SS3A + DB3 (P/S)	9	0.64	12	0.89	1.73
		9	0.55	12	0.76	1.52
		12	0.58	12	0.95	1.82
		6	0.82	12	0.84	1.64
2	DTK 4 + DB2	7	0.92	14	1.30	2.41
	ASF 4 (P) + ASF 3 (P)	7	1.39	14	1.97	3.52
		12	0.9	14	1.92	3.43
		8	0.45	12	0.57	1.20
		8	0.81	12	1.03	1.95
		8	0.85	12	1.18	2.21
		6	0.5	14	0.64	1.31
		12	0.52	14	1.11	2.09
		12	0.51	14	1.16	2.17
		9	0.61	12	0.85	1.66
		8	1.32	12	1.67	3.03
	7	0.32	12	0.37	0.86	
3	ASF 4 (P) + ASF 3 (S)	8	1.2	14	1.87	3.36
	ASF 4 (S) + ASF 3 (s)	10	0.93	14	1.71	3.10
		11	0.41	14	0.81	1.60
		11	0.95	14	1.89	3.38
		7	1.33	14	1.89	3.38
		8	0.41	14	0.64	1.31
		8	1.01	14	1.58	2.86
		10	1.35	14	2.49	4.38
		6	0.46	12	0.47	1.03
		6	0.89	12	0.91	1.76
	5	1.26	12	1.01	1.92	
4	ASF 3 IN(S) + ASF 2 IN (S)	10	0.98	14	1.81	3.25
	ASF 3 IN(S) + ASF 3 Out (S)	10	0.73	14	1.35	2.48
	ASF 3 Out(S) + ASF 2 Out (S)	8	0.64	14	0.82	1.60
		6	0.25	12	0.26	0.68
		9	1.28	12	1.78	3.20
		7	1.19	12	1.36	2.51
		5	0.36	14	0.29	0.73

		8	0.27	12	0.34	0.82
5	ASF3 In (P) + ASF 3 IN (S)	8	1.25	14	1.95	3.49
	ASF3 In (P) + ASF 2 IN (P)	10	0.53	14	0.98	1.87
	ASF3 In (P) + ASF 3 Out (P)	9	0.97	12	1.35	2.49
	ASF3 Out (P) + ASF 2 oUT (P)	12	0.5	12	0.88	1.71
		11	0.91	12	1.49	2.72
		8	0.88	14	1.37	2.53
		12	0.27	14	0.57	1.20
		8	0.38	12	0.48	1.05
		6	1.04	12	1.07	2.02
		6	1	14	1.28	2.37
	7	0.48	14	0.68	1.38	
6	ASF2 In + ASF1 In (P)	8	0.32	14	0.50	1.08
	ASF2 In + ASF2 Out (P)	12	1.17	12	2.05	3.66
	ASF2 Out ASF1 Out (P)	6	1.28	14	1.63	2.96
		11	0.67	14	1.33	2.46
		8	0.76	14	1.19	2.22
		11	1.34	14	2.66	4.67
		8	1.45	14	2.26	4.00
		6	0.91	14	1.16	2.18
7	ASF2 In(P) + ASF2 In (S)	11	0.82	14	1.63	2.95
	ASF2 IN ASF1 IN(S)	12	0.65	14	1.38	2.55
	ASF2 Out + ASF2 IN(S)	9	1.44	14	2.45	4.32
	ASF2Out + ASF1 Out(S)	12	1.16	14	2.47	4.35
		6	0.43	12	0.44	0.98
		6	0.76	12	0.87	1.70
8	SS5A (P) + SS5A(S)	10	1.07	12	1.62	2.94
	SS5A(P)+<DTK6+SS4A>(P)	11	0.41	12	0.67	1.36
	SS5A(S)+<DTK6+SS4A>(S)	6	0.55	12	0.56	1.19
	SS5A(P)+DB5(P)	9	1.41	14	2.40	4.23
	SS5A(s)+DB5(S)	6	0.97	14	1.24	2.30
		7	0.86	14	1.22	2.27
		7	0.46	12	0.47	1.03
		6	0.92	12	0.94	1.81
9	SS6A(P)+DB6	7	0.33	12	0.38	0.88
	SS6A(S)+DB6	9	0.72	12	1.00	1.91
	SS6A(P)SS6A(S)	8	0.32	14	0.50	1.08
		12	1.22	14	2.60	4.56
		9	1.41	12	1.96	3.50
		9	0.23	14	0.39	0.90
		10	1.5	14	2.77	4.84
		10	1.16	14	2.14	3.80

10	<ASF1 In(P)><ADB+ASA3A>(P)	8	1.19	14	1.86	3.33
		7	0.91	14	1.29	2.39
		12	0.7	14	1.49	2.72
		8	1.01	14	1.58	2.86
		7	1.44	12	1.65	2.99
11	ASF1 Out><ASF1In P><ADB4 + ASA3A>(P)	11	1.23	14	2.44	4.31
		10	0.45	14	0.83	1.63
		11	0.51	14	1.01	1.93
		11	0.82	12	1.44	2.64
		10	0.27	12	0.41	0.93
		6	1.09	12	1.12	2.10
12	ASF1 Out S><ASF1 In><ASA3A+ ADB4>(S)	8	1.17	14	1.48	2.71
		7	1.5	14	2.13	3.78
		11	1	14	1.99	3.55
		7	0.71	12	0.81	1.60
		9	1.37	12	1.90	3.41
		6	1.18	14	1.50	2.75
13	ASF1 In><ASF1 IN P><ADB4+ ASA3A>(S)	7	0.57	14	0.81	1.59
		7	1.47	14	2.08	3.71
		8	0.4	14	0.62	1.29
14	ASA3AFORE+DTK1+ADB4>(P)	12	1.33	12	2.33	4.13
		7	1.22	12	1.40	2.57
		6	1.08	12	1.11	2.09
		6	1.15	12	1.18	2.21
15	<ASA3A In+DTK1+ADB4>(S)	8	1.49	12	1.89	3.39
		10	0.51	12	0.77	1.53
		8	0.49	12	0.62	1.28
		9	0.58	12	0.81	1.59
		9	0.64	12	0.89	1.73
		5	1.37	12	1.40	2.58
16	<ASA3A Out+DTK1+ADB4>(S)	6	0.5	12	0.51	1.10
		9	0.48	12	0.67	1.36
		12	0.65	12	1.14	2.14
		6	1.28	12	1.31	2.43
		6	0.42	12	0.43	0.96
17	<ASA3A AFT+ADB4+ASA3A S>(P)	8	1.5	14	2.34	4.13
		11	1.19	14	2.36	4.17
		11	0.95	12	1.55	2.83
		6	1.25	12	1.28	2.38
		6	1.33	12	1.36	2.51
18	<SS3A+SS4A+DB5>P Lower	10	1.12	12	1.69	3.06
		6	0.93	12	0.95	1.83

		12	0.36	12	0.63	1.30
		6	0.57	12	0.58	1.22
19	<SS1A+SS2A+SS3A+DB2> P	6	0.64	14	0.82	1.60
	Lower	8	0.77	12	0.98	1.87
		8	0.93	14	1.45	2.66
		12	0.44	14	0.94	1.80
20	<SS2A+SS3A+DB3>P Low	11	0.68	14	1.35	2.49
		11	1.1	14	2.18	3.88
21	<SS1A+SS2A+SS3A+DTK4+DB2>P	9	0.61	14	1.04	1.97
	Upper	6	0.83	12	0.85	1.66
		8	1.49	12	1.89	3.39
		7	0.51	12	0.58	1.22
22	<SS1A+SS2A+SS3A+DTK4+DB2> S	11	1.17	14	2.32	4.11
	Upper	10	1.31	14	2.42	4.26
		9	0.22	12	0.31	0.76
23	SS1A><DB1 + SS1A><SS2A +	10	0.95	12	1.44	2.63
	SS1A><ASA1A> S (low)	9	0.52	14	0.88	1.72
24	ADB3><ADB4 P/S	8	0.63	15	1.08	2.04
25	<SS1A P (low)+DB1>	11	0.97	12	1.58	2.88
		9	0.32	12	0.44	0.99
26	(ASA2A><ASA1A +	8	0.24	14	0.37	0.87
	ASA2A><ADB2	9	1.49	12	2.07	3.69
	ADB3+ASA2A><ADB4) S Low					
27	(ASA2A><ASA1A +	11	0.93	12	1.52	2.77
	ASA2A><ADB2	11	0.22	12	0.39	0.89
	ADB3+ASA2A><ADB4) P Low	8	1.12	12	1.42	2.61
28	(ADB4 P + ADB4 S)	7	0.54	15	0.84	1.65
		11	1.08	15	2.34	4.14
		6	0.87	14	1.11	2.09
29	SS2A+DTK4)P	9	0.4	12	0.56	1.17
	(SS3A+DTK5)S	9	1.43	12	1.99	3.55
	SS2A+SS3A)S	8	1.26	12	1.60	2.90
		9	0.81	12	1.13	2.12
		8	1.04	12	1.32	2.44
30	DB6+DB7	8	0.34	15	0.58	1.22
31	(SS1A><DB1 + SS1A><SS2A +	12	1.12	14	2.38	4.21
	SS1A><ASA1A) P <Low>					
32	SS4A S Low><DB4	9	0.34	14	0.58	1.21
	SS4A S Low><DB5					
	SS4A S Low><SS3A S Low					

LAMPIRAN IX

Kebutuhan elektroda perbaikan sambungan las pada sambungan blok bentuk persegi

No	X1 = Gap (mm)	X2 = Panjang Gap (m)	Biaya elektroda (Rupiah)
1	10	0.7	11602.5
2	12	0.3	4972.5
3	9	1	16575
4	11	2	33150
5	10	2	33150
6	7	1.5	24862.5
7	12	1.7	28177.5
8	13	1.2	19890
9	11	0.8	13260
10	9	0.3	4972.5
11	8	1.3	21547.5
12	13	0.4	6630
13	12	0.8	13260
14	8	0.7	11602.5
15	6	0.3	4972.5
16	7	0.8	13260
17	7	1.6	26520
18	10	0.3	4972.5
19	7	1.4	23205
20	7	2	33150
21	12	0.9	14917.5
22	11	1.9	31492.5
23	12	1.4	23205
24	8	0.4	6630
25	7	0.4	6630
26	8	0.5	8287.5
27	11	2	33150
28	13	1.8	29835
29	12	1.7	28177.5
30	11	1.6	26520
31	6	1.8	29835
32	7	1.2	19890
33	9	1.7	28177.5
34	13	0.6	9945
35	9	0.8	13260

36	11	0.5	8287.5
37	11	0.7	11602.5
38	10	1	16575
39	7	0.4	6630
40	8	1.3	21547.5
41	12	0.3	4972.5
42	6	2	33150
43	12	0.6	9945
44	11	0.9	14917.5
45	8	0.3	4972.5
46	8	0.6	9945
47	11	0.5	8287.5
48	7	1.1	18232.5
49	7	0.8	13260
50	12	1.2	19890
51	10	1	16575
52	8	0.7	11602.5
53	11	1.3	21547.5
54	11	0.3	4972.5
55	7	1.8	29835
56	12	0.9	14917.5
57	7	1.7	28177.5
58	12	0.5	8287.5
59	6	0.9	14917.5
60	13	0.6	9945
61	11	0.7	11602.5
62	9	0.9	14917.5
63	8	1.8	29835
64	6	1	16575
65	9	1.4	23205
66	6	0.3	4972.5
67	8	0.7	11602.5
68	10	1.6	26520
69	9	1.1	18232.5
70	8	0.9	14917.5
71	12	0.6	9945
72	10	1.2	19890
73	7	1	16575
74	7	0.6	9945
75	6	0.8	13260
76	6	1.5	24862.5

77	7	0.8	13260
78	7	0.7	11602.5
79	9	0.4	6630
80	9	1.7	28177.5
81	9	1.1	18232.5
82	13	1.2	19890
83	11	1.2	19890
84	9	0.3	4972.5
85	7	1.9	31492.5
86	8	0.9	14917.5
87	8	0.5	8287.5
88	12	0.7	11602.5
89	7	1	16575
90	7	0.5	8287.5
91	5	0.3	4972.5
92	6	1.5	24862.5
93	11	0.5	8287.5
94	7	1.6	26520
95	8	0.3	4972.5
96	11	0.7	11602.5
97	12	0.3	4972.5
98	9	1.9	31492.5
99	8	0.6	9945
100	13	0.9	14917.5
101	11	1.5	24862.5
102	9	0.8	13260
103	6	1.1	18232.5
104	9	1.1	18232.5
105	4	0.9	14917.5
106	8	1	16575
107	9	1.3	21547.5
108	13	1.3	21547.5
109	8	1.4	23205
110	9	0.5	8287.5
111	7	0.8	13260
112	12	0.4	6630
113	11	0.3	4972.5
114	11	0.5	8287.5
115	12	0.8	13260
116	8	0.5	8287.5
117	6	1.2	19890

118	7	1.4	23205
119	7	0.5	8287.5
120	8	1	16575
121	9	0.8	13260
122	7	1	16575
123	11	0.6	9945
124	10	1.4	23205
125	7	0.4	6630
126	13	0.6	9945
127	7	0.6	9945
128	13	0.9	14917.5
129	10	0.3	4972.5
130	8	1	16575
131	7	1.4	23205
132	7	0.3	4972.5
133	6	0.9	14917.5
134	9	0.4	6630
135	6	1.5	24862.5
136	8	0.5	8287.5
137	7	1	16575
138	6	1.5	24862.5
139	9	0.9	14917.5
140	10	0.6	9945
141	11	0.5	8287.5
142	10	1	16575
143	12	1.3	21547.5
144	11	0.5	8287.5
145	8	0.4	6630
146	6	0.5	8287.5
147	8	1.1	18232.5
148	6	0.3	4972.5
149	6	1.4	23205
150	12	0.4	6630
151	9	1.5	24862.5
152	7	1.2	19890
153	11	0.4	6630
154	9	1	16575
155	6	0.6	9945
156	8	1.1	18232.5
157	6	0.3	4972.5
158	6	0.8	13260

159	7	0.5	8287.5
160	6	0.3	4972.5
161	11	0.3	4972.5
162	8	0.6	9945
163	6	0.8	13260
164	8	1.5	24862.5
165	8	1.1	18232.5
166	10	0.7	11602.5
167	12	1.1	18232.5
168	9	0.3	4972.5
169	7	0.9	14917.5
170	11	1.5	24862.5
171	8	0.4	6630
172	5	0.7	11602.5
173	6	0.9	14917.5
174	7	0.4	6630
175	7	0.3	4972.5
176	6	1.3	21547.5
177	8	0.4	6630
178	11	0.5	8287.5
179	7	0.3	4972.5
180	7	0.5	8287.5
181	6	1.4	23205
182	11	1.2	19890
183	8	1.1	18232.5
184	7	1.2	19890
185	11	1.4	23205
186	9	1.4	23205
187	13	0.9	14917.5
188	11	1.3	21547.5
189	6	1.3	21547.5
190	6	0.5	8287.5
191	7	0.6	9945
192	8	0.4	6630
193	8	1.3	21547.5
194	10	1.2	19890
195	10	1.4	23205
196	11	0.7	11602.5
197	11	1.1	18232.5
198	6	1.5	24862.5
199	6	0.7	11602.5

200	13	0.5	8287.5
201	6	1.5	24862.5
202	13	0.8	13260
203	12	1.6	26520
204	7	0.4	6630
205	7	1.7	28177.5
206	12	1.1	18232.5
207	9	0.3	4972.5
208	9	0.5	8287.5
209	13	1.4	23205
210	5	1.2	19890
211	6	1.1	18232.5
212	11	1.2	19890
213	13	1.4	23205
214	12	1.4	23205
215	7	0.9	14917.5
216	9	1.3	21547.5
217	9	1.3	21547.5
218	8	0.5	8287.5
219	12	0.6	9945
220	8	0.4	6630
221	12	1.3	21547.5
222	6	1.2	19890
223	9	1.4	23205
224	9	0.7	11602.5
225	11	1.1	18232.5
226	8	1.5	24862.5
227	13	0.7	11602.5
228	11	0.5	8287.5
229	7	0.4	6630
230	6	1	16575
Total		215.3	3568597.5

LAMPIRAN X

Kebutuhan elektroda perbaikan sambungan las pada sambungan blok bentuk persegi

No	X1 = Lebar Mis (mm)	X2 = Panjang Mis (m)	Biaya elektroda (Rupiah)
1	7	0.68	11271
2	4	1.12	18564
3	3	1.32	21879
4	6	0.8	13260
5	6	0.94	15580.5
6	3	2.15	35636.25
7	6	1	16575
8	4	0.77	12762.75
9	7	1.5	24862.5
10	6	0.6	9945
11	4	1.31	21713.25
12	4	1.75	29006.25
13	4	1.1	18232.5
14	4	1.89	31326.75
15	7	1.15	19061.25
16	3	1.66	27514.5
17	6	0.79	13094.25
18	3	0.68	11271
19	7	1.68	27846
20	3	2.14	35470.5
21	7	1.74	28840.5
22	3	2.06	34144.5
23	5	2.16	35802
24	3	0.98	16243.5
25	5	1.95	32321.25
26	4	0.74	12265.5
27	7	1.83	30332.25
28	6	0.69	11436.75
29	4	1.64	27183
30	4	2.21	36630.75
31	6	2.27	37625.25
32	3	2.39	39614.25
33	3	0.88	14586
34	3	0.6	9945
35	3	1.75	29006.25
36	7	1.1	18232.5

37	3	1.02	16906.5
38	5	0.85	14088.75
39	4	0.46	7624.5
40	4	0.63	10442.25
41	6	1	16575
42	5	0.79	13094.25
43	3	1.96	32487
44	7	1.2	19890
45	6	0.82	13591.5
46	3	2.28	37791
47	4	0.96	15912
48	3	1.31	21713.25
49	6	0.69	11436.75
50	6	0.65	10773.75
51	5	1.41	23370.75
52	7	0.61	10110.75
53	7	0.57	9447.75
54	4	2.47	40940.25
55	4	1.26	20884.5
56	6	1.67	27680.25
57	5	0.9	14917.5
58	7	1	16575
59	6	1.54	25525.5
60	4	0.63	10442.25
61	6	0.8	13260
62	3	1.37	22707.75
63	7	1.61	26685.75
64	6	1.35	22376.25
65	4	0.64	10608
66	6	2.41	39945.75
67	6	0.45	7458.75
68	7	1.8	29835
69	5	1.89	31326.75
70	3	1.96	32487
71	4	1.64	27183
72	4	0.44	7293
73	4	0.66	10939.5
74	6	2.43	40277.25
75	7	1.14	18895.5
76	5	0.91	15083.25
77	5	1.27	21050.25

78	4	2.07	34310.25
79	4	2.3	38122.5
80	7	0.49	8121.75
81	3	0.41	6795.75
82	4	1.71	28343.25
83	4	2.45	40608.75
84	6	1.5	24862.5
85	7	2.44	40443
86	7	0.77	12762.75
87	6	0.87	14420.25
88	3	1.2	19890
89	4	1.8	29835
90	5	2.39	39614.25
91	5	2.08	34476
92	5	1.89	31326.75
93	6	0.85	14088.75
94	5	2.27	37625.25
95	3	0.94	15580.5
96	4	1.97	32652.75
97	5	2.15	35636.25
98	4	0.43	7127.25
99	7	1.67	27680.25
100	7	1.96	32487
101	7	1.78	29503.5
102	4	1.44	23868
103	5	1.78	29503.5
104	4	2.08	34476
105	7	0.56	9282
106	6	0.82	13591.5
107	4	1.94	32155.5
108	6	1.59	26354.25
109	3	2.4	39780
110	4	1.47	24365.25
111	5	2.4	39780
112	6	1.27	21050.25
113	5	2.11	34973.25
114	3	0.42	6961.5
115	5	0.91	15083.25
116	5	1.2	19890
117	3	2.17	35967.75
118	5	1.63	27017.25

119	3	1.83	30332.25
120	7	1.56	25857
121	5	1.88	31161
122	3	1.79	29669.25
123	5	2.1	34807.5
124	7	2.49	41271.75
125	7	0.91	15083.25
126	6	0.71	11768.25
127	6	1.73	28674.75
128	5	2.43	40277.25
129	5	1.24	20553
130	3	1.4	23205
131	5	1.21	20055.75
132	7	0.94	15580.5
133	3	0.48	7956
134	3	0.74	12265.5
135	3	0.76	12597
136	5	1.8	29835
137	3	0.63	10442.25
138	7	0.57	9447.75
139	6	0.59	9779.25
140	7	2.03	33647.25
141	4	1.73	28674.75
142	5	1.24	20553
143	6	1.5	24862.5
144	7	2.35	38951.25
145	3	1.5	24862.5
146	7	1.26	20884.5
147	5	2.45	40608.75
148	4	1.2	19890
149	7	0.87	14420.25
150	3	0.51	8453.25
151	6	0.85	14088.75
152	4	1.8	29835
153	7	0.64	10608
154	7	1.54	25525.5
155	3	1.58	26188.5
156	5	1.4	23205
157	5	1.49	24696.75
158	6	0.76	12597
159	7	1	16575

160	4	0.8	13260
161	5	0.8	13260
162	6	0.5	8287.5
163	7	1	16575
164	3	1.58	26188.5
165	5	1.33	22044.75
166	5	0.61	10110.75
167	6	1	16575
168	7	0.57	9447.75
169	6	1.9	31492.5
170	3	1.91	31658.25
171	7	1.42	23536.5
172	4	0.8	13260
173	7	2.07	34310.25
174	6	0.82	13591.5
175	7	2.13	35304.75
176	4	0.73	12099.75
177	5	2	33150
178	5	2.16	35802
179	5	0.65	10773.75
180	4	1.38	22873.5
181	5	1.2	19890
182	3	2.13	35304.75
183	7	1.55	25691.25
184	3	1.03	17072.25
185	6	1.91	31658.25
186	3	1.28	21216
187	3	1.93	31989.75
188	4	0.51	8453.25
189	5	1.01	16740.75
190	6	2.03	33647.25
191	5	1.05	17403.75
192	4	1.22	20221.5
193	3	0.99	16409.25
194	3	1.43	23702.25
195	7	2	33150
196	7	1.59	26354.25
197	3	0.93	15414.75
198	7	2.33	38619.75
199	5	0.8	13260
200	6	0.9	14917.5

201	6	1.73	28674.75
202	7	1.78	29503.5
203	6	1.93	31989.75
204	6	1.31	21713.25
205	7	2.3	38122.5
206	4	0.56	9282
207	5	0.48	7956
208	3	0.68	11271
209	5	1.57	26022.75
210	3	0.61	10110.75
211	3	1.43	23702.25
212	4	1.04	17238
213	6	0.52	8619
214	6	0.4	6630
215	3	1.82	30166.5
216	3	1.97	32652.75
217	5	1.96	32487
218	4	1.33	22044.75
219	4	1.9	31492.5
220	7	1.93	31989.75
221	5	1.36	22542
222	5	0.88	14586
223	5	1.68	27846
224	7	0.9	14917.5
225	5	1.04	17238
226	6	2.07	34310.25
227	4	0.93	15414.75
228	5	1.51	25028.25
229	3	1.33	22044.75
230	3	0.93	15414.75
231	4	2.33	38619.75
232	4	0.8	13260
233	5	0.9	14917.5
234	4	1.73	28674.75
235	6	1.78	29503.5
236	4	1.93	31989.75
237	3	1.31	21713.25
238	3	0.5	8287.5
239	5	0.56	9282
240	6	0.48	7956
241	7	0.68	11271

242	5	1.57	26022.75
243	6	0.61	10110.75
244	4	1.43	23702.25
245	3	1.04	17238
246	5	0.52	8619
247	7	0.4	6630
248	4	1.82	30166.5
249	4	1.97	32652.75
250	5	1.96	32487
251	7	1.33	22044.75
252	3	2.38	39448.5
253	6	0.5	8287.5
254	6	0.82	13591.5
255	5	2.13	35304.75
256	5	0.73	12099.75
Total		345.61	5728485.75

LAMPIRAN XI

Kebutuhan elektroda perbaikan sambungan las pada sambungan blok bentuk lengkung

No	X1 = Gap (mm)	X2 = Panjang Gap (m)	Biaya elektroda (Rupiah)
1	12	0.62	12251.2
2	9	0.64	12646.4
3	9	0.55	10868
4	12	0.58	11460.8
5	6	0.82	16203.2
6	7	0.92	18179.2
7	7	1.39	27466.4
8	12	0.9	17784
9	8	0.45	8892
10	8	0.81	16005.6
11	8	0.85	16796
12	6	0.23	4544.8
13	12	0.52	10275.2
14	12	0.51	10077.6
15	9	0.61	12053.6
16	8	1.32	26083.2
17	7	0.32	6323.2
18	8	1.2	23712
19	10	0.93	18376.8
20	11	0.41	8101.6
21	11	0.95	18772
22	7	1.33	26280.8
23	8	0.41	8101.6
24	8	1.01	19957.6
25	10	1.35	26676
26	6	0.46	9089.6
27	6	0.89	17586.4
28	5	1.26	24897.6
29	10	0.98	19364.8
30	10	0.73	14424.8
31	8	0.64	12646.4
32	6	0.25	4940
33	9	1.28	25292.8
34	7	1.19	23514.4
35	5	0.36	7113.6
36	8	0.27	5335.2

37	8	1.25	24700
38	10	0.53	10472.8
39	9	0.97	19167.2
40	12	0.5	9880
41	11	0.91	17981.6
42	8	0.88	17388.8
43	12	0.27	5335.2
44	8	0.38	7508.8
45	6	1.04	20550.4
46	6	1	19760
47	7	0.48	9484.8
48	8	0.32	6323.2
49	12	1.17	23119.2
50	6	1.28	25292.8
51	11	0.67	13239.2
52	8	0.76	15017.6
53	11	1.34	26478.4
54	8	1.45	28652
55	6	0.91	17981.6
56	11	0.82	16203.2
57	12	0.65	12844
58	9	1.44	28454.4
59	12	1.16	22921.6
60	6	0.43	8496.8
61	6	0.76	15017.6
62	10	1.07	21143.2
63	11	0.41	8101.6
64	6	0.55	10868
65	9	1.41	27861.6
66	6	0.97	19167.2
67	7	0.86	16993.6
68	7	0.46	9089.6
69	6	0.92	18179.2
70	7	0.33	6520.8
71	9	0.72	14227.2
72	8	0.32	6323.2
73	12	1.22	24107.2
74	9	1.41	27861.6
75	9	0.23	4544.8
76	10	1.5	29640
77	10	1.16	22921.6

78	8	1.19	23514.4
79	7	0.91	17981.6
80	12	0.7	13832
81	8	1.01	19957.6
82	7	1.44	28454.4
83	11	1.23	24304.8
84	10	0.45	8892
85	11	0.51	10077.6
86	11	0.82	16203.2
87	10	0.27	5335.2
88	6	1.09	21538.4
89	8	1.17	23119.2
90	7	1.5	29640
91	11	1	19760
92	7	0.71	14029.6
93	9	1.37	27071.2
94	6	1.18	23316.8
95	7	0.57	11263.2
96	7	1.47	29047.2
97	8	0.4	7904
98	12	1.33	26280.8
99	7	1.22	24107.2
100	6	1.08	21340.8
101	6	1.15	22724
102	8	1.49	29442.4
103	10	0.51	10077.6
104	8	0.49	9682.4
105	9	0.58	11460.8
106	9	0.64	12646.4
107	5	1.37	27071.2
108	6	0.5	9880
109	9	0.48	9484.8
110	12	0.65	12844
111	6	1.28	25292.8
112	6	0.42	8299.2
113	8	1.5	29640
114	11	1.19	23514.4
115	11	0.95	18772
116	6	1.25	24700
117	6	1.33	26280.8
118	10	1.12	22131.2

119	6	0.93	18376.8
120	12	0.36	7113.6
121	6	0.57	11263.2
122	6	0.64	12646.4
123	8	0.77	15215.2
124	8	0.93	18376.8
125	12	0.44	8694.4
126	11	0.68	13436.8
127	11	1.1	21736
128	9	0.61	12053.6
129	6	0.83	16400.8
130	8	1.49	29442.4
131	7	0.51	10077.6
132	11	1.17	23119.2
133	10	1.31	25885.6
134	9	0.22	4347.2
135	10	0.95	18772
136	9	0.52	10275.2
137	8	0.63	12448.8
138	11	0.97	19167.2
139	9	0.32	6323.2
140	8	0.24	4742.4
141	9	1.49	29442.4
142	11	0.93	18376.8
143	11	0.22	4347.2
144	8	1.12	22131.2
145	7	0.54	10670.4
146	11	1.08	21340.8
147	6	0.87	17191.2
148	9	0.4	7904
149	9	1.43	28256.8
150	8	1.26	24897.6
151	9	0.81	16005.6
152	8	1.04	20550.4
153	8	0.34	6718.4
154	12	1.12	22131.2
155	9	0.34	6718.4
Total		131.55	2592709.6

LAMPIRAN XI

Kebutuhan elektroda perbaikan sambungan las pada sambungan blok bentuk lengkung

No	X1 = Mis (mm)	X2 = Panjang Mis (m)	Biaya elektroda (Rupiah)
1	6	1.00	19670
2	5	0.70	13769
3	5	0.50	9835
4	5	1.00	19670
5	5	0.70	13769
6	4	0.60	11802
7	5	0.50	9835
8	3	0.68	13375.6
9	7	1.20	23604
10	3	1.02	20063.4
11	6	1.10	21637
12	3	0.88	17309.6
13	3	0.60	11802
14	4	0.70	13769
15	5	1.00	19670
16	6	0.50	9835
17	5	0.40	7868
18	4	0.89	17506.3
19	3	1.35	26554.5
20	3	1.84	36192.8
21	7	1.00	19670
22	7	1.33	26161.1
23	7	1.20	23604
24	3	0.89	17506.3
25	7	0.51	10031.7
26	5	0.87	17112.9
27	6	1.82	35799.4
28	6	0.80	15736
29	7	1.05	20653.5
30	6	1.31	25767.7
31	6	1.10	21637
32	7	0.40	7868
33	4	0.63	12392.1
34	5	1.00	19670
35	3	1.20	23604
36	5	0.70	13769

37	3	0.70	13769
38	3	0.50	9835
39	4	1.00	19670
40	6	0.64	12588.8
41	6	1.26	24784.2
42	3	1.00	19670
43	3	1.11	21833.7
44	5	0.54	10621.8
45	4	1.76	34619.2
46	4	1.17	23013.9
47	7	0.65	12785.5
48	5	1.07	21046.9
49	5	0.92	18096.4
50	7	0.74	14555.8
51	4	1.20	23604
52	3	0.81	15932.7
53	6	0.40	7868
54	6	1.68	33045.6
55	5	0.60	11802
56	7	1.30	25571
57	7	1.39	27341.3
58	4	0.56	11015.2
59	4	0.78	15342.6
60	6	0.51	10031.7
61	5	1.86	36586.2
62	7	1.54	30291.8
63	6	0.47	9244.9
64	4	1.00	19670
65	6	0.80	15736
66	3	1.00	19670
67	7	0.82	16129.4
68	6	1.92	37766.4
69	4	0.59	11605.3
70	6	1.77	34815.9
71	6	1.15	22620.5
72	7	1.29	25374.3
73	5	0.40	7868
74	3	0.72	14162.4
75	4	1.20	23604
76	4	1.55	30488.5
77	4	1.71	33635.7

78	6	1.70	33439
79	7	1.14	22423.8
80	5	1.96	38553.2
81	5	0.60	11802
82	4	1.56	30685.2
83	4	0.61	11998.7
84	7	0.58	11408.6
85	3	0.81	15932.7
86	4	1.38	27144.6
87	4	2.15	42290.5
88	6	0.64	12588.8
89	7	0.85	16719.5
90	7	0.73	14359.1
91	6	1.39	27341.3
92	3	0.70	13769
93	4	0.50	9835
94	5	0.97	19079.9
95	5	0.84	16522.8
96	5	1.34	26357.8
97	6	1.54	30291.8
98	5	1.43	28128.1
99	3	0.70	13769
100	4	0.50	9835
101	5	0.80	15736
102	4	0.80	15736
103	7	1.00	19670
104	7	1.95	38356.5
105	7	1.00	19670
106	4	1.00	19670
107	5	1.88	36979.6
108	4	1.75	34422.5
109	7	1.80	35406
110	6	0.83	16326.1
111	4	0.86	16916.2
112	6	0.70	13769
113	3	1.60	31472
114	4	1.55	30488.5
115	5	1.16	22817.2
116	6	0.91	17899.7
117	5	0.75	14752.5
118	3	1.29	25374.3

119	5	0.57	11211.9
120	5	0.54	10621.8
121	3	1.35	26554.5
122	5	1.00	19670
123	3	1.18	23210.6
124	7	0.76	14949.2
125	5	1.36	26751.2
126	3	0.50	9835
127	5	1.33	26161.1
128	7	1.00	19670
129	7	0.50	9835
130	6	1.85	36389.5
131	6	1.94	38159.8
132	5	1.00	19670
133	5	0.75	14752.5
134	3	1.62	31865.4
135	5	0.83	16326.1
136	7	1.00	19670
137	3	0.40	7868
138	3	1.16	22817.2
139	3	0.56	11015.2
140	5	1.46	28718.2
141	3	1.40	27538
142	7	1.04	20456.8
143	6	0.67	13178.9
144	7	1.10	21637
145	4	1.25	24587.5
146	5	0.49	9638.3
147	6	0.80	15736
148	7	0.88	17309.6
149	3	1.14	22423.8
150	7	1.27	24980.9
151	5	0.95	18686.5
152	4	1.29	25374.3
153	7	0.52	10228.4
154	3	0.41	8064.7
155	6	1.03	20260.1
156	4	1.01	19866.7
157	7	1.51	29701.7
158	7	0.77	15145.9
159	3	1.30	25571

160	5	2.25	44257.5
161	5	0.85	16719.5
162	6	0.89	17506.3
163	7	1.00	19670
164	4	1.20	23604
165	5	0.92	18096.4
166	6	1.26	24784.2
167	7	1.60	31472
168	3	1.91	37569.7
169	5	0.66	12982.2
170	5	1.89	37176.3
171	6	1.51	29701.7
172	7	0.50	9835
173	6	1.87	36782.9
174	3	1.16	22817.2
175	7	0.46	9048.2
176	4	1.00	19670
177	7	1.29	25374.3
178	6	0.61	11998.7
179	7	1.74	34225.8
180	7	1.74	34225.8
Total		189.10	3719597



BIODATA PENULIS

Penulis Tugas Akhir ini bernama Jansumarno Purba atau biasa di panggil dengan Jan atau Marno atau Kenshu, dilahirkan di Tigarunggu pada tanggal 3 Juli 1983. Anak kedua dari pasangan Dariamen Purba dengan Lerni Saragih. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SD IMPRES Benua Saribu, SLTPN 1 Purba dan SMUN 1 Pematang Raya. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA, pada tahun 2002 Penulis mengikuti SPMB dan masuk di Universitas Sriwijaya Palembang di jurusan Teknik Elektro, satu tahun kemudian Penulis mengikuti SPMB lagi (tahun 2003) dan berhasil masuk di ITS-Surabaya jurusan S1 Teknik Perkapalan dan berhasil menyelesaikan masa studinya. Selama di bangku perkuliahan, penulis aktif di organisasi perkumpulan Mahasiswa Bona Pasogit ITS-Surabaya (MBP-ITS Surabaya). Berikut ini adalah email Penulis yang dapat dihubungi sukensu_purba@yahoo.co.id.