

# **SKRIPSI**

## **PERENCANAAN KEBUTUHAN JURU LAS , MESIN LAS DAN ELEKTRODA LAS PADA PERAKITAN BANGUNAN ATAS KAPAL FERRY 300 GT**

*Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*



Oleh :

**AGUSSALIM**

**D311 14 501**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2018**





**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Poros Malino Km. 6, Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan, 92172  
Telp. (0411) 586015, 586262 Fax (0411) 586015  
http://eng.unhas.ac.id Email : teknik@unhas.ac.id

**LEMBAR PENGESAHAN**

*Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing yang bersangkutan guna memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin*

Judul Skripsi :

**PERENCANAAN KEBUTUHAN JURU LAS, MESIN LAS, DAN ELEKTRODA LAS  
PADA PERAKITAN BANGUNAN ATAS KAPAL FERRY 300 GT**

Disusun Oleh ;

**AGUSSALIM**

**D311 14 501**

Gowa, 4 Januari 2019

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

FARIANTO FACHRUDDIN, ST, MT  
NIP. 197004261994121001

Pembimbing II

DR.IR. SYAMSUL ASRI, MT  
NIP.196503181991031003

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr.Eng.Suandar Baso, S.T.,M.T.  
NIP.19730206 200012 1 002



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## **PERENCANAAN KEBUTUHAN JURU LAS , MESIN LAS DAN ELEKTRODA LAS PADA PERAKITAN BANGUNAN ATAS KAPAL FERRY 300 GT”**

Oleh: Agussalim

Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pembimbing 1 : Fachrianto Fahrudin ST. MT.

Pembimbing 2 : Dr. Ir. Syamsul Asri MT.

### **ABSTRAK**

Pengelasan merupakan proses penyambungan dua bagian logam dengan menggunakan energi panas. Pengelasan merupakan aspek yang sangat penting dalam pembangunan kapal karena jumlah pekerjaan pengelasan pada kapal kira-kira sepertiga dari seluruh jumlah pekerjaan atau perakitan sebuah kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui panjang pengelasan/beban pengelasan, kebutuhan juru, mesin dan elektroda pada perakitan bangunan atas kapal ferry RO-RO 300 GT. Hasil penelitian menunjukkan panjang pengelasan yaitu 7421 m membutuhkan 53570 batang (2765 kg) elektroda. Dengan rincian per bloknya yaitu, blok 21 dengan panjang pengelasan 319,5 m membutuhkan 2241 batang (112 kg), blok 20 dengan panjang pengelasan 475,7 m membutuhkan 3327 batang (166 kg), blok 19 dengan panjang pengelasan 544,4 m membutuhkan 3791 batang (189 kg), blok 18 dengan panjang pengelasan 397,1 m membutuhkan 2757 batang (137 kg), blok 17 dengan panjang pengelasan 677,9 m membutuhkan 4735 batang (236 kg), blok 16 dengan panjang pengelasan 553,1 m membutuhkan 3840 batang (191 kg), blok 15 dengan panjang pengelasan 563,4 m membutuhkan 3911 batang (195 kg), blok 14 dengan panjang pengelasan 986,4 m membutuhkan 7073 batang (353 kg), blok 13 dengan panjang pengelasan 378,6 m membutuhkan 2624 batang (131 kg), blok 12 dengan panjang pengelasan 404,4 m membutuhkan 2800 batang (140 kg), blok 11 dengan panjang pengelasan 632 m membutuhkan 4070 batang (203 kg), blok 10 dengan panjang pengelasan 479 m membutuhkan 3320 batang (166 kg), blok 9 dengan panjang pengelasan 427,9 m membutuhkan 2966 batang (148 kg), dan ereksi dengan panjang pengelasan 599,9 m membutuhkan 6108 batang (305 kg). Untuk menyelesaikan pekerjaan dalam kurun waktu 12 bulan dengan produktivitas PT IKI (2,14 m/j.o) dibutuhkan 9 juru dan mesin las, 6 bulan dibutuhkan 18 juru dan mesin las, 4 bulan dibutuhkan 27 juru dan mesin las

Kata kunci: *Pengelasan, Ferry Ro-ro 300 GT, Kebutuhan Juru Las, Kebutuhan Mesin Las, Kebutuhan Elektroda Las*



## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT penguasa semesta alam yang tak pernah bosan melimpahkan rahmat-nya kepada seluruh manusia. Salam dan shalawat tak lupa ula kita kirimkan kepada nabi ullah Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini, yang merupakan syarat untuk meraih gelar sarjana teknik pada Jurusan Perkapalan Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan berbagai pihak adalah sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan perkuliahan ini, terkhusus dalam penyusunan tugas Akhir ini, oleh kerennanya, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua ku tercinta ayahanda Almarhum Muhamad Sabil dan ibunda Naikma serta adik-adikku puddin, agung, nurul, yuli terima kasih atas dukungannya
2. Bapak Farianto Fachruddin, ST. MT. Selaku Pembimbing 1, terima kasih yang begitu besar karena telah memberikan bantuan, bimbingan, arahan, serta menampung kami sampai penulisan Tugas Akhir selesai.
3. Bapak Dr. Ir. Syamsul Asri, MT. Selaku Pembimbing 2, terima kasih yang begitu besar untuk masukan, arahan dan bimbingannya.
4. Bapak Dr. Eng. Suandar Baso, S.T. MT. Selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Wahyuddin, ST. MT. Selaku Penasehat Akademik telah memberikan bantuan bimbingannya kepada penulis selama masa kuliah.



6. Bapak / Ibu Dosen, Staf, dan seluruh civitas akademik Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Kepada keluarga 478, kak sandi, comel, tundru, culle, ancu, haedir, lalong terima kasih untuk kesabaran hatinya selamanya ini
8. Kepada kakanda senior kanda (sarwan, ruslan, aldian, rahmat, adi) penulis mengucapkan banyak terima kasih
9. Kepada teman-teman teknik perkapalan 2014 yang tak bisa penulis ucapkan namanya satu persatu.
10. Kepada keluarga Ztringer yang selalu semangat dalam segala hal
11. Kepada saudara-saudari Labo Produksi Angkatan 2014 (Ustaz Syawal, Komandan Guntur, Arfah Dg Kulle, Uppi Antang, Awal Abel, Pung Aji Fathul, adzan, Saharuddin Aries Marine, Zein Ganteng, Tia Korc, Henni, Cika
12. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, sekali lagi terima kasih yang sebesar-besarnya semoga Allah Aza Wajalla membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dengan sebaik-baik balasan.

Gowa, 09 Desember 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 . Latar Belakang.....	1
1.2 . Rumusan masalah .....	3
1.3 Batasan masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II.....	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Metode Pembangunan Kapal.....	6
2.2 Konsep PWBS .....	7
2.3 Prosedur pengelasan (WPS).....	14
2.3.1 Penyambungan (pengelasan) Kapal .....	15
2.3.2 Posisi Pengelasan.....	17
3 Sambungan Las .....	18
4 Simbol dan Kampuh (objek) Pengelasan .....	20



2.3.5	Kebutuhan Elektroda.....	21
2.4	Produktivitas .....	23
2.4.1	Unsur Produktivitas .....	23
2.4.2	Manfaat Produktivitas .....	24
2.4.3	Produktivitas Kerja.....	25
2.4.4	Metode pengukuran Waktu.....	25
2.5	Juru dan Mesin Las.....	31
2.5.1	Juru Las ( <i>Welder</i> ) .....	31
2.5.2	Mesin Las 32	
<b>BAB III .....</b>		<b>34</b>
<b>METEDOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>34</b>
3.1	Jenis penelitian.....	34
3.2	Pengumpulan Data.....	34
3.3	Analisa Data .....	35
3.4	Diagram Alur Penelitian.....	37
<b>BAB IV.....</b>		<b>38</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>38</b>
4.1.1	Ukuran Utama Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT.....	38
4.1.2	<i>Lines Plan</i> dan Rencana Umum Kapal.....	39
	<i>A .Lines Plan</i> 39	
	<i>B .Rencana Umum Kapal</i> .....	39
3	Perencanaan Konstruksi Bangunan Atas Kapal.....	40
4	Rancangan Block Plan .....	40



4.2	Perincian Komponen Konstruksi Bangunan Atas Kapal.....	41
4.3	Perencanaan Standar Teknis Pengelasan.....	46
4.4	Perhitungan Panjang Pengelasan.....	60
4.5	Perhitungan Kebutuhan Elektroda Las .....	62
4.6	Perhitungan Kebutuhan Jumlah Pekerja dan Mesin Las .....	66
4.7	Pembahasan/Diskusi .....	70
BAB V .....		74
PENUTUP .....		74
5.1	Kesimpulan.....	74
5.2	Saran .....	76
DAFTAR PUSTAKA.....		77



## DAFTAR TABEL

### BAB II

TABEL 2- 1 Berat Rata-Rata Elektroda 1 .....	22
TABEL 2- 2 Performance Rating Dengan Sistem Westing House.....	29

### BAB IV

TABEL 4- 1 Ukuran Utama Kapal Sampel.....	38
TABEL 4- 2 Dimensi Blok bangunan atas Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT.....	40
TABEL 4- 3 Kompoen bangunan atas Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT.....	46
TABEL 4- 4 Sambungan pengelasan pada Bangunan Atas.....	48
TABEL 4- 5 Sambungan pengelasan pada Bangunan Atas.....	49
TABEL 4- 6 Erection Blok Bangunan Atas .....	61
TABEL 4- 7 Total Panjang Pengelasan Bangunan Atas Kapal Ferry Ro-Ro 300 GT .....	61
TABEL 4- 8 Tabel kebutuhan elektroda .....	64
TABEL 4- 9 Perhitungan Kebutuhan Juru Las dan Waktu Pengerjaan .....	68
TABEL 4- 10 ratio panjang pengelasan dengan berat kapal.....	71
TABEL 4- 11 ratio berat elektroda dengan berat kapal .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TABEL 4- 12 ratio berat elektroda dengan panjang pengelasan .....	71



## DAFTAR GAMBAR

### BAB II

Gambar 2- 1 komponen – komponen PWBS .....	8
Gambar 2- 2 Tahapan Pembangunan Kapal berdasarkan HBCM.....	9
Gambar 2- 3 Aspek Produksi HBCM.....	10
Gambar 2- 4 Macam-macam Posisi Pengelasan.....	18
Gambar 2- 5 Sambungan Las .....	19
Gambar 2- 6 Macam-Macam Las.....	19
Gambar 2- 7 Macam-Macam Las Sudut.....	20
Gambar 2- 8 Sistem Simbolis AWS.....	20
Gambar 2- 9 Bentuk Geometri Kampuh Las .....	20

### BAB IV

Gambar 4- 1 Gambar Pembagian Ferry Ro-Ro 300 GT .....	40
Gambar 4- 2 Gambar pembagian blok bangunan atas kapal fery 300 GT .....	42
Gambar 4- 3 Gambar pembagian blok bangunan atas kapal fery 300 GT .....	43
Gambar 4- 4 Gambar pembagian sub blok menjadi komponen.....	45
Gambar 4- 5 Desain perencanaan pengelasan .....	47
Gambar 4- 6 Welding prosedur spesifcation .....	49
Gambar 4- 7 Welding prosedur spesifcation .....	50
Gambar 4- 8 Urutan perakitan punnel sisi SB .....	51
Gambar 4- 9 Urutan perakitan punnel sisi PS .....	53
Gambar 4- 10 Urutan perakitan punnel deck.....	55
Gambar 4- 11 urutan pengelasan bulkhead .....	57
Gambar 4- 12 urutan erection SS 21 .....	58
Gambar 4- 13 sambungan pengelasan pelat kulit dengan pelat kulit .....	60
Gambar 4- 14 gambar grafik panjang pengelasan .....	62
Gambar 4- 15 Grafik Kebutuhan Elektroda.....	65
Gambar 4- 16 Grafik Kebutuhan Juru Las dan Waktu Pengerjaan .....	70



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 . Latar Belakang

Industri perkapalan adalah industri yang akan terus berkembang, karena industri perkapalan memiliki arti penting dalam pengembangan dunia kemaritiman termasuk di Indonesia. Industri ini bergerak dalam hal reparasi, pemeliharaan dan pembuatan bangunan baru.

Pembuatan kapal baru salah satu aspek penting adalah tentang pengelasan. Definisi pengelasan menurut kamus besar bahasa indonesia adalah penyambungan logam dengan cara membakar. Maka dapat dikatakan bahwa mengelas adalah proses menyambungkan dua bagian logam dengan menggunakan energi panas. Jumlah pengelasan pada kapal kira-kira sepertiga dari seluruh jumlah pekerjaan atau perakitan sebuah kapal (wiryo sumarto, 1998).

Ada beberapa hal yang menunjang suksesnya pengelasan yaitu dari segi sumber dayanya, waktu penyelesaian dan lain lain. Aspek penting dalam mengelas yaitu sumber daya las, dalam hal ini juru las. Juru las memegang peranan penting dalam pengelasan. Mengapa juru las memegang peranan penting dalam mengelas ? di karenakan semua hal-hal penting mengenai pengelasan berpusat pada juru las. Misalnya untuk mengetahui waktu penyelesaian perakitan satu blok kapal yang

etahu yaitu kemampuan juru las, kemampuan yang dimaksud yaitu waktu  
u las dalam sehari kerja. Hal ini perlu diketahui untuk menghindari



penggunaan sumber daya las yang berlebihan dan berdampak pada penggunaan biaya yang akan over.

Selain juru las penggunaan elektroda juga harus diketahui. Dimana yang perlu diketahui yaitu kebutuhan elektroda pada satu blok kapal. Hal ini bertumpu pada kemampuan juru las yaitu waktu kerja juru las. Yang harus diketahui pada elektroda yaitu pada satu batang elektroda berapa cm yang bisa di las tentunya hal ini harus di sinkronkan dengan kemampuan juru las dalam menggunakan elektroda. Oleh karena itu penting diketahui mengenai kemampuan juru las, agar dapat menentukan mengenai penggunaan peralatan penunjang lain seperti mesin las dan elektroda las.

Maka berdasarkan uraian diatas, maka dianggap perlu mengidentifikasi kebutuhan penggunaan elektroda las, juru las las, dan mesin las kedalam bentuk skripsi dengan judul:

**“PERENCANAAN KEBUTUHAN JURU LAS , MESIN LAS DAN  
ELEKTRODA LAS PADA PERAKITAN BANGUNAN ATAS KAPAL  
FERRY 300 GT”**



## 1.2 . Rumusan masalah

Untuk masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini rumusannya adalah sebagai berikut :

1. Berapa beban kerja pengelasan ?
2. Berapa jumlah penggunaan elektroda?
3. Berapa jumlah kebutuhan juru las ?
4. Berapa jumlah kebutuhan mesin las ?

## 1.3 Batasan masalah

Batasan masalah, untuk mencengah terlalu luasnya pembahasan maka penulis perlu untuk membatasi masalah yang ada diteliti :

1. Menggunakan metode las *SMAW (Shield Metal Arc Welding)*

Metode pengelasan yang lakukan dalam skripsi ini yaitu metode las SMAW, hal ini dilakukan untuk membatasi pembahasan mengenai pengelasan tidak terlalu jauh melebar

2. Menggunakan standar *AWS (American Welding Standart)*

3. Elektroda yang digunakan

Elektroda yang digunakan yaitu elektroda dengan diameter 4mm dengan jarak pengelasan 1 elektroda yaitu 0,15 (meter/batang)

4. Mesin las yang digunakan

mesin las yang digunakan disesuaikan dengan jumlah juru las



## 1.4 Tujuan

Tujuan penelitian adalah

1. Kebutuhan jumlah juru las, mesin las dan elektroda yang akan digunakan pada pembuatan kapal ferry 300 GT

## 1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan untuk menentukan jumlah penggunaan juru las untuk pengerjaan suatu proyek
2. Hasil dari penelitian ini dapat berfungsi sebagai bahan pembelajaran untuk suatu instansi tertentu

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penyajian materi penulisan skripsi ini di jabarkan secara umum dalam kerangka penulisan sebagai berikut :

BAB 1 : Pendahuluan. Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah yang spesifik berfokus pada kebutuhan juru las , peralatan dan elektroda las yang akan digunakan dalam pengelasan, tujuan masalah serta sistematika penulisan.



Landasan teori, bab ini menjelaskan tentang teori-teori berkaitan dengan metode pembangunan kapal, dan pengelasan komponen konstruksi bangunan kapal yaitu, Metode Pembangunan Kapal, Konsep *PWBS*,

Teknik Pengelasan, Pengelasan Dalam Perkapalan, *Welding Procedure Spesification*, Produktifitas Juru Las, Elektroda dan Mesin Las.

BAB 3 : Metode Penelitian, bab ini menjelaskan jenis penelitian lokasi dan waktu penelitian, perolehan data, penyajian data dan kerangka pemikiran.

BAB 4 : Hasil dan Pembahasan, bab ini menjelaskan hasil yang diperoleh dari pengolahan data dan penelitian.

BAB 5 : Penutup, bab ini menjelaskan simpulan yang diperoleh dari analisa data dan saran – saran.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Metode Pembangunan Kapal

Menurut Soekamto D, 1983 dalam (Haerul,2011), pemilihan sistem atau metode mana yang akan diterapkan oleh galangan kapal dalam program pembuatan kapal baru sangat dipengaruhi oleh beberapa hal,yakni ukuran kapal, jumlah dan tipe kapal, fasilitas galangan, kedalaman dan kondisi perairan (water front), faktor teknis lainnya serta tinjauan dari segi ekonomi kapal itu dapat diselesaikan secepatnya dengan biaya ringan. Pemilihan sistem atau metode yang dilakukan oleh bagian perencanaan kapal.

Menurut Storch (1995) dan Watson (2002) dalam (Trian,2017), secara umum tahapan pem- bangunan kapal sangat bervariasi, bergantung keinginan pemesan, namun secara umum tahapan ini meliputi:

- Pengembangan keinginan pemesan (*development of owner,s requirements*).
- Desain konsep atau prarancangan (*preliminary/concept design*).
- Desain kontrak (*contract design*).
- Penawaran/penandatanganan kontrak (*bidding/contracting*).
- Perencanaan dan desain detail (*detail design and planning*).
- Fabrikasi dan Perakitan (*construction*).



## 2.2 Konsep PWBS

**Konsep PWBS membagi proses produksi kapal menjadi tiga jenis pekerjaan.**

Klasifikasi pertama adalah : *Hull construction, outfitting, painting*. Dari ketiga jenis pekerjaan tersebut mempunyai sifat yang berbeda – beda. Selanjutnya setiap jenis pekerjaan tersebut dibagi lagi ke dalam pekerjaan *fabrikasi* dan *assembly*.

Klarifikasi kedua adalah pembagian berdasarkan produk antara (*interim product*) misalnya produk antara di bengkel *fabrication, assembly*, dan bengkel *erection*. Pembagian ini berdasarkan sumber daya yang dibutuhkan. Sumber daya tersebut meliputi :

- Material, yang dipergunakan untuk produksi (langsung atau tidak langsung) misalnya pelat, permesinan kabel dan lain-lain.
- Tenaga kerja, yang dipergunakan untuk produksi (langsung atau tidak langsung) misalnya tenaga pengelasan, fitting dan lain-lain.
- Fasilitas, yang dipergunakan untuk produksi (langsung atau tidak langsung) misalnya gedung, dock, perlengkapan dan lain-lain.
- Biaya, yang dipergunakan untuk produksi (langsung atau tidak langsung) misalnya desain, transportasi dan lain-lain

Klasifikasi ketiga adalah klasifikasi berdasarkan tiga aspek produksi, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pengawasan produksi. Aspek produksi yang pertama adalah *zone*, ini merupakan sarana unutupk mempermudah proses

aan. Dua aspek produksi yang lain adalah *problem area* dan *stage*, yang



merupakan sarana pembagi proses pekerjaan mulai dari material sampai pada saat kapal diserahkan kepada *owner*.

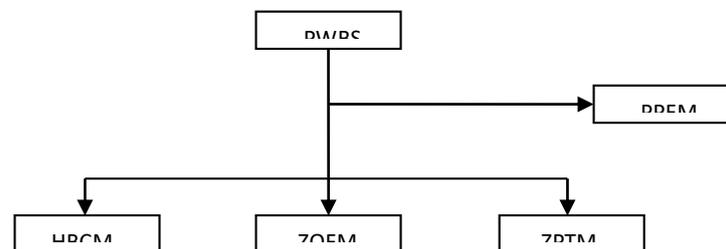
Definisi ketiga aspek produksi tersebut adalah sebagai berikut :

- *Zone* adalah suatu tujuan proses produksi yang merupakan lokasi dari suatu hasil produksi misalnya ruang muat dan bangunan atas
- *Area* adalah pembagian proses produksi menurut kesamaan proses produksi yang dapat berdasarkan bentuk, kualitas, kuantitas atau macam pekerjaan
- *Stage* adalah pembagian proses produksi sesuai dengan urutan pengerjaannya seperti fabrikasi, assembly dan erection.

Untuk merinci/*break down* pekerjaan konstruksi harus ditentukan dahulu *Zone Oriented* pekerjaan tersebut yaitu :

- *Hull block construction method*
- *Zone outfitting method*
- *Zone painting method*

Adapaun komponen atau lingkup pekerjaan dari sistem PWBS dapat diperlihatkan pada diagram di bawah ini :



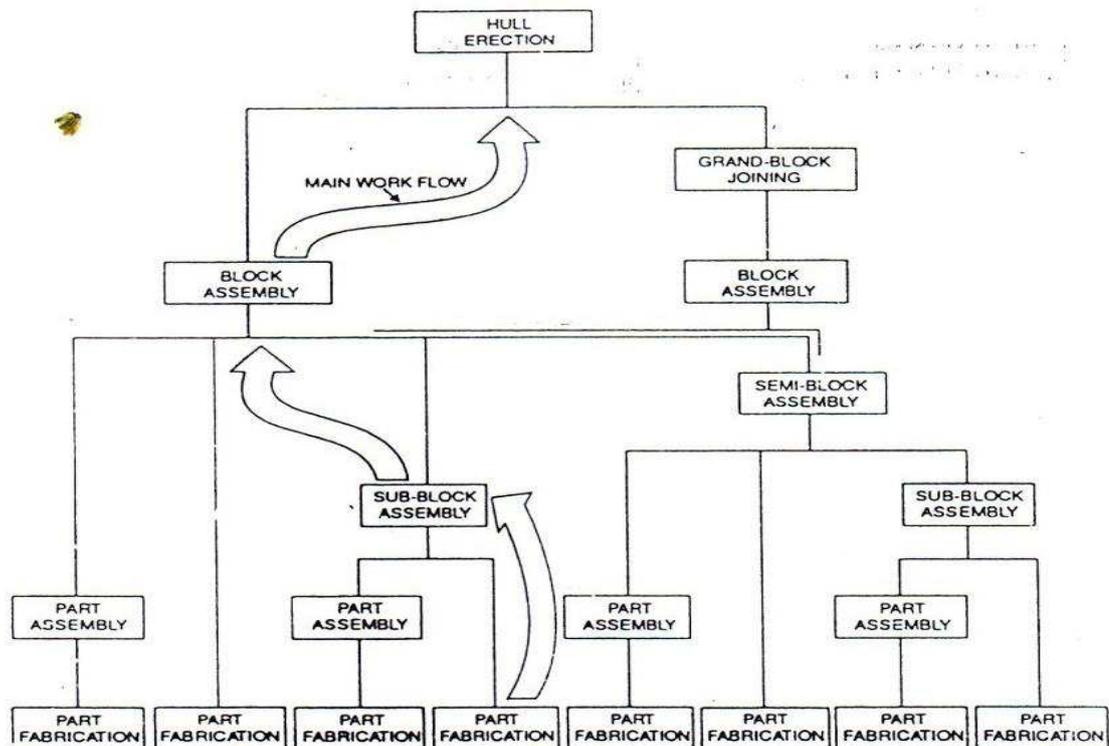
Gambar 2- 1 komponen – komponen PWBS



Keterangan dari gambar di atas :

1. HBCM : *Hull Block Construction Method*
2. ZOFM : *Zone Outfitting Method*
3. ZPTM : *Zone Painting Method*
4. PPFM : *Pipe Piece Family Manufacturing*

Tahapan – tahapan pokok untuk pembuatan kapal berdasarkan *Hull Block*



Construction Method dapat diperlihatkan pada gambar 2.2 sebagai berikut :



Gambar 2- 2 Tahapan Pembangunan Kapal berdasarkan HBCM

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pelat setelah mengalami pekerjaan *fabrikasi (part fabrication)* yang selanjutnya diproses menjadi produk *assembly (part assembly)*. Terdapat juga produk *fabrikasi* yang digabung menjadi produk sub blok *assembly* yang selanjutnya digabung membentuk blok (*block assembly*). Antara *block assembly* digabung membentuk blok besar (*grand block*) dan selanjutnya memebentuk badan kapal (*hull construction*).

Tahapan-tahapan pokok untuk pembuatan kapal berdasarkan *Hull Block Construction Methode* dapat diperlihatkan pada gambar 2.3 berikut :

PLANING LEVEL	MFG LEVEL	PRODUCT ASPECTS										CODES			
		ZONE		AREA					STAGE			ZONE	AREA	STAGE	
1	7	SHIP		FORE HULL	CARGO HOLD	ENGINE ROOM	AFT HULL	PERSTRUCTURE	TEST			SHIP NO.	BLOCK CODE	STAGE CODE	
									ERECTION						
2	6			FLAT PANEL	CURVED PANEL			STRUCTURE	BACK PREERECTION	NIL		KD-BLOCK CODE	KD-BLOCK CODE	BE CODE	
									PREERECTION	NIL					
								SUPER	JOINING		NIL		GRA	GRA	STA
		K						STRUCTURE	BACK ASSEMBLY	NIL		K	K	CODE	
									ASSEMBLY						
3	5	BLOCK	NIL	FLAT	SPECIAL FLAT	CURVED	SPECIAL CURVED	SUPERSTR	FRAMING	NIL		BLOCK CODE	BLOCK CODE	STAGE CODE	
									PLATE JOINING	NIL					
4	4			SIMILAR WORK CONTENT IN A LARGE QUANTITY			SIMILAR WORK CONTENT IN A SMALL QUANTITY			BACK ASSEMBLY	NIL		SEMI-BLOCK CODE	SEMI-BLOCK CODE	STAGE CODE
									ASSEMBLY						
									PLATE JOINING	NIL					
5	3	SUB-BLOCK	NIL						BACK ASSEMBLY	NIL		SUB-BLOCK CODE	SUB-BLOCK CODE	STAGE CODE	
									ASSEMBLY						
6	2			SUB-BLOCK PART			BUILT-UP PART			BENDING	NIL		ASSEMBLY PART CODE	STAGE CODE	
									ASSEMBLY						
									BENDING	NIL					
7	1	PART		PARALLEL PART FROM PLATE	NON-PARALLEL PART FROM PLATE	INTERNAL PART FROM PLATE	PART FROM ROLLED SHEET	OTHER	MARKING & CUTTING			PART CODE	PART CODE	STAGE CODE	
									PLATE JOINING	NIL					

Gambar 2- 3 Aspek Produksi HBCM



Kombinasi arah horizontal menunjukkan karakteristik perbedaan type paket kerja berdasarkan aspek produksi. Sedangkan kombinasi dari arah vertical dari masing – masing jenis aspek produksi menunjukkan urutan proses kerja pembentukan badan kapal yang saling berkaitan dengan urutan dari bawah ke atas menunjukkan tingkat pekerjaan sedangkan dalam proses perencanaan dilakukan dengan urutan dari atas ke bawah berdasarkan aspek – aspek produksi dari gambar – gambar tersebut yang paling diperhatikan adalah aspek produksi berdasarkan problem *area*, dimana badan kapal dibagi menjadi beberapa bagian :

- *Fore Hull* (bagian depan)
- *Cargo Hold* (bagian ruang muat)
- *Engine Room* (bagian kamar mesin)
- *After Hull* (bagian belakang)
- *Superstructure* (bagian bangunan atas)

Pekerjaan badan kapal berdasarkan *HBCM* dapat dibagi menjadi beberapa bagian seperti yang dijelaskan sebagai berikut :

### 1. *Part Fabrication*

*Part Fabrication* adalah tingkat pengerjaan pertama. Pada tahapan ini dihasilkan daerah – daerah (*zones*) untuk badan kapal yang tidak dapat dibagi-bagi lagi. Tipe paket pekerjaan adalah pengelompokan berdasarkan daerah dan tingkat kesulitan (*area*) merupakan perbedaan dari material

dasar, proses akhir bentuk, proses fabrikasi dan pemisahan fasilitas produksi untuk :



- *Parallel parts from plate* (bentuk paralel dari pelat)
  - *Non parallel part from plate* ( bentuk non paralel dari pelat)
  - *Internal part from plate* (bentuk internal dari pelat)
  - *Part from rolled shape* (bentuk dari material roll)
  - *Others part* (bentuk-bentuk yang lain) missal pipa dan lain-lain
2. *Part Assembly*

*Part Assembly* adalah tingkat pengerjaan yang kedua yang berada di luar aliran utama pengerjaan (*main work flow*) berdasarkan tingkat kesulitan :

- *Built-up parts* (bentuk komponen asli)
- *Sub-block parts*

3. *Sub-Block Assembly*

Tingkat pengerjaan ketiga. Pembentukan daerah (*zone*) pada umumnya terdiri dari sejumlah fabrikasi atau hasil bentuk *assembly*. Tipe paket pengelompokan kerja berdasarkan tingkat kesulitan :

- *Similar size in large quantity* (kesamaan ukuran dalam jumlah besar) misalkan balok-balok, floor dan lain-lain
- *Similar size in small quantity* (kesamaan ukuran dalam jumlah kecil)

4. *Semy block Assembly* dan *Grand-Block Joining*

Ketiganya merupakan tingkat pengerjaan selanjutnya dengan urutan sesuai dengan urutan di atas. Dari ketiganya hanya *block-assembly* yang termasuk

dalam aliran utama pekerjaan. Untuk tingkat semi *block* pembagian berdasarkan tingkat kesulitan sama dengan untuk tingkat *sub-block*, demikian juga dengan urutan pengerjaannya.



Untuk tingkat *block assembly* pembagian berdasarkan tingkat kesulitan dibagi menjadi :

- *flat* (plat datar)
- *special flat* (plat datar khusus)
- *curve* (bentuk lengkung)
- *super structure* (bangunan atas)

untuk tingkat *Grand Block* pembagian berdasarkan tingkat kesulitan dibagi menjadi :

- *flat panel*
- *curved panel*
- *superstructure*

##### 5. *Hull Erection*

*Tingkat pengerjaan paling akhir untuk pembuatan badan kapal, dimana Gambar 4-1 daerahnya sudah merupakan sebuah kapal. Tingkat kesulitannya adalah :*

- *Fore Hull* (bagian depan)
- *Cargo Hold* (bagian ruang muat)
- *Enginee Room* (bagian kamar mesin)
- *After Hull* (bagian belakang)
- *Superstructure* (bagian bangunan atas)

Stroch (1992) dalam (nursyahabuddin,2014) menyebutkan pembentukan *processlane* badan kapal dibagi menjadi beberapa bagian/kategori berdasarkan

tingkat kesulitan pengerjaannya. Pembentukan kategori blok ini menentukan *processlane* yang akan dibuat



### 2.3 Prosedur pengelasan (WPS)

Prosedur pengelasan (WPS) adalah suatu perencanaan untuk pelaksanaan pengelasan yang meliputi cara pembuatan konstruksi pengelasan yang sesuai dengan rencana dan spesifikasinya dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Karena itu mereka yang menentukan prosedur pengelasan harus mempunyai pengetahuan dalam hal pengetahuan bahan dan teknologi pengelasan itu sendiri serta dapat menggunakan pengetahuan tersebut untuk efisiensi dari suatu aktivitas produksi.

Ada 2 hal kualifikasi pengelasan yang harus dipenuhi yaitu :

- (1) Kualifikasi prosedur las (Welding Procedure Qualification) atau biasa disingkat dengan WPS.
- (2) Kualifikasi juru las / operator las ( Welder / Welding Operator Qualifikation ).

Spesifikasi prosedur pengelasan (Welding Procedure Specification ) disingkat WPS yaitu sebuah dokumen tentang prosedur pengelasan berkualifikasi tertulis yang harus disiapkan untuk dijadikan petunjuk pengelasan sesuai dengan persyaratan Codes, Rules dan standart konstruksi lainnya. Prosedur ini dibuat mulai dari pembuatan konsep, review konsep, persiapan dan pelaksanaan pra kualifikasi prosedur, pengujian sampai disetujui oleh badan klasifikasi yang berkenan, sehingga WPS tersebut dapat diberlakukan sebagai acuan

pekerjaan pengelasan sesuai dengan persyaratan code atau Rules yang  
n, hal ini untuk mendapatkan rekomendasi pelaksanaan pengelasan



Dalam membuat kualifikasi sebuah WPS dapat diikuti urutan kegiatan sebagai berikut :

1. Pembuatan konsep WPS dan review konsep bila terjadi
2. Pengelasan sebuah contoh uji berpedoman pada WPS yang direncanakan dengan memperhatikan ukuran Test Piece, menyiapkan mesin las yang telah terkalibrasi, penyiapan kawat las yang sesuai dengan logam induk, gas pelindung yang disesuaikan dengan proses, peralatan ukur dan peralatan pendukung lainnya serta menunjuk juru las yang berkualifikasi untuk melaksanakan pengelasan pada pembuatan WPS tersebut.
3. Melaksanakan pengujian , mengamati selama proses berlangsung dan mengevaluasi hasil pengujian.
4. Mendokumentasikan hasil pengujian pada catatan prosedur kualifikasi ( Procedure Qualification Record ) atau PQR. Catatan prosedur kualifikasi ( PQR ) adalah catatan atau rekaman hasil kualifikasi prosedur pengelasan sejak awal hingga hasil uji NDT / DT beserta data pendukung sesuai dengan persyaratan Code, Rules dan standart konstruksi lainnya.

### 2.3.1 Penyambungan (pengelasan) Kapal

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Proses pengelasan (*welding*) merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam

sehingga menghasilkan sambungan yang kotinu. Sedangkan definisi

*Deutche Industrie and Normen* (DIN), las adalah ikatan metalurgi pada



sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan *melting* atau cair

Proses pengelasan merupakan proses penyambungan dua potong logam dengan pemanasan sampai keadaan plastis atau cair, dengan atau tanpa tekanan. “Pengelasan” dalam bentuk paling sederhana telah dikenal dan digunakan sejak beberapa ribu tahun lalu. Para ahli sejarah memperkirakan bahwa orang Mesir kuno mulai menggunakan pengelasan dengan tekanan pada tahun 5500 SM (untuk membuat pipa tembaga dengan memalu lembaran yang tepinya saling menutup).

Menurut Eyres (2007) dalam (Triana,2017), berkat teknologi las bagian-bagian seperti gading-gading dapat langsung dilakukan dengan pelat kulit, lunas dapat dilas dengan bagian geladak dan sekat sekaligus membentuk panel, sub-blok atau bahkan blok. Teknologi las juga membuat banyak pekerjaan perakitan dapat dilakukan dengan baik dengan tingkat akurasi, efisiensi dan keamanan yang tinggi dilandaskan peluncuran maupun di bengkel-bengkel kerja. Blok telah dikerjakan dengan menggunakan teknologi las dapat ditegakkan (*erected*) antara blok dengan blok lain membentuk sebuah kapal. Proses ini diistilahkan berorientasi zone (*zone oriented*).

Berdasarkan terminologi tersebut diatas, maka berlaku tiga syarat yang menentukan dalam pengelasan, yaitu :

- Bahan yang disambung harus dapat mencair oleh panas, dan

dan bahan yang disambung harus cocok (*compatible*) satu dengan yang lainnya,



- Penyambungan dua bahan yang tidak cocok harus menggunakan bahan antara yang cocok bagi kedua bahan yang akan disambung tersebut.

Sumber panas diambil antara lain : busur listrik, campuran gas bakar (*hydro carbon*) dan oksigen, tahanan listrik, sinar laser, gabungan busur listrik dan gas lindung (*Argon, helium*), getaran ultra, gesekan (*friction*), pengeboman electron (*electron bombardment*), ledakan termal, getaran ultrasonic, dll.

Dari jenis sumber panas tersebut diciptakan jenis-jenis las antara lain seperti : OAW (*oxy acetylene weld*) atau lazim disebut las karbit, SMAW (*shielded metal arc welding*) atau las listrik busur terlindung, GTAW (*gas tungsten arc welding*) atau TIG (*tungsten inert gas welding*) atau lazim disebut las Argon karena menggunakan gas pelindung berupa gas Argon atau Helium, GMAW (*gas metal arc welding*) atau MIG (*metal inert gas welding*) / MAG (*metal active gas welding*), SAW (*submerged arc welding*) atau disebut las listrik busur terpendam, ERW (*electric resistance weld*) atau las tahanan listrik, EBW (*electron bombardment weld*), dan EW (*explosion weld*) atau lazim disebut CAD weld, dan lain-lain.

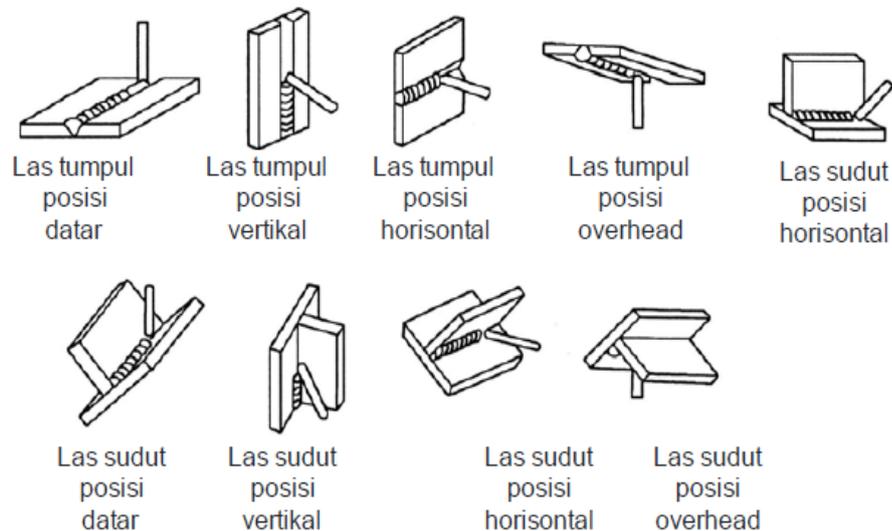
### 2.3.2 Posisi Pengelasan

Terdapat empat posisi pengelasan : datar, vertikal, horisontal dan diatas kepala (*overhead*), seperti ditampilkan pada gambar II.63. Ketinggian meja dan bangku kerja harus disetel untuk memudahkan pengelasan dilakukan pada posisi yang nyaman dan untuk mempertinggi efisiensi. Pengelasan overhead dan

an pipa sangat sulit sehingga sambungan-sambungan yang sangat dapat dan efisiensi pengelasan yang tinggi belum dapat diharapkan meskipun



dengan juru las terlatih. Oleh karena itu sedapat mungkin pengelasan dilakukan dalam posisi datar dengan menggunakan positioner.



*Gambar 2- 4 Macam-macam Posisi Pengelasan*

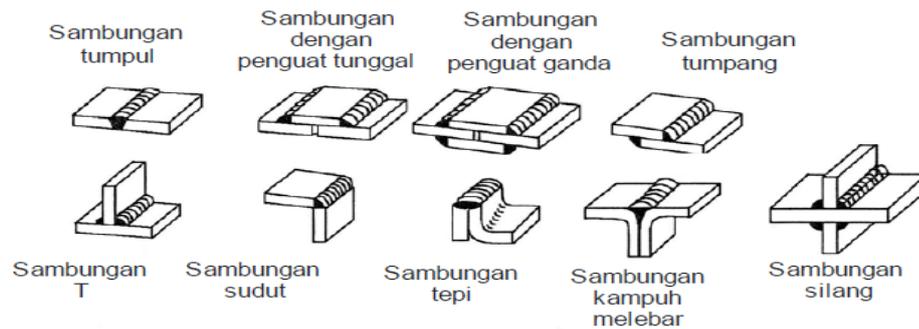
### 2.3.3 Sambungan Las

Pembuatan struktur las meliputi proses pemotongan material sesuai ukuran, melengkungkannya, dan menyambungkannya satu sama lain. Tiaptiap daerah yang disambung disebut "**sambungan**".

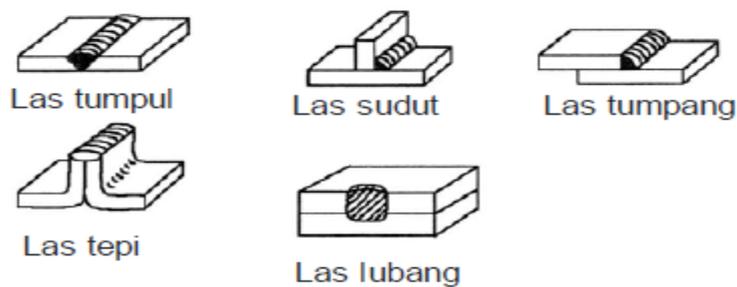
Terdapat beberapa variasi sambungan las sebagai pilihan berdasarkan ketebalan dan kualitas material, metode pengelasan, bentuk struktur dsb. Berdasarkan bentuknya, sambungan las diklasifikasikan antara lain sambungan tumpul, sambungan dengan penguat tunggal, sambungan dengan penguat ganda, sambungan tumpang, sambungan T, sambungan sudut, sambungan tepi, sambungan melebar dan sambungan bentuk silang, seperti ditunjukkan pada gambar



Sambungan-sambungan kampuh las dapat juga diklasifikasikan berdasarkan metode pengelasan, antara lain las tumpul, las sudut, las tepi, las lubang, dan las buildup, seperti ditunjukkan pada gambar 2- 5.



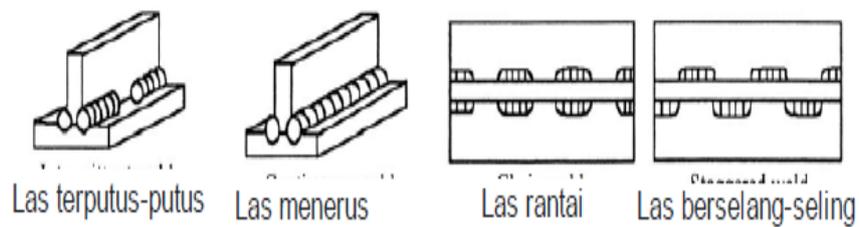
Gambar 2- 5 Sambungan Las



Gambar 2- 6 Macam-Macam Las

Pengelasan sudut digunakan untuk mengelas sudut dari sambungan T atau sambungan tumpang. Las sudut pada sambungan T membutuhkan persiapan kampuh alur tunggal atau alur ganda jika diperlukan penetrasi yang lengkap. Las sudut dapat diklasifikasikan menurut bentuk las, antara lain las terputus-putus, las menerus, las rantai dan las berselang-seling, seperti ditunjukkan pada gambar 2- 7





Gambar 2- 7 Macam-Macam Las Sudut

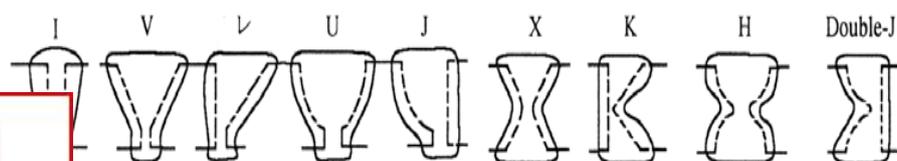
### 2.3.4 Simbol dan Kampuh (objek) Pengelasan

Symbol pengelasan adalah sarana komunikasi yang dibakukan secara internasional antara pihak designer dengan pelaksana las (welder atau welding operator) dengan maksud mempermudah welder untuk mengerti yang dimaksud oleh pihak designer tentang suatu design sambungan las .

Simbol pengelasan diciptakan oleh AWS (*American Welding Society*) yang rinciannya adalah sebagai berikut :



Gambar 2- 8 Sistem Simbolis AWS



Gambar 2- 9 Bentuk Geometri Kampuh Las

Dalam las kampuh (*groove / butt weld*), bentuk simbol disesuaikan dengan bentuk kampuh, misalnya kampuh V tunggal bentuk simbolnya juga seperti hurup V, sedangkan untuk kampuh V gambar bentuk simbolnya seperti X.

Pengerindaan rata permukaan (*flush*) pada alas kampuh digambarkan sesuai garis datar berhadapan dengan sudut bukaan.

### 2.3.5 Kebutuhan Elektroda

untuk menghitung jumlah penggunaan material elektroda maka digunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & \textit{Kebutuhan Elektroda} \\ & = \frac{\textit{panjang pengelasan (meter)}}{\textit{panjang pengelasan yang dapat dicapai perbatang} \left(\frac{m}{\textit{batang}}\right)} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk menghitung kebutahn supplay elektroda maka digunakan rumus :

Kebutuhan supply ( batang) = kebutuhan elektroda x koefisien tambahan

Kebutuhan supply (kg)= kebutuhan elektroda (batang) x berat 1 batang elektroda

Kebuthan elektroda tiap 1 meter pengelasan tiap posisi pengelasan dihitung dengan menggunakan rumus:

*Kebutuhan Elektro /meter*

$$= \frac{\textit{kebutuhan supply elektroda tiap posisi (batang)}}{\textit{total panjang pengelasan tiap posisi (m)}}$$



Dari hasil penelitian (kristiyanto, 2011) dalam (hamdhani, 2012) diperoleh berat satu batang elektroda, dimana dari satu dos elektroda berdiameter 4 mm dengan berat 5 kg diambil 12 batang elektroda sebagai sampel. Pada tabel dibawah ini

*TABEL 2- 1 Berat Rata-Rata Elektroda 1*

No Sampel	Berat Sampel + Berat Wadah	Berat Wadah	Berat Sampel
	(Gram)	(Gram)	(Gram)
I	II	III	IV = II - III
1	102,41	47,4	55,01
2	102,31	47,4	54,91
3	102,35	47,4	54,95
4	101,97	47,4	54,57
5	102,06	47,4	54,66
6	102,35	47,4	54,9
7	101,98	47,4	54,58
8	102,64	47,4	55,24
9	102,34	47,4	54,94
10	102,34	47,4	54,94
11	102,25	47,4	54,85
12	102,07	47,4	54,67



		<b>Berat Total</b>	
		=	658,22

(Sumber : Krisyanto. 2011)

Untuk berat satu batang elektroda diambil dari berat rata-rata dari sampel yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat rata-rata} &= \text{Berat Total} / \text{Jumlah Sampel} \\
 &= 658,22 \text{ gr} / 12 \\
 &= 54,85166667 \text{ gr} \\
 &= 0.05485166667 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Jadi berat satu batang elektroda yaitu seberat 0.05485166667 kg

## 2.4 Produktivitas

### 2.4.1 Unsur Produktivitas

Ada beberapa unsur produksinya yang perlu diketahui, seperti:

#### 1. Efisiensi

Produktivitas sebagai rasio output/input merupakan ukuran efisiensi pemakaian sumber daya (input). Efisiensi merupakan suatu ukuran dalam membandingkan penggunaan masukan (input) yang direncanakan dengan penggunaan masukan yang sebenarnya terlaksana. Pengertian efisiensi berorientasi kepada masukan.

#### 2. Efektivitas

ktivitas merupakan suatu ukuran yang memberikan gambaran seberapa jauh at tercapai baik secara kuantitas maupun waktu. Makin besar presentase target makin tinggi tingkat efektivitasnya. Konsep ini berorientasi pada keluaran.



Peningkatan eektivitas belum tentu dibarengi dengan peningkatan efisiensi dan sebaliknya.

### 3. Kualitas

Secara umum kualitas adalah ukuran yang menyatakan seberapa jauh pemenuhan persyaratan, spesifikasi, dan harapan konsumen. Kualitas merupakan salah satu ukuran produktivitas. Meskipun kualitas sulit diukur secara matematis melalui rasio output/input, namun jelas bahwa kualitas input dan kualitas proses akan meningkatkan kualitas output.

#### 2.4.2 Manfaat Produktivitas

Menurut Vincent (1998), suatu organisasi perusahaan perlu mengetahui pada tingkat produktivitas nama perusahaan itu beroperasi, agar dapat membandingkannya dengan produktivitas standar yang telah ditetapkan manajemen, mengukur tingkat produktivitas dari waktu, dan membandingkan dengan produktivitas industry sejenis yang menghasilkan produk serupa.

Manfaat pengukuran produktivitas dalam suatu organisasi perusahaan, antara lain:

1. Perusahaan dapat menilai efisiensi konvensi sumber dayanya, agar dapat meningkatkan produktivitas melalui penggunaan sumber-sumber daya tersebut.
2. Perencanaan sumber-sumber daya akan menjadi lebih efektif dan efisien melalui pengukuran produktivitas, baik dalam perencanaan jangka pendek maupun jangka panjang.

dan ekonomis dan non ekonomis dari perusahaan dapat diorganisasikan kembali dengan cara memberikan prioritas tertentu yang dipandang dari sudut produktivitas.



4. Perencanaan target tingkat produktivitas di masa mendatang dapat dimodifikasi kembali berdasarkan informasi pengukuran tingkat produktivitas sekarang.

### 2.4.3 Produktivitas Kerja

Produktivitas kerja adalah kemampuan menghasilkan barang dan jasa dari berbagai sumber daya atau factor produksi yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas pekerjaan yang dihasilkan dalam suatu perusahaan.

Pengukuran produktivitas tenaga kerja menurut system pemasukan fisik perorangan atau per jam kerja orang diterima secara luas, namun dari sudut pandangan atau pengawasan harian, pengukuran-pengukuran tersebut pada umumnya tidak memuaskan, dikarenakan adanya variasi dalam jumlah yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk yang berbeda. Oleh karena itu, digunakan metode pengukuran waktu tenaga kerja (jam, hari atau tahun). Pengeluaran diubah ke dalam unit-unit pekerja yang biasanya diartikan sebagai jumlah kerja yang dapat dilakukan dalam satu jam oleh pekerja yang terpercaya yang bekerja menurut pelaksanaan standar.

### 2.4.4 Metode pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah suatu usaha untuk menentukan lama kerja yang dibutuhkan seorang operator dalam suatu pekerjaan yang spesifik pada tingkat kerja yang normal dalam lingkungan kerja yang terbaik pada saat itu.

Pengukuran yang dapat digunakan adalah pengukuran waktu secara



Aktivitas pengukuran kerja pada dasarnya merupakan pengukuran proses sampling. Semakin besar jumlah siklus kerja yang diamati/diukur maka akan semakin mendekati kebenaran akan data yang diperoleh. Konsistensi dari hasil pengukuran dan pembacaan waktu oleh *stopwarch* merupakan hal yang diinginkan dalam proses pengukuran kerja. Untuk mendapatkan jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan ( $N'$ ), maka terlebih dahulu harus ditentukan derajat ketelitian dan tingkat kepercayaan untuk pengukuran kerja ini. Dengan demikian untuk mendapatkan nilai  $N'$  digunakan rumus sebagai berikut:

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

X = waktu untuk pengamatan dari setiap elemen kerja masing-masing siklus yang diukur

K = angka deviasi standard yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan (*confidence level*) yang diambil, dimana:

- Tingkat kepercayaan 68%, nilai k = 1
- Tingkat kepercayaan 95%, nilai k = 2
- Tingkat kepercayaan 99%, nilai k = 3



$s$  = derajat ketelitian dari data yang diperoleh, menunjukkan maksimum persentase penyimpangan yang biasa diterima dari nilai  $x$  yang sebenarnya

$N'$  = jumlah siklus pengukuran yang sebenarnya dilakukan agar diperoleh kesalahan minimum dengan mengestimasi  $x$  sebesar  $s$

$N$  = jumlah pengukuran data awal yang telah dilakukan untuk tiap elemen kerja

Selain kecukupan data yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan *time study*, maka yang tak kalah pentingnya adalah bahwa data yang diperoleh haruslah juga seragam. Test keseragaman data bisa dilaksanakan dengan cara visual dan atau mengaplikasikan peta control (*control chart*). Test keseragaman data secara visual dilakukan secara sederhana, mudah dan cepat. Disini, kita hanya sekedar melihat data terkumpul lalu mengidentifikasi data yang terlalu ekstrim. Data yang terlalu ekstrim tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya. Sedangkan pada test keseragaman data dengan menggunakan peta control, kita akan menentukan batas control atas (BKA) dan batas control bawah (BKB) untuk data yang diperoleh. Data yang melewati BKA dan BKB selanjutnya tidak akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

Nilai batas control atas (BKA) dan nilai batas control bawah (BKB) dapat digunakan rumus sebagai berikut

$$BKA = \bar{x} + k. SD \dots \dots \dots (2)$$

$$BKB = \bar{x} - k. SD \dots \dots \dots (3)$$



na:

BKA= Batas Kontrol Atas

BKB= Batas Kontrol Bawah

$\bar{x}$  = nilai rata-rata jumlah waktu keseluruhan pekerjaan (detik)

k = angka deviasi standard yang besarnya tergantung pada tingkat kepercayaan (*confidence level*) yang diambil, dimana:

- Tingkat kepercayaan 68%, nilai k = 1
- Tingkat kepercayaan 95%, nilai k = 2
- Tingkat kepercayaan 99%, nilai k = 3

SD = Standar Deviasi

$$= \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n-1} \dots\dots\dots(4)$$

Kegiatan evaluasi kecepatan atau tempo kerja operator pada saat pengukuran kerja berlangsung dikenal sebagai “*rating performance*” atau “*rating factor*”. Rating factor pada umumnya dinyatakan dalam presentase (%) atau angka decimal. Apabila operator bekerja secara normal maka *rating factor* ini diambil sama dengan satu ( $p=1$ ). Pada tahun 1927, Westing House Company memperkenalkan system untuk menghitung *performance rating*, yang disebut *Westing House System's Rating*. Dalam system ini dianggap bahwa operator bekerja secara normal. Tetapi, dalam penentuan *performace rating*, Westing House menambahkan angka-angka berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing factor yang mempengaruhi *performace* yaitu kecekapan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi. Sejingga *performace rating* dapat diperoleh dengan menjumlahkan nilai *performance rating*

operator yang bekerja normal dengan jumlah keempat *rating factor* yang sesuai dengan yang diajukan oleh operator.



TABEL 2- 2 Performance Rating Dengan Sistem Westing House

SKILL	EFFORT
+0,15 A1 Superskill	+0,13 A1 Superskill
+0,12 A2	+0,12 A2
+0,11 B1 Excellent	+0,10 B1 Excellent
+0,08 B2	+0,08 B2
+0,06 C1 Good	+0,05 C1 Good
+0,03 C2	+0,02 C2
+0,00 D1 Average	+0,00 D1 Average
-0,05 E1 Fair	-0,04 E1 Fair
-0,10 E2	-0,08 E2
-0,16 F1 Poor	-0,12 F1 Poor
-0,22 F2	-0,17 F2
CONDATION	CONSISTENCY
+0,06 A Ideal	+0,06 A Ideal
+0,04 B Excellent	+0,04 B Excellent
+0,02 C Good	+0,02 C Good
+0,00 D Average	+0,00 D Average
-0,03 E Fair	-0,03 E Fair
-0,07 F poor	-0,07 F poor

Setelah memperoleh nilai dari *performance rating*, maka selanjutnya waktu normal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2003) :

$$NT = OT \times \frac{\text{performance rating \%}}{100 \%} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

NT = waktu normal (*normal time*) (detik)

OT = waktu pengamatan (*observation time*) (detik)

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja menunjukkan bahwa seorang operatornya berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan kerja yang normal. Tapi, pada kenyataannya operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu untuk kebutuhan pribadi, istirahat

elah, dan alasan lain yang di luar control operator. Waktu-waktu tersebut dalam waktu longgar (*allowance time*) yang bisa diklasifikasikan menjadi



*personal allowance, fatigue allowance, dan delay allowance.* Waktu longgar (*allowance time*) diperoleh dengan formulasi sebagai berikut

$$\% allowance = \frac{rata-rata allowance}{observasi} \dots\dots\dots(6)$$

Sehingga, waktu baku diperoleh dari penembahan waktu normal dengan cadangan-cadangan waktu untuk kebutuhan pribadi, kelelahan fisik, dan *delay*. Dengan demikian, waktu baku dapat diperoleh dengan formula sebagai berikut:

$$ST = NT \times \frac{100 \%}{100 \% - \% Allowance} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

ST = waktu baku (*standar time*) (menit/unit produk)

NT = waktu normal (*normal time*) (detik)

Waktu baku mengidentifikasi keluaran (*output standard*) yang bisa dihasilkan oleh seorang pekerja. Adapun indicator produktivitas kerja yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah kuantitas volume kerja / kuantitas pengguna waktu jam kerja orang. Sehingga dapat dikatakan bahwa produktivitas pekerja berbanding terbalik dengan waktu baku atau ditulis dalam rumus berikut (Wignjosuebrotto, 2003) :

$$Produktivitas = \frac{1}{Standard Time} (unit produk/jam) \dots\dots\dots(8)$$



## 2.5 Juru dan Mesin Las

### 2.5.1 Juru Las (*Welder*)

Juru las pelaksana pengelasan konstruksi harus lulus dari uji kualifikasi sesuai dengan persyaratan dalam standar serta diakui dan disepakati bersama. Registrasi ketrampilan juru las dan operator las perlu selalu ditingkatkan dan dipertahankan validasinya dengan selalu mengisi format keaktifan juru las. Kualitas pengelasan sangat tergantung pada keterampilan juru las dan operator las, oleh karena itu untuk bidang perkapalan badan klasifikasi mensyaratkan kualifikasi tertentu dari juru dan operator las. Galangan-galangan kapal dan perusahaan perbengkelan bertanggung jawab dalam mempekerjakan juru-juru las dan telah diuji untuk tingkat ketrampilan khusus oleh Badan klasifikasi. Untuk Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dalam melaksanakan uji ketrampilan juru las pelat (simbol penggolongan B ), untuk proses las busur listrik tangan menggunakan elektrode batangan (simbol penggolongan E ) dan untuk proses las busur listrik tangan semi automatic dengan selubung gas (simbol penggolongan SG). Pengujian ketrampilan (pengujian permulaan dari para juru las) dan pengujian ulang merupakan pembuktian tentang kecakapan sebenarnya dari para juru las. Pengujian ketrampilan harus dilaksanakan dalam pengawasan. Dalam pengujian juru las diawasi oleh BKI surveyor bersangkutan memberikan pengesahan. Selama pengelasan percobaan, perlengkapan perbengkelan, sumber tenaga listrik, bahan-bahan pengisi las haruslah sama dengan pekerjaan normal dari para juru las.



Para pengelas gagal dalam test tidak boleh mengulangi hingga mendapatkan kembali training lanjutan. Untuk pengeluaran sertifikat pengujian individu, nama-nama pertama dan nama kontrol pengelas dari perusahaan haruslah dituliskan, disamping tanggal dan tempat kelahiran dalam dokumen-dokumen tersebut. Juru las bangunan lambung kapal dikenai test-test kualifikasi ulangan setiap setahun sekali (ketentuan BKI) dimana secara demonstratif, pengelasan-pengelasan secara terus menerus diawasi ( misal dengan test radiografi atau ultrasonic ), tes-tes ulangan tidak dibutuhkan, perusahaan harus menambahkan catatan-catatan pengawasan kontinyu dalam daftar-daftar para pengelas dan menyerahkan pula pada surveyor bila diminta. Untuk juru las dan operator las harus memenuhi uji kualifikasi keterampilan juru las kapal kelas BKI untuk pengelasan baja mengacu pada rules volume VI sec. III-1996/DIN850, DIN-EN287 dan terdiri dari beberapa kualifikasi/kategori yaitu B II KI, B III S KI, B IV KI dan R II KI, R III K I dan seterusnya.

### 2.5.2 Mesin Las

Mesin pembangkit tenaga listrik/mesin las Mesin las terdiri dari dua macam yaitu: mesin las arus bolak balik (mesin las AC) dan mesin las arus searah (mesin las DC). Pada mesin las AC terdapat *transformator* atau trafo yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan, kebanyakan trafo yang digunakan pada peralatan las adalah jenis trafo *step-down*, yaitu trafo yang berfungsi untuk menurunkan tegangan. Sedangkan pada mesin las DC terdapat *receifer* atau arah arus yang berfungsi untuk mengubah arus bolak balik (AC) menjadi arus (DC).





Gambar 2- 10 Mesin Las  
(Sumber: Pengelasan.com)

