



**SKRIPSI**

**PRANCANGAN PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN  
KEBUTUHAN MATERIAL *COATING*  
(STUDI KASUS TONGKANG GELADAK)**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**NUR FATIAH HENDRIK**

**D031191052**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERKAPALAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2024**



## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### PRANCANGAN PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN MATERIAL *COATING* (STUDI KASUS TONGKANG GELADAK)

Disusun dan diajukan oleh:

**NUR FATIAH HENDRIK**

**D031191052**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 1 Maret 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Moh. Rizal Firmansyah, ST., MT., M.Eng  
NIP. 19701001 200012 1 001

Pembimbing Pendamping



Ir. Farianto Fachruddin L., ST., MT  
NIP. 19700426 199412 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT  
NIP. 19730206 200012 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Nur Fatiah Hendrik

NIM : D031191052

Program Studi : Teknik Perkapalan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### PRANCANGAN PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN MATERIAL *COATING* (STUDI KASUS TONGKANG GELADAK)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggung jawabkan segala resiko. Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 1 Maret 2024

Yang Menyatakan  
  
Nur Fatiah Hendrik





## ABSTRAK

**NUR FATIAH HENDRIK.** *PRANCANGAN PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN MATERIAL COATING (STUDI KASUS TONGKANG GELADAK)* (dibimbing oleh Moh. Rizal Firmansyah dan Farianto Fachruddin).

Lingkungan maritim memiliki sifat yang sangat korosif sehingga menyebabkan peningkatan biaya perawatan kapal. perlindungan/proteksi bangunan kapal terhadap korosi dapat ditekan dengan pemberian salah satu jenis *coating* yaitu pelapisan cat. Selain karena faktor korosi, penerapan lapisan pada permukaan kapal dapat berfungsi lain, yakni mengurangi tahanan gesek, memberikan pencegahan pertumbuhan organisme, hingga memperpanjang umur teknis lambung kapal. Perkembangan terkait teknik *coating* kapal telah banyak berkembang untuk mencapai efisiensi penggunaan dan biaya material *coating*. Perhitungan besaran kebutuhan material *coating* penting untuk diketahui karena akan sangat berpengaruh pada biaya pembangunan suatu kapal. Untuk mempermudah perhitungan kebutuhan material *coating* pada kapal dapat dilakukan dengan membuat prancangan program aplikasi berbasis *Virtual Basic Application (VBA) Microsoft Excel* dengan studi kasus tongkang geladak, program ini akan memberikan berbagai tampilan fitur untuk menginput ukuran utama kapal tongkang geladak dan biaya material sehingga menghasilkan jumlah kebutuhan material *coating* serta jumlah biaya yang dibutuhkan sebagai tampilan akhir.

Kata kunci : Korosi, *Coating*, tongkang geladak, vba, material *coating*



## ABSTRACT

**NUR FATIAH HENDRIK.** *DESIGN OF COATING MATERIAL CALCULATION APPLICATION PROGRAM (CASE STUDY: DECK BARGE)* (supervised by Moh. Rizal Firmansyah and Farianto Fachruddin).

*The maritime environment exhibits highly corrosive properties, leading to increased ship maintenance costs. Protection of ship structures against corrosion can be achieved through the application of coatings, namely paint coating. Apart from corrosion factors, coating application on ship surfaces serves other purposes, such as reducing frictional resistance, preventing organism growth, and extending the technical lifespan of the ship's hull. Developments in ship coating techniques have significantly advanced to enhance usage efficiency and reduce coating material costs. Calculating the required amount of coating material is crucial as it greatly impacts the construction cost of a ship. To facilitate the calculation of coating material requirements on ships, a proposed application program based on Virtual Basic Application (VBA) Microsoft Excel can be developed, using a deck barge as a case study. This program will offer various feature displays to input the main dimensions of the deck barge and material costs, thus generating the total coating material requirements and associated costs as the final output.*

*Keywords: Corrosion, Coating, Deck Barge, VBA, Coating Material*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1 <i>Coating</i> .....	4
2.1.1 Bahan-Bahan Penyusun <i>Coating</i> .....	4
2.1.2 Proses <i>Coating</i> .....	5
2.1.3 Urutan Lapisan <i>Coating</i> pada Kapal.....	12
2.1.4 Cara-cara <i>Coating</i> .....	12
2.1.5 Penggunaan Cat .....	13
2.1.6 Area <i>Coating</i> .....	14
2.1.7 Ketebalan <i>Coating</i> .....	14
2.1.8 Perhitungan Kebutuhan Material <i>Coating</i> .....	16
2.2 Korosi .....	19
2.2.1 Jenis-Jenis Korosi .....	20



2.2.2 Faktor Kelajuan Korosi.....	26
2.2.3 Pencegahan Korosi : .....	26
2.3 Tongkang Geladak .....	27
2.3.1 Konstruksi Tongkang.....	27
2.3.2 Jenis-Jenis Tongkang Berdasarkan Muatan.....	31
2.3.3 Gambaran Tongkang Pengangkut Kayu .....	33
2.4 Konsep PWBS .....	34
2.4.1 <i>Hull Construction, Outfitting, dan Coating</i> .....	34
2.4.2 <i>Interim Product</i> .....	34
2.4.3 <i>System, Zone, Area, dan Stage</i> .....	35
2.5 Visual Basic.....	36
2.5.1 <i>Macro</i> .....	36
2.5.2 <i>Visual Basic Application</i> .....	37
2.6 Algoritma Pemrograman dan <i>Flow chart</i> .....	38
2.6.1 Karakteristik Algoritma .....	40
2.6.2 Notasi Algoritma.....	40
2.6.3 Aturan Penulisan Teks Algoritma.....	43
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>45</b>
3.1 Metode Penelitian .....	45
3.1.1 Perhitungan Luas Permukaan Elemen Konstruksi.....	45
3.1.2 Perhitungan Kebutuhan Elemen <i>Coating</i> .....	45
3.1.3 Perancangan Program Aplikasi Perhitungan Kebutuhan <i>Coating</i> .....	46
3.2 Kerangka Berpikir .....	47
3.3 Waktu Penelitian .....	47
3.4 Jadwal Penelitian.....	48
<b>BAB IV DESAIN PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN MATERIAL</b>	
<b><i>COATING</i>.....</b>	<b>49</b>
4.1 Tampilan Desain system Informasi Menggunakan VBA Excel .....	49
4.1.1 Menu <i>Login</i> .....	49
4.1.2 Menu <i>Main Dimension of Barge</i> .....	51
4.1.3 Menu <i>Construction Dimensions</i> .....	53
4.1.4 Menu <i>Construction Plate Thickness</i> .....	56
4.1.5 Menu <i>Barge Area and Material Requirements for Coating</i> .....	58



4.1.6 Menu <i>Result of Material Surface Area Calculation</i> .....	60
4.1.7 Menu <i>Result of Coating Area Calculation</i> .....	62
4.1.8 Menu <i>Result of Coating Area Calculation International</i> .....	64
4.1.9 Menu <i>Result of Coating Area Calculation Hempel</i> .....	66
4.1.10 Menu <i>Quantity of Coating Material</i> .....	69
4.1.11 Menu <i>Price of Materials (International)</i> .....	71
4.1.12 Menu <i>Price of Materials (Hempel)</i> .....	73
4.1.13 Menu <i>Quantity of Coating Material International</i> .....	76
4.1.14 Menu <i>Quantity of Coating Material Hempel</i> .....	79
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>84</b>
5.1 Data ukuran Kapal Tongkang Geladak .....	84
5.2 Urutan Perakitan Kapal Tongkang Geladak .....	84
5.2.1 <i>Sub assembly</i> (sub panel) .....	85
5.2.2 <i>Assembly</i> (transversal bulkhead) .....	85
5.2.3 <i>Assembly</i> (longitudinal bulkhead) .....	86
5.2.4 <i>Assembly</i> (side shell) .....	87
5.2.6 <i>Assembly</i> (deck shell) .....	87
5.2.7 <i>Outfitting</i> .....	88
5.3 Luas Area <i>Coating</i> .....	89
5.4 Perhitungan Kuantitas Material dan Biaya <i>Coating</i> .....	90
5.4.1 <i>The Feature Input of Main Dimension</i> .....	90
5.4.2 <i>The Feature Input of Construction Dimensions</i> .....	91
5.4.3 <i>The Feature Input of Construction Plate Thickness</i> .....	93
5.4.4 <i>The Feature Shows of Material Surface Area Calculation</i> .....	94
5.4.5 <i>The Feature Shows Coating Area Calculation</i> .....	101
5.4.6 The Feature Shows of Price of Materials .....	116
5.4.7 <i>The Feature Shows The Quantity of Coating Material</i> .....	118
<b>BAB VI PENUTUP</b> .....	<b>126</b>
6.1 Kesimpulan .....	126
6.2 Saran .....	128
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>129</b>



## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 Peralatan standar blasting di lapangan .....</i>	8
<i>Gambar 2. 2 Tingkat kebersihan permukaan menurut ISO 8501-1 .....</i>	9
<i>Gambar 2. 3 Initial surface condition .....</i>	10
<i>Gambar 2. 4 Skema Peralatan Coating yang Umum Digunakan di Lapangan ...</i>	12
<i>Gambar 2. 5 Korosi Seragam .....</i>	21
<i>Gambar 2. 6 Korosi Galvanic .....</i>	21
<i>Gambar 2. 7 Korosi Celah .....</i>	22
<i>Gambar 2. 8 Korosi Sumuran .....</i>	23
<i>Gambar 2. 9 Korosi Batas Butir .....</i>	23
<i>Gambar 2. 10 Korosi Selektif .....</i>	24
<i>Gambar 2. 11 Korosi Erosi .....</i>	25
<i>Gambar 2. 12 Korosi Tekan Retak .....</i>	25
<i>Gambar 2. 13 Tongkang geladak .....</i>	27
<i>Gambar 2. 16 Tongkang pengangkut batu bara .....</i>	32
<i>Gambar 2. 17 Tongkang pengangkut limbah .....</i>	32
<i>Gambar 2. 18 Tongkang pengangkut kayu .....</i>	33
<i>Gambar 2. 19 Contoh flow chart .....</i>	42
<i>Gambar 3. 1 Kerangka berpikir .....</i>	47
<i>Gambar 4. 1 Tampilan menu login .....</i>	50
<i>Gambar 4. 2 Algoritma login .....</i>	51
<i>Gambar 4. 3 Tampilan menu main dimension of barge .....</i>	52
<i>Gambar 4. 4 Algoritma main dimension of barge .....</i>	53
<i>Gambar 4. 5 Tampilan menu construction dimensions 1 .....</i>	55
<i>Gambar 4. 6 Tampilan menu construction dimensions 2 .....</i>	55
<i>Gambar 4. 7 Algoritma construction dimensions .....</i>	56
<i>Gambar 4. 8 Tampilan menu construction plate thickness .....</i>	57
<i>Gambar 4. 9 Algoritma construction plate thickness .....</i>	58
<i>Gambar 4. 10 Tampilan menu barge area and material requirements for coating</i>	59
<i>Gambar 4. 11 Algoritma barge area and material requirements for coating .....</i>	60
<i>Gambar 4. 12 Tampilan menu result of material surface area calculation 1 .....</i>	61
<i>Gambar 4. 13 Tampilan menu result of material surface area calculation 2 .....</i>	61
<i>Gambar 4. 14 Algoritma result of material surface area calculation .....</i>	62



<i>Gambar 4. 15 Tampilan menu result of coating area calculation.....</i>	<i>63</i>
<i>Gambar 4. 16 Algoritma result of coating area calculation.....</i>	<i>64</i>
<i>Gambar 4. 17 Tampilan menu result of coating area calculation international</i>	<i>165</i>
<i>Gambar 4. 18 Tampilan menu result of coating area calculation international</i>	<i>265</i>
<i>Gambar 4. 19 Algoritma result of coating area calculation international.....</i>	<i>66</i>
<i>Gambar 4. 20 Tampilan menu result of coating area calculation hempel 1 .....</i>	<i>67</i>
<i>Gambar 4. 21 Tampilan menu c result of coating area calculation hempel 2 .....</i>	<i>68</i>
<i>Gambar 4. 22 Algoritma result of coating area calculation hempel .....</i>	<i>69</i>
<i>Gambar 4. 23 Tampilan menu quantity of coating material.....</i>	<i>70</i>
<i>Gambar 4. 24 Algoritma quantity of coating material .....</i>	<i>70</i>
<i>Gambar 4. 25 Tampilan menu price of materials (International) .....</i>	<i>72</i>
<i>Gambar 4. 26 Algoritma price of materials (International).....</i>	<i>73</i>
<i>Gambar 4. 27 Tampilan menu price of materials (hempel).....</i>	<i>74</i>
<i>Gambar 4. 28 Algoritma price of materials (hempel).....</i>	<i>75</i>
<i>Gambar 4. 29 Tampilan menu quantity of coating material international 1.....</i>	<i>78</i>
<i>Gambar 4. 30 Tampilan menu quantity of coating material international 2.....</i>	<i>78</i>
<i>Gambar 4. 31 Algoritma quantity of coating material international .....</i>	<i>79</i>
<i>Gambar 4. 32 Tampilan menu quantity of coating material hempel 1 .....</i>	<i>81</i>
<i>Gambar 4. 33 Tampilan menu quantity of coating material hempel 2 .....</i>	<i>82</i>
<i>Gambar 4. 34 Algoritma quantity of coating material hempel.....</i>	<i>83</i>
<i>Gambar 5. 1 Sub assembly bottom shell.....</i>	<i>85</i>
<i>Gambar 5. 2 Assembly transversal bulkhead.....</i>	<i>86</i>
<i>Gambar 5. 3 Assembly longitudinal bulkhead.....</i>	<i>86</i>
<i>Gambar 5. 4 Assembly side shell .....</i>	<i>87</i>
<i>Gambar 5. 5 Assembly deck shell .....</i>	<i>88</i>
<i>Gambar 5. 6 Outfitting.....</i>	<i>88</i>
<i>Gambar 5. 7 Flatbar (manhole).....</i>	<i>89</i>
<i>Gambar 5. 8 Detail area .....</i>	<i>90</i>
<i>Gambar 5. 9 main dimension of barge .....</i>	<i>91</i>
<i>Gambar 5. 10 Construction dimensions 1 .....</i>	<i>92</i>
<i>Gambar 5. 11 Construction plate thickness.....</i>	<i>93</i>
<i>Gambar 5. 12 Result of material surface area calculation.....</i>	<i>94</i>
<i>Gambar 5. 13 Result of coating area calculation international.....</i>	<i>102</i>
<i>Gambar 5. 14 Result of coating area calculation hempel .....</i>	<i>102</i>



*Gambar 5. 15 Price of materials (international) ..... 117*

*Gambar 5. 16 Price of materials (hempel) ..... 117*

*Gambar 5. 16 Quantity of coating material international 1 ..... 119*

*Gambar 5. 17 Quantity of coating material international 2 ..... 119*

*Gambar 5. 18 Quantity of coating material hempel 1 ..... 120*

*Gambar 5. 19 Quantity of coating material hempel 2 ..... 120*



## DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2. 1 Ketebalan Coating Berdasarkan STG Guideline No.2215</i> .....	15
<i>Tabel 2. 2 Tingkat Kekasaran Permukaan</i> .....	18
<i>Tabel 2. 3 Simbol-simbol flow chart</i> .....	41
<i>Tabel 2. 4 Perbandingan penulisan notasi deskriptif dengan pseudo-code</i> .....	43
<i>Tabel 3. 1 Coat product list</i> .....	45
<i>Tabel 3. 2 Jadwal penelitian</i> .....	48
<i>Tabel 5. 1 Ukuran utama</i> .....	84
<i>Tabel 5. 2 Dimensi material</i> .....	92
<i>Tabel 5. 3 Ketebalan plat</i> .....	93
<i>Tabel 5. 4 Result of coating area calculation</i> .....	94
<i>Tabel 5. 5 Result of coating area calculation international (all area)</i> .....	103
<i>Tabel 5. 6 Result of coating area calculation international (underwater - flat bottom &amp; vertical side (draft m) area)</i> .....	108
<i>Tabel 5. 7 Result of coating area calculation international (top side area)</i> .....	109
<i>Tabel 5. 8 Result of coating area calculation international (main deck area)</i> .....	109
<i>Tabel 5. 9 Result of coating area calculation international (support beam area)</i> .....	109
<i>Tabel 5. 10 Result of coating area calculation hempel (all area)</i> .....	110
<i>Tabel 5. 11 Result of coating area calculation hempel (underwater - flat bottom &amp; vertical side (draft m) area)</i> .....	115
<i>Tabel 5. 12 Result of coating area calculation hempel (top side and external bulwark area)</i> .....	116
<i>Tabel 5. 13 Result of coating area calculation hempel (main deck and internal bulwark area)</i> .....	116
<i>Tabel 5. 14 Result of coating area calculation hempel l (support beam area)</i> .....	116
<i>Tabel 5. 15 Price of material (international)</i> .....	117
<i>Tabel 5. 16 Price of material (hempel)</i> .....	118
<i>Tabel 5. 17 kuantitas material coating tiap area international</i> .....	121
<i>Tabel 5. 18 kuantitas material coating international (cat)</i> .....	122
<i>Tabel 5. 19 kuantitas material coating international (thinner)</i> .....	123
<i>Tabel 5. 20 kuantitas material coating tiap area hempel</i> .....	123
<i>Tabel 5. 21 kuantitas material coating hempel (cat)</i> .....	125
<i>Tabel 5. 22 kuantitas material coating hempel (thinner)</i> .....	125



## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala Puji Syukur yang dipanjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala berkat kasih dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**PRANCANGAN PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN MATERIAL COATING (STUDI KASUS TONGKANG GELADAK)**” sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S1) pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam menyusun skripsi ini, penulis tentu tidak luput dari berbagai hambatan, namun atas berbagai sokongan dan motivasi dari berbagai pihak akhirnya penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan apresiasi sebesar besarnya kepada semua pihak yang terlibat sepanjang penyusunan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Keluarga tersayang, Ibunda **Hajrah**, Ayahanda **Hendrik**, Saudara Apsar, Rahmi, Ancha, dan Fais yang telah memberikan dukungan material maupun moril yang tidak akan pernah mampu untuk penulis balaskan.
2. Bapak **Moh. Rizal Firmansyah, ST.,MT.,M.Eng.** selaku pembimbing I dan Bapak **Farianto Fachruddin L., ST.,MT.** selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak **Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST.,MT.** selaku ketua Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Wahyuddin, ST.,MT.** selaku Kepala Labo Rancang Bangun Kapal dan penguji dalam tugas akhir ini..
5. Bapak **Dr. Ir. Ganding Sitepu, Dipl.-Ing.** selaku penguji dalam tugas akhir ini.
6. Kanda-kanda senior atas waktu, bantuan, semangat, dan motivasi yang telah diberikan untuk kelancaran selama pengerjaan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kemurahan hatinya.



8. Seluruh Staf Departemen Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kesabarannya selama penulis mengurus segala administrasi di kampus.
9. Teman-teman yang seperti saudara (i) di Teknik Perkapalan 2019 yang telah memberikan pembelajaran, tambahan ilmu selama menempuh pendidikan dan perkuliahan, dan yang selalu ada untuk merangkul dikeadaan suka maupun duka.
10. Teman-teman satu bimbingan “nginap puspres” terimakasih indra, Inez, nadila, dan Arqam.
11. Terima kasih sebesar besarnya kepada jajaran “orang-orang khusus” Suci Yunus, Ainun Hasanuddin, Maysel Praste, Astryd Azzahra, dan Haqqul Fahmi. Atas seluruh tenaga, waktu, dan perhatian yang telah dituangkan dalam berbagai kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga pihak yang membantu dalam penulisan tugas akhir mendapatkan pahala oleh Allah dan bermanfaat bagi semua pihak.

Gowa, 1 Maret 2024

Nur Fatiah Hendrik



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

*Coating* merupakan penerapan lapisan pada permukaan suatu benda dengan tujuan utama sebagai perlindungan, mulai dari perlindungan terhadap korosi, mengurangi tahanan gesek, memberikan pencegahan pertumbuhan organisme, hingga memperpanjang umur teknis lambung kapal (Ariany, 2014). Penyebab menurunnya kualitas lambung kapal dapat disebabkan oleh berbagai hal, salah satunya adalah tempat beroperasinya. Lingkungan maritim memiliki sifat yang sangat korosif sehingga menyebabkan peningkatan biaya perawatan kapal. Dengan demikian pihak galangan kapal wajib melakukan perlindungan/proteksi bangunan kapal terhadap korosi dengan pemberian salah satu jenis *coating* yaitu pelapisan cat (Lebedev, dkk, 2021).

Semua kelompok bangunan kapal wajib diproteksi dengan pelapisan cat, meliputi lambung kapal (*hull*), bangunan atas (*super structure*), dan rumah geladak (*deck house*). Perhitungan besaran kebutuhan material tiap kelompok bangunan tersebut penting untuk diketahui karena akan sangat berpengaruh pada biaya pembangunannya.

Dalam menghitung besaran kebutuhan material *coating*, penelitian ini menggunakan studi kasus kapal tongkang geladak, dimana kapal tersebut merupakan salah-satu jenis kapal rancangan khusus untuk mengangkut muatan berat seperti hasil tambang, kayu, limbah, dan lain sebagainya (Papalangi, 2015). Guna mempermudah perhitungan kebutuhan material *coating* pada tongkang geladak, sangat penting untuk mengusulkan penelitian mengenai prancangan program aplikasi berbasis *Virtual Basic Application* (VBA) *Microsoft Excel*, Yang dituangkan dengan Judul:

**“PRANCANGAN PROGRAM APLIKASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN MATERIAL *COATING* (STUDI KASUS TONGKANG GELADAK)”**

#### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang dalam penelitian ini, beberapa pernyataan masalah (*problem statement*) disusun sebagai berikut:



1. Berapakah luas permukaan penampang elemen konstruksi tongkang geladak?
2. Berapakah kuantitas kebutuhan material *coating*?
3. Berapa biaya material *coating*?
4. Bagaimana alur pikir dari program rancangan?
5. Seperti apa wujud program aplikasi untuk menghitung kuantitas kebutuhan material *coating*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Melihat uraian pada rumusan masalah, dalam penelitian ini terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai, tujuan tersebut untuk:

1. Menentukan luas permukaan penampang elemen konstruksi tongkang geladak,
2. Menentukan kuantitas kebutuhan material *coating*,
3. Menentukan biaya material *coating*,
4. Menentukan alur pikir dari program rancangan,
5. Mewujudkan program aplikasi perhitungan kuantitas kebutuhan material *coating* beserta biayanya.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian berwujud laporan tugas akhir (skripsi) dapat bermanfaat kepada institusi Pendidikan dalam hal ini adalah mahasiswa dan institusi galangan kapal. Manfaat dari masing masing institusi sebagai berikut:

a) Mahasiswa, meliputi:

1. wawasan tentang estimasi kebutuhan material dan biaya material *coating* tongkang geladak
2. wawasan tentang prancangan program aplikasi perhitungan kuantitas kebutuhan material *coating*

b) Galangan kapal:

1. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi alternatif *tools* mengestimasi kebutuhan material *coating* tongkang geladak dalam proses pembangunan maupun reparasi kapal di galangan.
2. Hasil dari perkembangan aplikasi ini juga dapat menjadi pertimbangan pihak galangan dalam memilih jenis *brand coating* yang akan digunakan



## 1.5 Batasan Masalah

Untuk lebih terarahnya penelitian ini, disusun beberapa poin batasan masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan luas permukaan elemen konstruksi tongkang geladak didasarkan pada aturan klasifikasi BKI khusus untuk elemen konstruksi lambung.
2. Perencanaan kebutuhan material *coating* dilakukan pada seluruh elemen konstruksi, terdiri dari underwater area, top side area, deck area, dan senta sisi dalam lambung kapal.
3. Simulasi dilakukan dengan menggunakan merk cat kapal Hempel dan IPI (*International Paint Indonesia*), diluar keduanya tidak dibahas.
4. Untuk bagian dalam kapal hanya menggunakan *shop primer* dan *anti corrosion coat*.



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Coating

*Coating* secara umum merupakan suatu lapisan atau penutup yang diterapkan pada permukaan suatu benda. *Coating* dapat terbuat dari cat, logam, plastik, atau bahan kimia lainnya dengan tujuan utama sebagai perlindungan, namun *coating* juga dapat digunakan untuk fungsi lain seperti estetika untuk memperindah tampilan, bahkan meningkatkan efisiensi dengan mengurangi tahanan gesek pada benda. Dalam penelitian ini *coating* yang dimaksud berfokus pada *paint coat* atau pemberian lapisan menggunakan cat dengan bahan-bahan dasar *Binder*, *pigmen*, *solvents*, dan *additives* (Dokkum, 2008).

Pencampuran berbagai jenis bahan *coating* harus dilakukan dengan standar dari merk ataupun produsennya, diiringi pengawasan ketat laboratorium produksi dari tahap awal hingga menghasilkan produk *coating* siap pakai. Pihak terkait juga perlu mengetahui dasar-dasar *coating* baik teknis aplikasi maupun pengawasan untuk mendapatkan hasil produk berkualitas. Sehingga nantinya perlakuan dan penanganan produk dapat dilakukan sedemikian rupa untuk memenuhi spesifikasi baik oleh aplikator, pemilik, inspektor, ataupun konsultan (Kurniawan & Periyanto, 2018). Berikut adalah penjelasan bahan-bahan penyusun dari *coating* itu sendiri :

##### 2.1.1 Bahan-Bahan Penyusun *Coating*

Komponen atau bahan penyusun dari *coating* terdiri dari *binder (resin)*, *pigmen*, *solvent* dan *additive* (Nogoro & Golwa, 2019). Berikut adalah penjelasan dari bahan-bahan penyusun *coating* :

##### 1. *Binder*

Zat pengikat atau *binder* merupakan bahan yang mengikat antara partikel *pigment* cat, sehingga cat dapat membentuk lapisan tipis yang rapat ketika digunakan. *Binder* bertugas merekatkan partikel-partikel pigmen kedalam lapisan film cat dan membuat cat melekat pada permukaan. Tipe *binder* dalam suatu formula cat menentukan banyak hal dari performa cat. *Binder* dibuat dari material bernama *resin*, biasanya dari bahan alam



juga sintetis. Cat dapat berbinder *natural oil*, *alkyd*, *nitro sellulosik*, *poliester*, *melamin*, *akrilik*, *epoksi*, *poliurethane*, *silikon*, *fluorokarbon*, *vinil*, *sellulosik*, dan lain-lain.

## 2. Pigment

*Pigment* berperan sebagai zat pemberi warna utama pada cat. *Pigment* dapat dibagi menjadi 2 yaitu organik dan non organik. Pigmen non organik dibuat dari beberapa logam (oksida logam) sedangkan *pigment* organik dibuat dari bahan minyak bumi (*carbon based*). *Pigment* lebih jauh lagi dapat dibagi menjadi *main pigment* dan *extender pigment*. *Main pigment* memberikan cat dengan daya tutup dan warna. Sedangkan *extender pigment* membantu memperkuat *main pigment*.

## 3. Solvent

*Solvent* atau pelarut berfungsi untuk menjaga kekentalan cat agar tetap cair saat digunakan, selain itu juga sebagai media pendispersi. Sebuah cat membutuhkan bahan cair agar patikel *pigment*, *binder* dan material padat lainnya dapat mengalir. Cairan pada suatu cat disusun oleh *solvent* minyak dan atau *diluent*. Keduanya adalah suatu cairan yang dapat melarutkan (*dissolve*) suatu material. Keduanya juga disebut *thinner* karena keduanya mempunyai kemampuan untuk mengencerkan cat ke kekentalan yang diinginkan.

## 4. Additive

*Additive* merupakan bahan yang ditambahkan dalam cat untuk menambahkan *property* atau sifat-sifat cat sehingga dapat meningkatkan kualitas cat. Sebagai tambahan selain *liquid*, *pigmen* dan *binder*, suatu cat dapat mengandung satu atau lebih *additive* (zat tambahan) yang berfungsi untuk meningkatkan performansi dan biasanya digunakan dalam jumlah yang sangat kecil. Hal ini mempengaruhi fitur vital dari tergantung penggunaan akhir cat terutama kemampuan *flow* dan *leveling* dari cat.

### 2.1.2 Proses Coating

Lokasi pemuatan pada kapal tongkang geladak akan terkena pengaruh dari barang yang akan dimuatnya dan berakibat timbulnya korosi, begitupun dengan area lainnya sehingga diperlukan suatu perlindungan agar laju korosi dapat diperlambat. Perlindungan yang dilakukan adalah dengan melakukan *coating* pada dinding luar maupun geladak. *coating* harus melalui metode yang tepat sehingga kemampuan cat yang digunakan dapat



berfungsi secara maksimal. Ada beberapa proses *coating* yang perlu dilakukan (Windyandari, Aulia, dkk, 2013), antara lain :

### 1. *Pre-inspection*

*Pre-inspection* merupakan pemeriksaan awal terhadap permukaan material yang akan dilapisi dengan tujuan agar diperoleh perekatan secara maksimal untuk proses *coating*. Permukaan dibersihkan dari berbagai kotoran yang menempel pada pelat misalnya minyak, garam, lumpur, dan sebagainya dengan pembersihan bertekanan tinggi. Selain pemeriksaan material, pemeriksaan juga dilakukan terhadap peralatan yang digunakan oleh *blaster* maupun *coater* apakah layak digunakan atau tidak.

### 2. *Surface preparation*

*Surface Preparation* merupakan proses penyiapan permukaan dengan meningkatkan tingkat kekasaran sehingga menjadi efektif. Pekerjaan utama yang dilakukan pada tahap ini adalah *blasting*. Obyek utama dari persiapan permukaan adalah pendekatan maksimal untuk *coating*. Persiapan permukaan memiliki 2 kegunaan utama yaitu :

- a. Persiapan permukaan menghilangkan kontaminasi atau pencemaran dari dasar menghapus oksida metal, sisa-sisa *coating* lama yang merekat erat, bahan kimia, kotoran dan dan sebagainya. Pengeluaran dari material kontaminasi ini akan membuat lapisan *primer* dapat kontak langsung dengan bidang ini sehingga menghasilkan perekatan yang maksimal.
- b. Persiapan permukaan dengan menaikkan tingkat kekasarannya sehingga membuat *coating* dapat merekat secara efektif. Pemilihan *abrasive material* akan menentukan profil permukaan yang dihasilkan. Ada dua jenis *abrasive* yang umum digunakan, yaitu :

- *Metalic abrasive*

Material yang termasuk dalam *metalic abrasive* adalah *steel shot* dan *steel grit* yang penggunaannya menggunakan mesin *blasting* atau biasa disebut dengan *auto-blast* dan dikendalikan oleh operator dari dalam ruang kontrol.

- *Non metalic abrasive*

Material yang termasuk dalam *non metallic abrasive* adalah *copper slag*, *granit*, *silica*, *aluminium oxide* dan lainnya. Pengerjaan *blasting* ini dilakukan secara manual



yang dilakukan oleh *blaster* dan dibantu oleh *helper*. Surface preparation (*blasting*) memiliki beberapa standar yang digunakan, antara lain:

- Sa 0
- Sa 1
- Sa 2
- Sa 2.5
- Sa 3

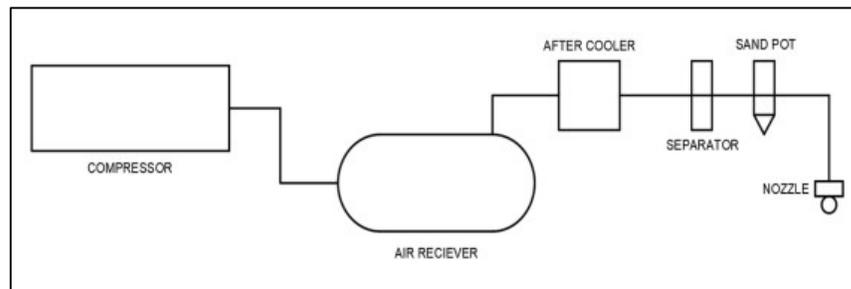
Peralatan-peralatan yang digunakan dalam proses *blasting* antara lain :

- *Air Compressor*
- *Air receiver* berfungsi sebagai penerima udara untuk disalurkan ke *separator* dan *sand pot*.
- *After cooler* berfungsi untuk mendinginkan udara yang berasal dari *receiver* untuk pernapasan *blaster*.
- *Separator*.
- *Sand pot* berfungsi sebagai tempat material *abrasive*.
- *Nozzle* alat penyemprot pasir/ material *abrasive*.

Adapun pekerjaan perlu diperhatikan dalam proses *blasting* adalah besarnya tekanan udara yang berasal dari *compressor* harus disesuaikan dengan material *abrasive* yang keluar sehingga kedalaman profil yang diinginkan akan tercapai. Pemilihan dari *abrasive* ini merupakan faktor utama dalam kecepatan pembersihan. Jika pada suatu proses *blasting* menggunakan *abrasive* ukuran kecil dimaksudkan untuk menaikkan kecepatan pembersihan pada baja baru atau yang mengalami sedikit karat, *abrasive* dengan ukuran besar biasa digunakan untuk baja yang memiliki tingkat karat yang tinggi atau bisa juga digunakan untuk material yang keras.

Pada saat proses *blasting* sedang berlangsung proteksi harus diberikan kepada operator dan pekerja yang berada di *blasting* area agar terhindar dari sisa-sisa penggosok dan pencemar yang dikeluarkan dari udara. Setelah proses *blasting* selesai, hasilnya dicek dengan menggunakan *press-o-film* sehingga diketahui kedalaman profil. Jika hasil yang didapat tidak sesuai dengan yang diharapkan maka proses *blasting* harus diulang.

Gambar 2.1 berikut adalah skema sederhana dari peralatan standar *blasting* di lapangan. Penjabarannya kurang lebih adalah sebagai berikut : *compressor* udara adalah komponen pertama dari skema ini, di sini udara dihasilkan sesuai dengan kebutuhan. Udara kemudian disalurkan menuju *air receiver*, dimana udara yang ada akan ditampung dan dipisahkan karena akan dibagi oleh *separator*, yang mana biasanya salah satunya ke *sand pot* dan ke *helm blaster*. Udara inilah yang dipakai untuk ”menembakkan” *abrasive* yang ada di *sand pot* melalui *nozzle*.



Gambar 2. 1 Peralatan standar blasting di lapangan

Sumber : (Windyandari, Aulia, dkk, 2013)

Menurut Standar ISO 8501-1, cara untuk mengklarifikasi nilai persiapan permukaan baja adalah sebagai berikut ;

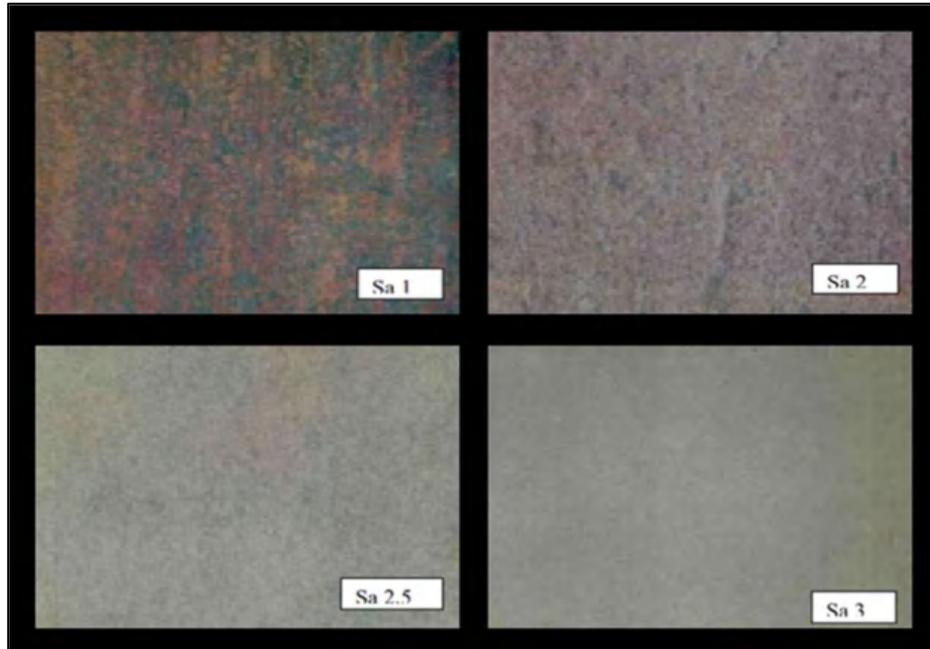
a. *Blast cleaning*

Tingkat kebersihan untuk *Blast cleaning* :

- Sa 1 *light blast cleaning* atau *brush off cleaning*, yaitu tingkat kebersihan yang apabila dilihat tanpa menggunakan pembesaran, maka permukaan material bersih dari minyak, *grease*, debu dan kelupasan *mill scale*, karat dan bekas cat lama. Foto : B Sa 1, C Sa 1, D Sa 1).
- Sa 2 *thorough blast cleaning (commercial cleaning)*, yaitu tingkat kebersihan yang jika dilihat dengan mata telanjang, maka permukaan material bersih dari minyak, *grease*, debu dan Sebagian besar *mill scale*, karat, dan bekas cat lama. (Foto : B Sa 2, C Sa 2, dan D Sa 2).
- Sa 2<sup>1/2</sup> *very thorough blast cleaning (near white cleaning)*, yaitu tingkat kebersihan yang apabila dilihat dengan mata telanjang, permukaan material bersih dari minyak, *grease*, debu dan Sebagian besar *mill scale*, karat dan bekas cat lama. Sisa kotoran

yang tertinggal hanyalah karat tipis berupa titik-titik atau garis-garis (A Sa 2½, B Sa 2½, C Sa 2½ dan D Sa 2½).

- Sa 3 *blast cleaning to visually clean steel (white cleaning)*, yaitu tingkat kebersihan yang apabila dilihat dengan mata telanjang, maka permukaan bersih dari minyak, *grease*, debu, *mill scale*, karat, dan bekas cat lama. Dalam Sa 3 ini akan memunculkan warna asli dari material tersebut.



Gambar 2. 2 Tingkat kebersihan permukaan menurut ISO 8501-1

Sumber : (ISO 8501 1, 2023)

b. *Hand and power tool cleaning*

*Surface preparation* (Perlakuan Permukaan) dengan menggunakan *hand and power tool cleaning* seperti contoh: *scrapping*, *wire brushing machine*, *machine brushing*, dan *grinding* dinyatakan dalam standard dengan huruf “St”. Tingkat perlakuan ditunjukkan dengan tidak dimasukkan dalam *standard coating* dan hanya digunakan untuk permukaan yang tidak dapat dilakukan *coating*.

- *St 2 thorough hand and power tool cleaning*

Apabila dilihat dengan mata telanjang, permukaan besi bebas dari lapisan minyak, *grease*, debu dan kelupasan-kelupasan *mill scale*, karat, dan bekas cat lama.

- *St 3 very thorough hand and power tool cleaning*

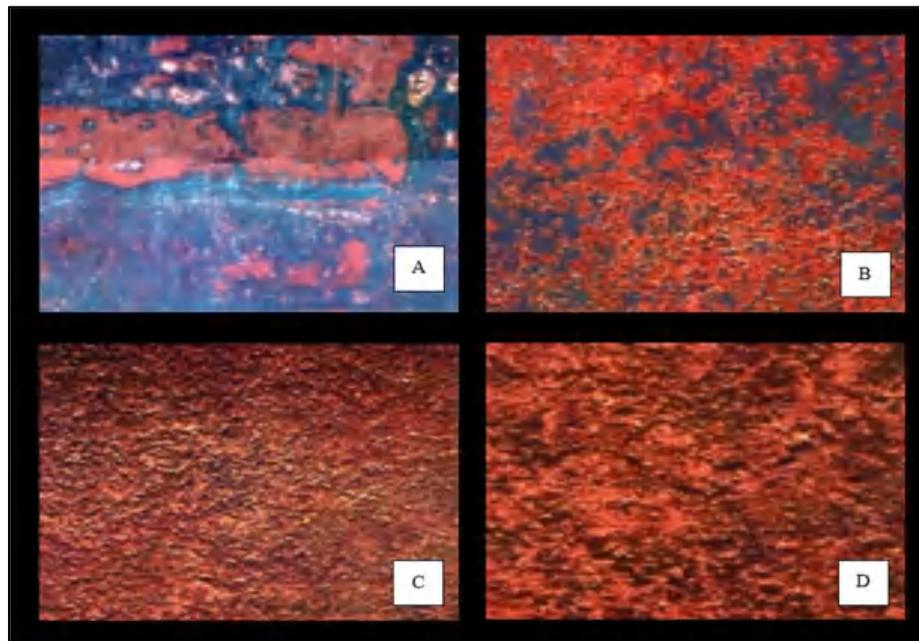


Apabila dilihat dengan mata telanjang, permukaan besi bebas dari lapisan minyak, *grease*, debu, *mill scale*, karat, dan bekas cat lama. Permukaan akan terlihat seperti warna metalik (warna besi/*metal*).

c. *Flame cleaning*

*Surface preparation* dengan metode *flame cleaning* (pembakaran) diindikasikan dengan singkatan “F1”. Namun sebelum dilakukan *cleaning*, lapisan karat yang tebal harus dihilangkan dengan menggunakan *chipping* (penyongkelan) dan kemudian dibersihkan dengan *power tool wirebrushing*. F1 Apabila dilihat dengan mata telanjang, permukaan besi bersih dari *mill scale*, karat, sisa cat lama, dan benda-benda asing lainnya. Permukaan besi akan berupa degradasi warna. (Foto : A F1, B F1, C F1, dan D F1).

Di dalam Standard ISO 8501 juga disebutkan bahwa permukaan besi harus bersih dari material asing. Termasuk di dalamnya adalah air yang mengandung garam, sisa pengelasan (*weld smoke* dan *weld spatter*). Biasanya dapat dihilangkan dengan mengaplikasikan *wet blasted*.



*Gambar 2. 3 Initial surface condition*

Sumber : (SteelConstruction.info, 2023)

Keterangan :



- A : Permukaan baja sebagian besar ditutupi dengan skala pabrik yang menempel, tetapi sedikit jika ada karat
- B : Permukaan baja yang sudah mulai berkarat dan dari mana skala pabrik sudah mulai mengelupas
- C : Permukaan baja di mana skala pabrik telah berkarat atau dari mana ia dapat dikikis, tetapi dengan sedikit lubang di bawah penglihatan normal
- D : Permukaan baja di mana skala pabrik telah berkarat dan di mana lubang umum terlihat di bawah penglihatan normal.

### 3. *Coating preparation*

*Coating preparation* merupakan tahapan persiapan sebelum dilakukan *coating* (Windyandari, Aulia, dkk, 2013). Tahapan persiapan yang dilakukan yaitu:

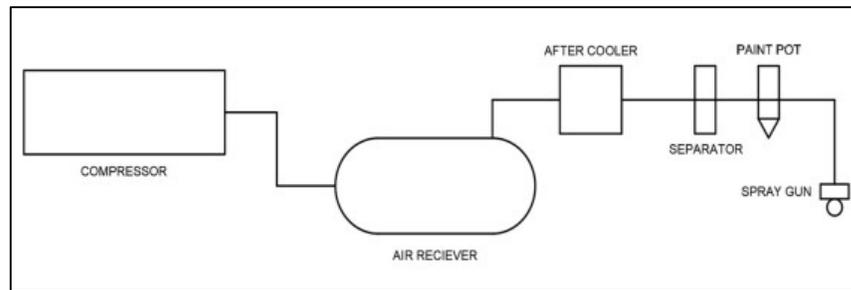
- a. Persiapan peralatan *coating* dan perlengkapan coater. Peralatan yang digunakan sama dengan pada proses *blasting* hanya saja *sand pot* yang merupakan tempat *abrasive material* diganti dengan *paint pot* sebagai tempat cat. Pada *paint pot* terdapat *mixer* yang berfungsi untuk menjaga agar cat tidak menggumpal. Alat yang digunakan untuk menyembrotkan cat ke permukaan disebut dengan *spray gun*.
- b. *Mixing* adalah proses penyampuran cat dengan *curing agent*. *Curing* adalah cairan yang bersifat perekat namun memiliki fungsi sebagai pengencer. Jika hasil campurannya kurang sesuai dapat ditambahkan *thinner*.

### 4. *Coating application*

Setelah proses *coating* selesai harus dilakukan pemeriksaan terhadap hasil *coating*, terutama pada ketebalan dari cat apakah sudah sesuai dengan standar yang diminta, kondisi *coating* dapat berupa kondisi basah dan kering juga biasa disebut dengan *dry film thickness* dan *wet film thickness*.

Gambar 2.4 berikut adalah skema peralatan *coating* yang umum digunakan di lapangan. Secara garis besar jenis peralatan dan alur kerjanya sama dengan *blasting*. Perbedaan yang nyata terletak pada peralatan pada *output*. Pada proses *coating* udara dari *separator* masuk ke *paint pot* untuk kemudian disalurkan menuju *spray gun*, karena

tekanan yang diperlukan tidak sebesar *nozzle blasting* jumlah *spray gun* yang dapat dipasang menjadi lebih banyak dari *blaster*.



Gambar 2. 4 Skema Peralatan Coating yang Umum Digunakan di Lapangan

Sumber : (Windyandari, Aulia, dkk, 2013)

### 2.1.3 Urutan Lapisan *Coating* pada Kapal

Tiap lapisan *coating* menggunakan jenis cat yang berbeda. Adapun lapisan-lapisan *coating* kapal adalah sebagai berikut (Ariany, 2014) :

#### 1. Lapisan pertama

Lapisan ini merupakan lapisan dasar atau *shop primers* yang berfungsi sebagai lapisan pelindung sementara setelah baja dibengkokkan, dipotong, maupun *blasting*.

#### 2. Lapisan kedua

Lapisan kedua merupakan lapisan yang menggunakan jenis cat *Anti Corrosion* (AC) yang berfungsi sebagai penebal untuk mencegah serangan dari luar (*excess*) yang dapat mengakibatkan korosi

#### 3. Lapisan ketiga

Lapisan ketiga merupakan lapisan terluar yang menggunakan jenis cat *Anti Fouling* (AF), berfungsi untuk melindungi pelat dari binatang laut yang menempel.

### 2.1.4 Cara-cara *Coating*

Secara umum ada 2 cara *coating* (Ariany, 2014), yaitu :

1. *Coating* secara konvensional, yaitu *coating* dengan menggunakan kuas atau *roll* yang dilakukan dengan mengolesi badan kapal. Metode ini hanya dapat dilakukan pada daerah-daerah tertentu seperti pada bagian-bagian dua cat, bagian yang sulit untuk dijangkau, dan pada bagian yang rata. Keuntungan metode ini adalah tidak



membutuhkan tenaga ahli, dapat menjangkau area-area yang sulit, serta ketebalan cat yang lebih baik. Namun, metode ini juga memiliki kekurangan antara lain waktu pengerjaan yang lama serta hasil *coating* yang kurang merata.

2. *Coating* secara modern, yaitu *coating* dengan menggunakan kompresor, dengan cara memberikan tekanan tinggi pada kompresor lalu menyembrotkan cat pada badan kapal. *Coating* ini memiliki hasil yang sangat baik. Cat disemprotkan dengan tekanan tinggi membuat cat memiliki daya serap tinggi dengan tingkat kerataan yang baik. *Coating* ini juga mampu menjangkau area yang sulit untuk dijangkau, sehingga baik digunakan pada proses *coating* lapisan pertama. Keuntungan metode ini adalah kecepatan *coating* yang baik sehingga dapat menghemat waktu.

### 2.1.5 Penggunaan Cat

Lapisan-lapisan *coating* memiliki fungsi dan penggunaan berbeda tiap lapisannya (Ariany, 2014). Adapun penggunaan cat antara lain;

- A. Cat *Primer*, merupakan cat dasar sebagai lapisan pertama pada permukaan pelat. Cat ini berfungsi untuk menutupi pori-pori pada permukaan material dan juga sebagai daya scrap atau lekat dengan lapisan berikutnya.
- B. Cat *Anti Corrosion* (AC), cat ini berfungsi mencegah terjadinya korosi pada pelat dengan menahan terjadinya oksidasi. Biasanya digunakan pada lapisan kedua setelah cat *primer*.
- C. Cat *Anti Fouling* (AF), cat ini berfungsi untuk mengurangi daya tempel dan bersifat racun yang dapat mencegah binatang laut melekat pada permukaan lambung kapal. Cat ini digunakan pada bagian kapal yang terendam air antara lunas hingga garis air yang sangat memungkinkan bagi binatang laut untuk menempel.
- D. Cat *Bottop*, (B/T), cat ini memiliki daya korosif yang sangat tinggi dan diaplikasikan setelah lapisan anti korosi. Cat ini digunakan pada daerah antara garis muat kosong dan garis muat penuh, karena merupakan daerah yang sangat rentan terjadinya korosi mengingat pada daerah tersebut sering terjadi adanya perubahan kondisi tercelup ke air laut dan udara.
- E. Cat *Top Side* (T/S), cat ini merupakan cat akhir (*Finished Paint*) yang digunakan pada daerah diatas garis air penuh dan warnanya disesuaikan dengan warna kapal.



- F. Cat *Deck*, cat ini digunakan untuk mengecat bagian *deck*, selain itu digunakan juga pada daerah tertentu misalnya: *Halt Paint* untuk palka dan *funnel*.
- G. Cat *Bituminous*, merupakan cat khusus yang digunakan pada jangkar, rantai jangkar, dan *chain locker* (kotak jangkar).

#### **2.1.6 Area Coating**

- Coating pada daerah *Top side* menggunakan Cat *Primer* (P), Cat *Anti Corrosion* (AC), Cat *Top Side* (T/S).
- Coating pada daerah *Bottop* menggunakan Cat *Primer* (P), Cat *Anti Corrosion* (AC), Cat *Bottop* (B/T).
- Coating pada daerah *Bottom* menggunakan Cat *Primer* (P), Cat *Anti Corrosion* (AC), Cat *Anti Fouling* (AF)

#### **2.1.7 Ketebalan Coating**

Berbeda jenis cat *coating*, berbeda pula standar ketebalannya. Tabel 2.1 merupakan standar lapisan (*layer*) menurut Biro Klasifikasi Indonesia dengan syarat tebal minimal 250 $\mu$ m. Tebal lapisan *coating* tidak hanya mengacu pada standar klasifikasi, melainkan harus mengacu pada spesifikasi *product data sheet* dari pabrik Hempel dan *International Paint Indonesia* (Biro Klasifikasi Indonesia, 2019).



Tabel 2. 1 Ketebalan Coating Berdasarkan STG Guideline No.2215

Areas	Type of binder	Standard Preparation grade (before coating)	Minimum film thickness (µm)			Remarks
			Undercoat	Topcoat	Total dry film thickness	
Underwater shell plating/ Sea water ballast tanks	Epoxy (resin) (EP)	Sa2½	1 x 500		500	Solvent-free, ice-going ships
		PSa2½	1 x 125	1 x 125	250	
	Epoxy (resin) tar combination (TE)	PSa2½	1 – 2 x 125	1 x 125	250 -375	Solvent-free
			1 x 300		300	
	Polyurethane (PUR)		2 x 100	1 x 100	300	
	Polyurethane tar combination (PUR-T)		1 x 125	1 x 125	250	
	Polyvinylchloride (PVC)		3 x 100		300	
	Polyvinylchloride tar combination (PVC-T)		2 x 100	1 x 100	300	
	Chlorinated rubber (RUC)		2 x 90	1 x 90	270	
Tar (T)	PSa2½/St3		1 x 125	1 x 125	250	
Shell plating above water	Alkyd (resin) (AK)		PSa2	3 x 40	1 x 40	120 -160
		PSa2½	1 x 60 (Zinksilikat) +1 x 40 (Sperrgrund) + 1 x 40	1 x 40	170	Increased corrosion protection
	Acryl (resin) (AY)	PSa2	2 x 60	1 x 40	160	
	EP	St3/PSa2½	2 x 40	2 x 40	160	
			1 x 100	1 x 40	140	
	Epoxy (resin) ester (EPE)		St2	1 x 90	2 x 40	170
	PUR	PSa2½	1 x 100	2 x 40	180	
	PVC		1 x 100	2 x 40	180	
RUC	1 x 80		2 x 40	160		
Cargo holds dry (bulk cargo)	EP	St3	1 x 150		150	
	PUR		1 x 100	1 x 100	200	

The complete list is given in STG Guideline No.2215

Sumber : (Biro Klasifikasi Indonesia, 2019)



### 2.1.8 Perhitungan Kebutuhan Material *Coating*

Ada beberapa definisi penggunaan dan istilah yang digunakan dalam teknologi *coating* (Akbar, 2019). antara lain :

#### A. *Volume Solid*

*Volume solid* (VS) mengungkapkan angka sebagai persentase rasio :

$$VS = \frac{DFT (\mu m)}{WFT (\mu m)} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

$$= \dots(\mu m)$$

Keterangan : VS = *Volume Solid* (%)

DFT = *Dry film thickness* (μm)

WFT = *Wet film thickness* (μm)

Model lain telah ditentukan sebagai rasio antara *dry film thickness* dan *wet film thickness* dari lapisan diterapkan dalam ketebalan yang ditunjukkan dalam kondisi laboratorium, dimana tidak ada kerugian cat telah ditentukan.

#### B. *Dry Film Thickness* (DFT)

*Dry film thickness* (DFT) adalah lapisan ketebalan kering minimum yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat cat, yang berfungsi untuk memberikan lapisan proteksi suatu objek. Ketebalan film kering untuk sebuah aplikasi dapat ditentukan jika volume *precent solid* dan ketebalan film basah diketahui, Informasi ini dapat diperoleh dari lembar data teknikal cat (PDS). Persamaan untuk menghitung ketebalan film kering adalah :

$$DFT = \frac{WFT (\mu m) \times VS (\%)}{100 \%} \dots\dots\dots (2)$$

$$= \dots(\mu m)$$

Keterangan : DFT = *Dry film thickness* (μm)

WFT = *Wet film thickness* (μm)

VS = *Volume Solid* (%)



C. *Theoretical Spreading Rate* (TSR)

Tingkat penyebaran teoritis dari cat dalam ketebalan film kering diberikan pada permukaan objek luasan, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TSR} &= \frac{\text{VS} (\%) \times 10}{\text{DFT} (\mu\text{m})} \dots\dots\dots (3) \\ &= \dots\dots(\text{m}^2/\text{liter}) \end{aligned}$$

Keterangan :     TSR   = *Theoretical Spreading Rate* (m<sup>2</sup>/liter)

                  DFT   = *Dry film thickness* (μm)

                  VS     = *Volume Solid* (%)

D. *Practical Spreading Rate* (PSR)

Tingkat penyebaran praktikal dari cat setelah dikurangi oleh *loss factor* pada permukaan objek luasan, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{PSR} &= \text{TSR} \times \text{loss factor} \dots\dots\dots (4) \\ &= \dots\dots(\text{m}^2/\text{liter}) \end{aligned}$$

Keterangan :     PSR   = *Practical Spreading Rate* (m<sup>2</sup>/liter)

                  TSR   = *Theoretical Spreading Rate* (m<sup>2</sup>/liter)

                  LF     = Presentase kehilangan material cat (%)

E. Konsumsi cat dengan daya sebar cat

Konsumsi teoritis lapisan dapat ditentukan jika area padat persen volume (%VS) dan ketebalan film kering (DFT) yang diinginkan diketahui. Persamaan untuk mendapatkan konsumsi teoritis adalah:

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi cat} &= \frac{\text{Area} (\text{m}^2) \times \text{DFT} (\mu\text{m})}{10 \times \text{VS} (\%)} \dots\dots\dots (5) \\ &= \dots\dots(\text{liter}) \end{aligned}$$



$$\text{Konsumsi cat} = \frac{\text{Area (m}^2\text{)}}{\text{PSR } \left(\frac{\text{m}^2}{\text{l}}\right)} \dots\dots\dots (6)$$

$$= \dots\dots(\text{liter})$$

- Keterangan:      Konsumsi Cat = (liter)
- DFT                = *Dry film thickness* (µm)
- VS                 = *Volume Solid* (%)

F. Konsumsi cat dengan faktor kehilangan dan kekasaran permukaan.

*Blast cleaning* akan meningkatkan kekasaran permukaan dengan demikian akan menambah volume permukaan yang akan dicat. Kekasaran permukaan tergantung pada saat dilakukan persiapan permukaan yang diinginkan. Sehingga konsumsi cat akan bertambah akibat dari faktor kekasaran permukaan. Jumlah cat yang diperlukan untuk mengisi kekasaran ditunjukkan di bawah ini:

$$\text{Total konsumsi cat} = \frac{\text{Area (m}^2\text{)} \times \text{DV} \left(\frac{\text{l}}{\text{m}^2}\right) \times 100}{10 \times \text{VS} (\%)} \dots\dots\dots (7)$$

$$= \dots\dots(\text{liter})$$

- Keterangan:      Area    = Luas Permukaan (m<sup>2</sup>)
- DV        = *Dead volume* (liter/m<sup>2</sup>)
- VS        = *Volume Solid* (%)
- LF        = *Loss factor* (%)

Tabel 2. 2 Tingkat Kekasaran Permukaan

Kekasaran Permukaan	<i>Dead Film volume</i>
(Mikron)	(l/m <sup>2</sup> )
30	0,02



Kekasaran Permukaan	<i>Dead Film volume</i>
45	0,03
60	0,04
75	0,05

Sumber : (Akbar, 2019)

## 2.2 Korosi

Korosi adalah peristiwa turunnya kemampuan material logam menerima beban, sebagai akibat terjadinya peristiwa oksidasi dengan lingkungan yang mengalami penipisan material dari konstruksi. Korosi dapat dikelompokkan kedalam korosi basah dan korosi kering. Korosi basah disebabkan oleh karena lingkungan yang mengelilinginya mengandung larutan atau pelarut. Ini direferensikan pada Sebagian besar kejadian korosi pada temperatur lingkungan. Pada sisi lain korosi kering dihasilkan oleh reaksi kimia dari gas dalam temperatur tinggi (Ariany, 2014).

Korosi disebabkan oleh sebuah proses reaksi kimia antara sebuah logam dengan lingkungan sekitarnya. korosi sendiri terbentuk dari beberapa faktor seperti *galvanic cell* yang meliputi *cathode*, *anode*, *electrical connection*, dan *electrolyte*. Parameter yang memengaruhi kecepatan korosi adalah kelembaban, suhu, konsentrasi garam, serta jumlah polusi udara, termasuk hujan asam, jelaga, dan partikel debu. Korosi juga salah satu musuh besar dalam dunia industri, beberapa contoh kerugaian yang ditimbulkan korosi adalah terjadinya penurunan kekuatan material dan biaya perbaikan akan naik jauh lebih besar dari yang diperkirakan. Sehingga diperlukan suatu usaha pencegahan-pencegahan terhadap serangan korosi (Utomo, 2009)

Korosi atau pengkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan – bahan logam yang pada dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen. Contoh yang paling umum, yaitu kerusakan logam besi dengan terbentuknya karat oksida. Dengan demikian, korosi menimbulkan banyak kerugian.



### 2.2.1 Jenis-Jenis Korosi

Berdasarkan bentuk dan tempat terjadinya, korosi terbagi dalam beberapa jenis antara lain, korosi seragam (*uniform corrosion*), korosi sumuran, korosi antar butir, korosi erosi, korosi galvanik, korosi celah dan masih banyak lainnya. Hal ini sangat tergantung pada kondisi lingkungan dan komposisi material-nya, umumnya terjadi pada tingkat yang lambat. Semua bentuk sisa korosi terlokalisasi, tergantung pada lingkungan, komponen dan sistem desain, dan/atau struktur mikro bahan. Bentuk ini biasanya menghasilkan laju korosi lebih tinggi dari korosi seragam, dan dalam beberapa kasus bisa sangat cepat (Karyono, 2017)

Masing-masing dari berbagai bentuk korosi harus dievaluasi untuk bahan dan lingkungannya ketika merancang suatu sistem bangunan yang baru. Bagian berikut mencakup semua bentuk korosi yang juga mengamati kerentanan beberapa bahan dan skema perlindungan untuk berbagai bentuk korosi. (Craig, 2006) Berikut ini merupakan penjelasannya :

#### 1. *Uniform corrosion* (korosi seragam)

Korosi seragam adalah serangan korosif umum yang terjadi di wilayah yang luas pada permukaan bahan. Hal ini hanya tergantung pada komposisi bahan dan lingkungan. Hasilnya adalah penipisan bahan sampai terjadi kegagalan sistem. (Craig, 2006). Korosi yang muncul terlihat merata pada seluruh permukaan logam dengan intensitas yang sama. Salah satu contohnya adalah efek dari korosi atmosfer pada permukaan logam. Korosi seragam terjadi apabila seluruh bagian logam memiliki komposisi yang sama. Korosi jenis ini biasanya dapat diatasi dengan cara mengecat permukaan logam.



*Gambar 2. 5 Korosi Seragam*

Sumber : (Corrosion.ksc.nasa.gov, 2023)

## 2. *Galvanic corrosion* (korosi galvanik)

Korosi galvanik terjadi ketika dua logam yang memiliki potensi listrik yang berbeda (berbeda logam) yang terhubung secara elektrik, baik melalui fisik menyentuh satu sama lain atau melalui listrik dari media, seperti elektrolit. (Craig, 2006). Deret galvanik menunjukkan potensial logam dalam lingkungan tertentu. Semakin tinggi beda potensial antara dua logam (dalam deret galvanik jaraknya makin jauh), maka semakin besar pula arus atau korosi.



*Gambar 2. 6 Korosi Galvanic*

Sumber : (Craig, 2006)

### 3. *Crevice corrosion* (korosi celah)

Korosi celah adalah korosi yang dihasilkan oleh air maupun cairan yang terjebak pada area permukaan logam karena komponen ataupun system desain seperti perpotongan sudut material, sambungan las, maupun celah pada gasket. (Craig, 2006). Elektrolit yang terperangkap pada lubang akan menimbulkan beda konsentrasi oksigen, sehingga terbentuk sel korosi. Daerah dengan konsentrasi oksigen tinggi berperan sebagai katoda dan daerah konsentrasi oksigen rendah berperan sebagai anoda.



Gambar 2. 7 Korosi Celah

Sumber : (Corrosion.ksc.nasa.gov, 2023)

### 4. *Pitting corrosion* (korosi sumuran)

Korosi sumuran adalah bentuk korosi local yang terjadi ketika media korosif mengenai logam pada titik titik tertentu dan menyebabkan bukaan lubang lubang kecil pada logam seperti gambar diatas (Craig, 2006). Bentuk korosi ini biasanya disebabkan oleh klorida. Mekanisme terbentuknya korosi sumuran sama dengan korosi celah hanya saja korosi sumuran ukurannya lebih kecil jika dibandingkan dengan korosi celah. Karena jaraknya yang saling berdekatan satu sama lain, korosi sumuran akan mengakibatkan permukaan logam menjadi kasar. Korosi sumuran terjadi karena komposisi material yang tidak homogen, rusaknya lapisan pelindung, adanya endapan dipermukaan material, serta adanya bagian yang cacat pada material.

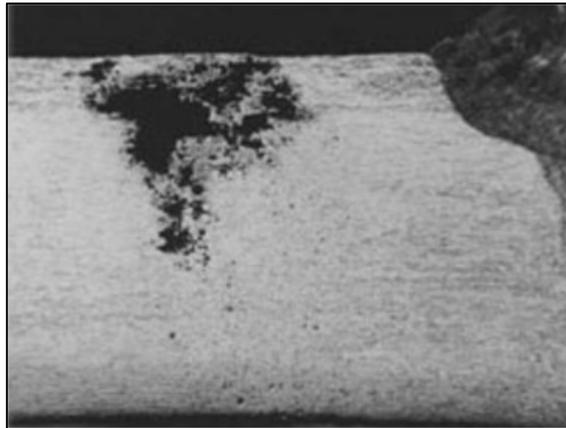


*Gambar 2. 8 Korosi Sumuran*

Sumber : (Craig, 2006)

#### *5. Intergranular corrosion (korosi batas butir)*

Korosi batas butir adalah korosi yang menyerang bagian dalam dari batas butir baja dan sekitarnya. Korosi ini termasuk korosi yang disebabkan oleh sifat metalurgi (logam secara kimiawi dan mekanis) hal ini merupakan jenis korosi yang sangat merugikan karena tidak dapat dilihat secara langsung dan hanya dapat dilihat melalui uji lab.



*Gambar 2. 9 Korosi Batas Butir*

Sumber : (Corrosion.ksc.nasa.gov, 2023)

#### 6. *Selective leaching / dealloying corrosion* (korosi selektif)

Korosi selektif adalah korosi yang terjadi ketika satu elemen menghilang dari satuan paduan padat dengan proses korosi. Contoh yang umum adalah penghilangan seng pada kuningan dan penghilangan unsur aluminium, kobalt, atau kromium dari suatu logam paduan. Pencegahan yang umum dilakukan adalah mengurangi jumlah zat yang memicu korosi, melakukan pelapisan katodik dan mengurangi pemakaian unsur kimia yang mudah terjadi korosi.



Gambar 2. 10 Korosi Selektif

Sumber : (Craig, 2006)

#### 7. *Errosion corrosion* (korosi erosi)

Korosi erosi merupakan gabungan dari kerusakan elektrokimia dan kecepatan fluida yang tinggi pada permukaan logam. Korosi erosi dapat pula terjadi karena adanya aliran fluida yang sangat tinggi melewati benda yang diam atau statis. Atau bisa juga terjadi karena sebuah objek bergerak cepat di dalam fluida yang diam, misalnya baling-baling kapal laut.



*Gambar 2. 11 Korosi Erosi*

Sumber : (Corrosion.ksc.nasa.gov, 2023)

#### 8. Stress corrosion cracking (korosi tekan retak)

Stres korosi tekan adalah fenomena retak yang disebabkan oleh lingkungan yang terkadang terjadi ketika logam mengalami tegangan Tarik dan lingkungan korosif secara bersamaan. Fenomena ini serupa dengan *embrittlement* (penurunan signifikan kepadatan material) *hydrogen*, dimana logam diresapi oleh *hydrogen* yang seringkali mengakibatkan retakan.



*Gambar 2. 12 Korosi Tekan Retak*

Sumber : (Craig, 2006)



### 2.2.2 Faktor Kelajuan Korosi

Peristiwa korosi terjadi karena peristiwa alami (*Natural Process*) reaksi elektrokimia, setiap logam yang memiliki laju korosinya masing-masing dan adanya lapisan pasif (*Passive Layer*) pada permukaan logam tersebut. Korosi dapat diartikan juga sebagai lapisan-lapisan hasil reaksi dari logam terhadap lingkungan yang mengelilinginya (Ariany, 2014). berikut adalah hal hal yang menyebabkan percepatan terjadinya korosi :

1. Temperatur, semakin tinggi temperatur maka reaksi kimia akan semakin cepat maka korosi akan semakin cepat terjadi.
2. Kecepatan aliran, jika kecepatan aliran semakin cepat maka akan merusak lapisan film pada logam maka akan mempercepat korosi karena logam akan kehilangan lapisan.
3. pH, pada pH yang optimal maka korosi akan semakin cepat (mikroba).
4. Kadar Oksigen, semakin tinggi kadar oksigen pada suatu tempat maka reaksi oksidasi akan mudah terjadi sehingga akan mempengaruhi laju reaksi korosi.
5. Kelembaban udara.

### 2.2.3 Pencegahan Korosi :

Korosi dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar dan diperlukan biaya tinggi untuk merenovasi suatu material yang telah terkorosi. Korosi juga dapat menyebabkan terjadinya hubungan pendek (konsleting) arus listrik. Mengingat banyaknya kerugian yang diakibatkan oleh korosi, maka perlu dilakukan suatu cara untuk mencegah berlangsungnya korosi. Berikut beberapa cara yang dilakukan untuk mencegah korosi:

1. Memilih logam yang tepat untuk suatu lingkungan dengan kondisi-kondisinya
2. Memberi lapisan pelindung agar lapisan logam terlindung dari lingkungannya
3. Memperbaiki lingkungan supaya tidak korosif
4. Perlindungan secara elektrokimia dengan anoda korban atau arus tandingan.
5. Memperbaiki konstruksi agar tidak menyimpan air, lumpur dan zat korosif lainnya (Utomo, 2009).

Salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam menanggulangi korosi, pelapukan, maupun binatang dan tumbuhan laut yang terbukti efektif adalah *protective coating*

## 2.3 Tongkang Geladak

Tongkang geladak adalah suatu jenis kapal yang dengan lambung datar atau suatu kotak besar yang mengapung, digunakan untuk mengangkut barang dan ditarik dengan kapal tunda atau digunakan untuk mengakomodasi pasang-surut seperti pada dermaga apung (Papalangi, 2015). Tongkang sendiri ada yang memiliki system pendorong (propulsi) seperti kapal pada umumnya dan biasanya di sebut dengan *self propeller barge* (SPB). Pembuatan kapal tongkang juga berbeda karena hanya konstruksi saja tanpa system seperti kapal pada umumnya. Tongkang sendiri umum digunakan untuk mengangkut muatan dalam jumlah besar seperti kayu, batubara, pasir dan lain-lain.

Karakteristik tongkang geladak adalah:

1. Hanya membawa barang di atas geladak
2. Mempunyai perbandingan antara lebar dan tinggi kapal tidak lebih dari 3,0
3. Mempunyai block coefficient 0,9 atau lebih.



Gambar 2. 13 Tongkang geladak

Sumber : (Papalangi, 2015)

### 2.3.1 Konstruksi Tongkang

Pada dasarnya badan kapal terdiri dari komponen konstruksi yang letaknya arah melintang dan memanjang. Namun dalam penyusunan komponen tersebut menjadi konstruksi keseluruhan badan kapal dikenal dengan beberapa cara yang sering dipakai (Prakoso, 2015), antara lain :



### 1. Sistem konstruksi melintang

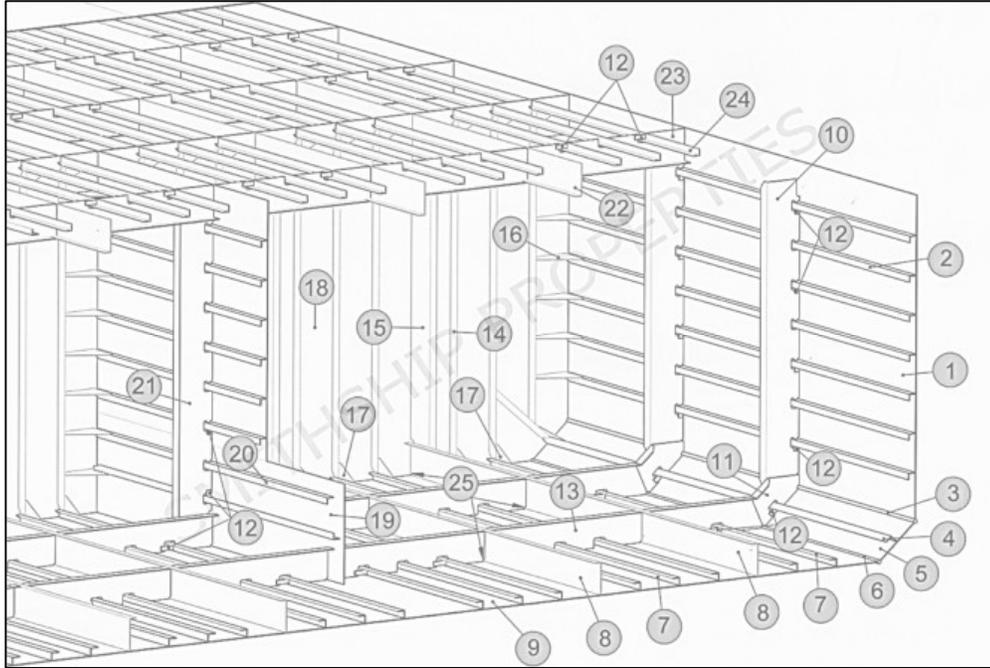
Sistem konstruksi melintang adalah konstruksi dimana beban yang bekerja pada konstruksi diterima oleh pelat kulit dan diuraikan pada hubungan-hubungan balok-balok memanjang dari kapal dengan ditumpu oleh balok-balok melintang kapal. Dalam hal ini sebagai tumpuan kaku untuk balok-balok melintang dasar (*floor*) ialah lambung kapal, dinding-dinding sekat memanjang, dan penumpu tengah (*center girder*). Beban konstruksi geladak dilanjutkan dengan ditumpu oleh balok melintang dari rangka geladak (*beam*) ke hubungan kaku yaitu lambung kapal dan dinding sekat memanjang. Beban dari konstruksi lambung dilanjutkan ke geladak dan dasar kapal dengan pertolongan balok-balok melintang yaitu gading-gading (*frame*).

### 2. Sistem konstruksi memanjang

Sistem konstruksi memanjang adalah konstruksi dimana kapal terdiri atas balok dan gading melintang yang berjauhan. Balok dan gading tersebut ditumpu oleh pembujur-pembujur yang berdekatan. Pada sistem ini komponen melintang dirancang saling berjauhan, tapi tetap bisa memberi kekuatan untuk menopang karena terbantu dari pembujur-pembujur yang saling berdekatan.

### 3. Sistem konstruksi kombinasi

Sistem konstruksi kombinasi adalah gabungan dari sistem konstruksi melintang dan sistem konstruksi memanjang. Penggunaan sistem konstruksi kombinasi disebabkan karena adanya kelebihan dan kekurangan dari masing-masing sistem konstruksi. Dalam sistem kombinasi ini, sistem rangka konstruksi memanjang dipakai pada geladak utama dan dasar kapal dimana letak konstruksi ini jauh dari sumbu netral penampang melintang kapal sehingga menerima beban lengkung yang besar (Rachman, 2018).



Gambar 2. 14 Konstruksi Tongkang Geladak 1

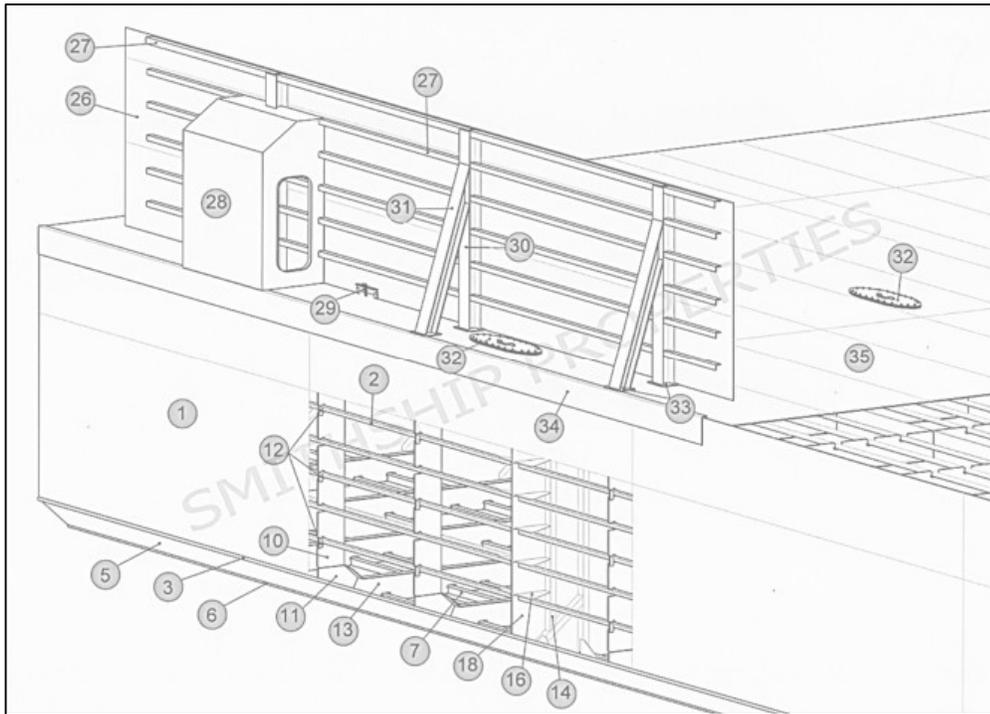
Sumber : (Smithship, 2023)

Keterangan gambar komponen Konstruksi Tongkang :

- 1 = *Side Shell Plate*
- 2 = *Side Longitudinal / Longitudinal Frame*
- 3 = *Chine Upper Round Bar*
- 4 = *Chine Longitudinal Stiffener*
- 5 = *Chine Plate*
- 6 = *Chine Lower Round Bar*
- 7 = *Bottom Longitudinal*
- 8 = *Bottom Girder*
- 9 = *Bottom Shell Plate*
- 10 = *Vertical Web Frame*
- 11 = *Chine Web Bracket*
- 12 = *Collar Plate*
- 13 = *Wrang / Floor / Bottom Transverse*
- 14 = *Bulkhead Ordinary Stiffener*
- 15 = *Bulkhead Vertical Web Stiffener*



- 16 = Side Longitudinal Bracket
- 17 = Ordinary Stiffener Bracket
- 18 = Transverse Bulkhead Plate
- 19 = Longitudinal Bulkhead Plate
- 20 = Longitudinal Ordinary Stiffener
- 21 = Vertical Web Stiffener
- 22 = Deck Girder
- 23 = Deck Transverse / Transverse Deck Beam
- 24 = Deck Longitudinal / Longitudinal Deck Beam
- 25 = Scallop



Gambar 2. 15 Konstruksi Tongkang Geladak 2

Sumber : (Smithship, 2023)



Keterangan gambar komponen Konstruksi Tongkang :

- 1 = *Side Shell Plate*
- 2 = *Side Longitudinal / Longitudinal Frame*
- 3 = *Chine Upper Round Bar*
- 5 = *Chine Plate*
- 6 = *Chine Lower Round Bar*
- 7 = *Bottom Longitudinal*
- 10 = *Side Vertical / Web Frame*
- 11 = *Chine Web Bracket*
- 12 = *Collar Plate*
- 13 = *Wrang / Floor / Bottom Transverse*
- 14 = *Bulkhead Ordinary Stiffener*
- 16 = *Side Longitudinal Bracket*
- 18 = *Transverse Bulkhead Plate*
- 26 = *Sideboard Plate*
- 27 = *Sideboard Stiffener*
- 28 = *Tug Push Pad*
- 29 = *Water Drainage Gate*
- 30 = *Sideboard Stanchion*
- 31 = *Sideboard Support Stanchion*
- 32 = *Manhole*
- 33 = *Doubling Plate*
- 34 = *Flat Plate Fender*
- 35 = *Deck Plate*

### **2.3.2 Jenis-Jenis Tongkang Berdasarkan Muatan**

Berdasarkan jenis muatannya, kapal tongkang/*barge* dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Tongkang pengangkut batu bara atau hasil tambang di Indonesia tambang batu bara paling banyak berada di Kalimantan, sekalipun di pulau besar yang lain juga ada tambang batu bara, seperti Sumatra misalnya, namun tetap Kalimantan adalah tempat yang paling banyak terdapat industri pertambangan batu bara. Untuk menyuplai pasokan batu bara keseluruhan Indonesia diperlukan sarana pengangkut batu bara yang

memadai dan dapat menjangkau ke seluruh wilayahnya, oleh sebab itu diperlukan tongkang sebagai pengangkut batu bara.



*Gambar 2. 16 Tongkang pengangkut batu bara*

Sumber : (Beritatrans.com, 2023)

2. Tongkang pengangkut limbah. Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Dalam beberapa kasus (limbah batu bara), limbah tidak dapat dibuang menggunakan sarana transportasi darat, oleh karena itu salah satu alternatif yang digunakan untuk mengangkut limbah adalah tongkang yang mempunyai kapasitas angkut yang cukup memadai.



*Gambar 2. 17 Tongkang pengangkut limbah*

Sumber : (Papalangi, 2015)

3. Tongkang pengangkut kayu seiring dengan meningkatnya proses produksi pengolahan kayu, maka kebutuhan jumlah bahan baku dasar juga semakin meningkat. Pulau Kalimantan merupakan tempat penghasil kayu terbesar di Indonesia. Sedangkan kayu ini sendiri sangat dibutuhkan pabrik-pabrik pengolahan kayu di Pulau Jawa untuk proses produksi. Yang menjadi permasalahan adalah proses pengiriman bahan baku pengolahan kayu dari Pulau Kalimantan ke Pulau Jawa yang dipisahkan oleh Laut Jawa. Untuk memenuhi kebutuhan kayu ini maka perencanaan transportasi pendukung pengiriman perlu diperhatikan. Perencanaan transportasi yang dilakukan ini merupakan perencanaan dalam penentuan kapasitas pengiriman kayu dan jumlah armada yang diperlukan dalam usaha pemenuhan kebutuhan.



*Gambar 2. 18 Tongkang pengangkut kayu*

Sumber : (Greenpeace.org, 2023)

### **2.3.3 Gambaran Tongkang Pengangkut Kayu**

Kayu telah digunakan manusia selama ribuan tahun karena berbagai kelebihan seperti tampilannya yang indah dan alami, multifungsi, distribusi yang luas, kuat, mudah untuk diproses, dan merupakan bahan yang terbarukan. Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi.

Kayu memiliki beberapa sifat sekaligus, yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Pengertian kayu disini ialah sesuatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dapat dimanfaatkan untuk sesuatu



tujuan penggunaan. Baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industry maupun kayu bakar (Hidayat & Febrianto, 2018). Hal ini membuat tidak dapatnya dipungkiri kebutuhan akan penggunaan kayu ada dimana mana, dan salah satu alternatif pengiriman kayu adalah dengan menggunakan tongkang.

## 2.4 Konsep PWBS

Pada dasarnya konsep PWBS produksi kapal terbagi menjadi 3 tipe dasar yaitu : *hull construction*, *outfitting*, dan *coating* (Okayama Y., dkk, 1983). Karena pembebanan masalah pada tiap bagian berbeda dengan bagian lain, oleh karena itu pembagian tersebut memudahkan pembagian pekerjaan saat material memasuki proses fabrikasi maupun perakitan (*assembly*).

Penggunaan *Group Technology* (GT) dimaksudkan sebagai manajemen proses industri dalam mengembangkan sistem yang sangat efisien yang dimulai dengan pengklasifikasian dan tata kode. Penggunaan dimaksudkan untuk mengurangi jumlah penomoran dari komponen-komponen yang berbeda, begitu juga jumlah operasi, ukuran beban/volume kerja. Sehingga tujuan utama GT yaitu untuk mengurangi proses pekerjaan penyimpangan/pergudangan sejauh yang diinginkan. Logikanya PWBS membagi proses produksi kapal menjadi tiga jenis pekerjaan yaitu (Wahyudin, 2011).

### 2.4.1 *Hull Construction, Outfitting, dan Coating*

Klasifikasi pertama adalah *hull construction*, *outfitting* dan *coating*. Dari ketiga jenis pekerjaan tersebut masing-masing mempunyai masalah dan sifat yang berbeda dari yang lain. Selanjutnya masing-masing pekerjaan kemudian dibagi kedalam tahap fabrikasi dan *assembly*. Subdivisi *assembly* inilah yang terkait dengan zona dan yang merupakan dominasi dasar bagi zona di siklus manajemen pembangunan kapal. Zona yang berorientasi produk, yaitu *Hull Block Construction Method* (HBCM) dan sudah diterapkan untuk konstruksi lambung oleh sebagian besar galangan kapal.

### 2.4.2 *Interim Product*

Klasifikasi kedua adalah mengklasifikasikan produk berdasarkan produk antara (*interim product*) sesuai dengan sumber daya yang dibutuhkan, misalnya produk antara di bengkel *fabrication*, *assembly* dan bengkel *erection*. Sumber daya tersebut meliputi:



- a. Bahan (*material*), yang digunakan untuk proses produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya pelat baja, mesin, kabel, minyak, dan lain-lain.
- b. Tenaga kerja (*manpower*), yang dikenakan untuk biaya produksi, baik langsung atau tidak langsung, misalnya tenaga pengelasan, *outfitting* dan lain-lain.
- c. Fasilitas (*facilities*), yang digunakan untuk proses produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya, gedung, dermaga, mesin, perlengkapan, peralatan dan lain-lain
- d. Beban (*expenses*), yang dikenakan untuk biaya produksi, baik langsung maupun tidak langsung, misalnya, desain, transportasi, percobaan laut (*sea trial*), upacara, dll

#### 2.4.3 System, Zone, Area, dan Stage

Klasifikasi ketiga adalah klasifikasi berdasarkan empat aspek produksi, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pengendalian proses produksi. Aspek pertama dan kedua adalah *system* dan *zone*, merupakan sarana untuk membagi desain kapal ke masing-masing bidang perencanaan untuk diproduksi. Dua aspek produksi lainnya yaitu *area* dan *stage* merupakan sarana untuk membagi proses kerja mulai dari pengadaan material untuk pembangunan kapal sampai pada saat kapal diserahkan kepada *owner*.

Definisi dari keempat aspek produksi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Sistem adalah sebuah fungsi struktural atau fungsi operasional produksi, misalnya sekat *longitudinal*, sekat *transversal*, sistem tambat, bahan bakar minyak, sistem pelayanan, sistem pencahayaan, dan lain-lain
- b. Zona adalah suatu tujuan proses produksi dalam pembagian lokasi suatu produk, misalnya, ruang muat, *superstructure*, kamar mesin, dan lain-lain
- c. Area adalah pembagian proses produksi menurut keutamaan proses produksi ataupun masalah pekerjaan yang berdasarkan pada:
  - Bentuk (misalnya melengkung dengan *block* datar, baja dengan struktur aluminium, diameter kecil dengan diameter besar pipa, dan lain-lain).



- Kuantitas (misalnya pekerjaan dengan jalur aliran, *volume on-block* perlengkapan untuk ruang mesin dengan *volume on-block* perlengkapan selain untuk ruang mesin dan lain-lain)
  - Kualitas (misalnya kelas pekerja yang dibutuhkan, dengan kelas fasilitas yang dibutuhkan dan lain-lain)
  - Jenis pekerjaan (misalnya, penandaan (*marking*), pemotongan (*cutting*), pembengkokan (*bending*), pengelasan (*welding*), pelapisan (*coating*), pengujian (*testing*), dan lain-lain)
  - hal lain yang berkaitan dalam pekerjaan
- d. *Stage* adalah pembagian proses produksi sesuai dengan urutan pekerjaan, misalnya sub-pembuatan (*sub-steps of fabrication*), sub-perakitan (*sub assembly*), perakitan (*assembly*), pemasangan (*erection*), perlengkapan on-unit (*outfitting on-unit*), perlengkapan *on-block* (*outfitting on-block*), perlengkapan *on-board* (*outfitting on-board*), pengecatan *on-block* (*painting on-block*), dan pengecatan *on-board* (*painting on-board*).

## 2.5 Visual Basic

*Visual Basic* adalah sebuah bahasa pemrograman kuno yang merupakan awal dari bahasa-bahasa tingkat tinggi lainnya. *Visual Basic* merupakan pengembangan dari bahasa *Basic* yang diciptakan oleh Professor John Kemeny dan Thomas Eugene Kurtz dari Perguruan Tinggi Dartmouth pada pertengahan tahun 1960. Bahasa tersebut tersusun seperti bahasa Inggris yang biasa digunakan oleh programan untuk menulis program-program komputer sederhana yang berfungsi sebagai pembelajaran bagi konsep dasar pemrograman (Manik, 2020).

### 2.5.1 Macro

*Macro* adalah sebuah perintah media yang dapat membantu pekerjaan manusia, mampu merekam semua perintah yang di-*input* dan menjalankan perintah tersebut secara otomatis. *Macro* merekam kejadian (perintah) secara berurutan, sehingga serangkaian perintah tersebut dapat dijalankan dengan satu langkah. Dalam pembuatan sebuah *macro*, kita harus menginput perintah-perintah yang dapat dipahami oleh computer dalam proses



penginputan *macro* tersebut disebut *Visual Basic of Application language* (Bahasa Pemrograman) (Djamaris, 2011).

### 2.5.2 *Visual Basic Application*

Aplikasi *Visual Basic For Excel* adalah bahasa pemrograman yang memberikan perintah yang diperlukan dalam *Microsoft Excel* untuk mempercepat operasi secara otomatis. VBA (*Visual Basic Application*) atau *macro* adalah fungsi dan perintah program di MS. Office (termasuk Excel) yang disimpan di *Visual Basic* lama, atau *Visual Basic* sebelum versi NET *framework* hadir (Winamo, 2014). Dengan VBA, pekerjaan di *Office* dapat dioptimalkan.

*Visual Basic Application* (VBA), *Microsoft Excel* adalah satu produk *Microsoft Office* yang dapat digunakan sebagai program otomatisasi, artinya program ini adalah aplikasi yang digunakan untuk melakukan pekerjaan yang sama secara berulang-ulang atau pekerjaan yang banyak cukup digunakan sekali saja. Pada *Microsoft Excel* sendiri pada dasarnya bentuk pekerjaan dibuat dengan suatu prosedur dalam mengotomatisasi langkah-langkah pekerjaan yang dikelola dalam *Worksheets* (Kadam & Nimbalkar, 2015).

*Microsoft Excel* umumnya digunakan oleh kebanyakan orang dalam pemrosesan numerik karena banyaknya fungsi matematika yang dapat dikaitkan dengan statistik, ekonomi, teknik, dan banyak lagi (Chotimah, 2018).

Bahasa *Basic* pada dasarnya adalah bahasa yang mudah dimengerti sehingga pemrograman di dalam bahasa *Basic* dapat dengan mudah dilakukan meskipun oleh orang yang baru belajar membuat program (Basuki, 2006). Hal ini lebih mudah lagi setelah hadirnya *Microsoft Visual Basic*, yang dibangun dari ide untuk membuat bahasa yang sederhana dan mudah dalam pembuatan scriptnya (*simple scripting language*) untuk *graphic user interface* yang dikembangkan dalam sistem operasi *Microsoft Windows*.

*Visual Basic* merupakan bahasa pemrograman yang sangat mudah dipelajari, dengan teknik pemrograman visual yang memungkinkan penggunaannya untuk berkreasi lebih baik dalam menghasilkan suatu program aplikasi. Ini terlihat dari dasar pembuatan dalam *visual basic* adalah “*form*”, dimana pengguna dapat mengatur tampilan *form* kemudian dijalankan dalam *script* yang sangat mudah. Ledakan pemakaian *Visual Basic*



ditandai dengan kemampuan *Visual Basic* untuk dapat berinteraksi dengan aplikasi lain di dalam sistem operasi *Windows* dengan komponen *Active X Control*.

Dengan komponen ini memungkinkan pengguna untuk memanggil dan menggunakan semua model data yang ada di dalam sistem operasi *Windows*. Hal ini juga ditunjang dengan teknik pemrograman di dalam *Visual Basic* yang mengadopsi dua macam jenis pemrograman yaitu pemrograman *Visual* dan *Object Oriented Programming* (OOP). *Visual Basic* yang disematkan dalam sebuah aplikasi biasa disebut *Visual Basic for Application* (VBA) dimana aplikasi yang menggunakan VBA disebut *Host application*. *Macro* atau yang biasa dikenal dengan istilah *Visual Basic for Application* (VBA) merupakan rangkaian perintah-perintah dan fungsi yang tersimpan dalam modul *Microsoft Visual Basic Editor* dan dapat dijalankan sewaktu-waktu (Lestari, 2014).

Penggunaan VBA di *MS-excel* sendiri menyediakan banyak fungsi *inbuilt*. *MS-Excel* hanya menyediakan fungsi *inbuilt* dasar yang mungkin tidak cukup untuk melakukan perhitungan yang rumit. Dalam keadaan seperti itu VBA menjadi solusi yang paling jelas.

Dalam *excel* terdapat dua macam *function* yang bisa dipergunakan dalam sebuah *sheet*. Fungsi pertama yaitu *builtin function* yaitu fungsi yang telah disediakan oleh *excel*. Fungsi yang kedua yaitu *userdefined function* yang merupakan rumus atau fungsi buatan sendiri sebagai pengguna *excel*.

*Visual basic for application* adalah program yang digunakan untuk membuat dan mengedit kode *macro* dengan menggunakan bahasa VB. Dengan *visual basic application*, anda dapat mengedit *macro* dan menyalin *macro* dari satu modul ke modul lain, menyalin *macro* antara *workbook* yang berbeda, menggaganti modul yang menyimpan *macro* atau mengganti *macro*.

## 2.6 Algoritma Pemrograman dan *Flow chart*

Kata Algoritma berasal dari nama seorang ilmuwan asal Persia, Abu Ja'far Mohammed Ibn Musa Al – Khowarizmi yang menulis kitab “Al Jabr Wal – Muqabala” (*Rules of Restoration and Reduction*), 825 M. Abu Ja'far Mohammed mengartikan



algoritma sebagai seperangkat instruksi yang berurutan dari awal sampai selesai (Djamaris, 2011).

Pengertian algoritma lainnya dari algoritma adalah sebuah alur pemikiran dalam memecahkan suatu pekerjaan yang dituangkan secara tertulis. Algoritma dapat berupa kalimat, gambar, atau tabel tertentu. Algoritma merupakan sebuah pemikiran, artinya dimungkinkan adanya algoritma yang berbeda dari setiap orang (Sindar, 2018).

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa algoritma adalah seperangkat alur instruksi dari awal sampai selesai yang bertujuan untuk memecahkan sesuatu, dapat berupa kalimat, gambar, ataupun tabel tertentu dan bersifat logis (bernilai salah atau benar). Komponen teks algoritma dalam pemrograman procedural dapat berupa:

- Instruksi dasar seperti *input/output*, *assignment*
- *Sequence* (runtutan)
- Analisa kasus
- Perulangan

Contoh dari algoritma sederhana yaitu proses mengirim surat yang dimulai dari: i/ Mulai menulis surat, ii/ Memasukan surat dalam amplop, iii/ Menempelkan peranko pada amplop, iv/ Menuliskan alamat tujuan dan pengirim surat, v/ Pergi ke kantor pos dengan membawa surat, vi/Masukan surat pada bis surat, vii/ Selesai.

Manusia berkomunikasi dengan komputer dengan cara memberikan seperangkat perintah kepada komputer berupa instruksi – instruksi dalam bentuk pembuatan program. Agar komputer mengerti instruksi – instruksi tersebut, diperlukan sebuah bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman yang di-*input* oleh manusia ke komputer adalah salah satu contoh dari algoritma. Algoritma yang baik apabila manusia dapat meng-*input* bahasa pemrograman dari awal sampai selesai ke komputer sehingga perintah tersebut dapat dijalankan dengan benar (*output*). Bahasa pemrograman sangat bermacam – macam, seperti C, C++, *Pascal*, *Java*, *C#*, *Basic*, Perl, PHP, ASP, JSP, J#, J++, *Visual Basic*, *Visual Basic for Application* dan masih banyak bahasa lainnya. Dari berbagai bahasa pemrograman cara memberikan instruksinya berbeda – beda namun bertujuan menghasilkan output yang sama.



### 2.6.1 Karakteristik Algoritma

Algoritma komputer memiliki beberapa karakteristik yang harus dipenuhi agar menjadi algoritma yang baik (Djamaris, 2011). Karakteristik itu antara lain:

- Presisi

Langkah – langkah penyelesaian masalah dalam algoritma haruslah secara presisi (tepat) dinyatakan, tidak mengandung ambiguitas.

- Keunikan

Hasil pertengahan dalam tiap langkah eksekusi suatu algoritma didefinisikan secara khas dan merupakan pengolahan dari hasil eksekusi langkah sebelumnya.

- Keterbatasan

Algoritma harus terbatas dan berhenti pada suatu titik setelah semua eksekusi dilaksanakan.

- Input

Algoritma menerima input.

- Output

Algoritma menghasilkan output.

- General

Algoritma berlaku untuk suatu kumpulan input tertentu.

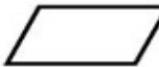
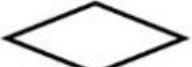
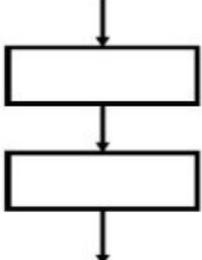
### 2.6.2 Notasi Algoritma

Dalam suatu penulisan algoritma terkadang sulit untuk menulis, mengerti dan memahami maksud dari algoritma tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan notasi – notasi algoritma. Notasi algoritma merupakan rancangan penyelesaian masalah (algoritma) yang dituliskan ke dalam notasi (cara penulisan khusus). Notasi algoritma yang sering digunakan ada 3 macam (Djamaris, 2011), yaitu :

1. Notasi deskriptif, yaitu dengan cara menuliskan langkah – langkah penyelesaian masalah dengan kalimat – kalimat yang jelas dan deskriptif disertai dengan urutan (nomor urut) yang jelas. Notasi ini cocok untuk algoritma yang pendek, namun untuk masalah yang algoritmanya besar, notasi ini jelas tidak efektif. Selain itu, pengkonversian notasi algoritma ke notasi bahasa pemrograman cenderung relatif sukar.

2. Notasi bagian alir (*Flow chart*), yaitu algoritma menggunakan bagan alir dengan memanfaatkan bentuk-bentuk geometri seperti persegi panjang, jajaran genjang, lingkaran, dan sebagainya. Sama halnya dengan notasi deskriptif, notasi ini cocok untuk algoritma yang pendek, namun untuk masalah yang algoritmanya besar, notasi ini jelas tidak efektif. Selain itu, pengkonversian notasi algoritma ke notasi bahasa pemrograman cenderung relatif sukar. Adapun simbol-simbol yang digunakan dalam penyusunan *flow chart* adalah:

Tabel 2. 3 Simbol-simbol *flow chart*

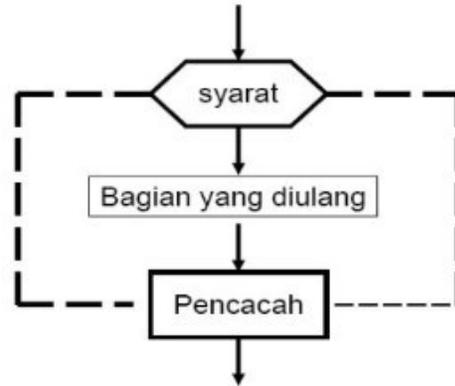
Keterangan	Simbol
<b>Mulai/selesai (<i>terminator</i>)</b>	
<b>Aliran data</b> <i>Input/Output</i>	
<b>Proses</b>	
<b>Percabangan (<i>Decision</i>)</b>	
<b>Pemberian nilai awal suatu variabel (<i>Preparation</i>)</b>	
<b>Memanggil prosedur/fungsi (<i>Call</i>)</b>	
<b>Connector (di halaman yang sama)</b>	
<b>Connector (di halaman yang sama)</b>	
<b>Sequence Process</b>	



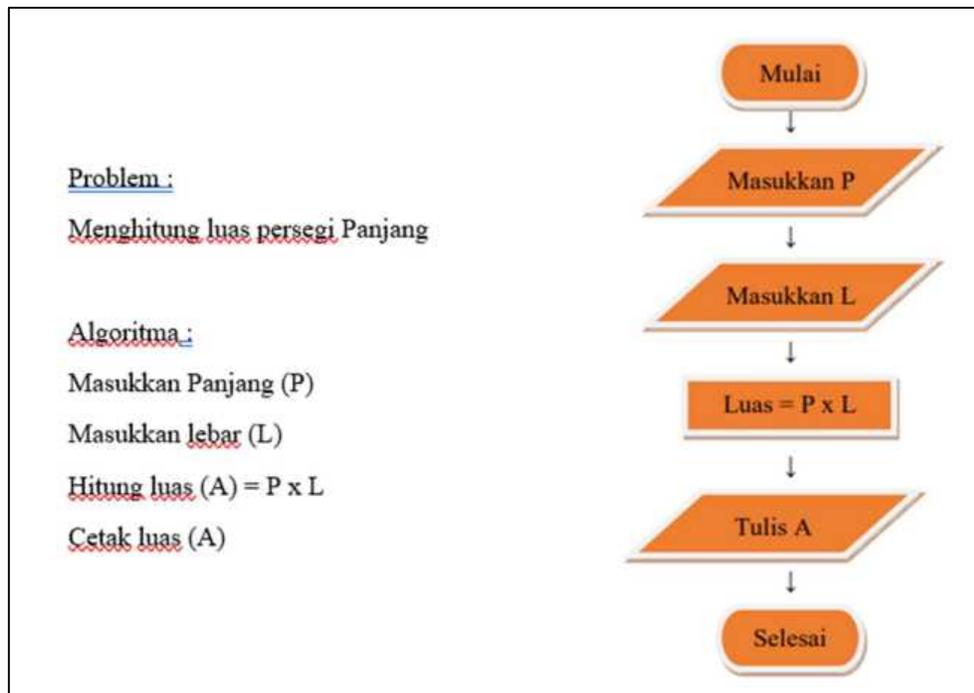
Keterangan

Simbol

**Perulangan**



Sumber : (Djamaris, 2011)



Gambar 2. 19 Contoh flow chart

Sumber : (Djamaris, 2011)



3. Notasi *Pseudo-code*, yaitu notasi algoritma yang praktis dan mirip dengan bahasa pemrograman tingkat tinggi seperti *Pascal*. Banyak notasi *pseudo-code* yang digunakan oleh para ahli komputer dan berbeda – beda sehingga tidak ada aturan baku dalam penulisan *pseudo-code* ini, tetapi yang paling banyak digunakan dalam algoritma pemrograman adalah yang mendekati bahasa *pascal*. Keuntungan menggunakan notasi *pseudo-code* adalah kemudahan mengkonversinya lebih tepat yang disebut mentranslasi ke notasi bahasa pemrograman, karena terdapat korespondensi antara setiap *pseudo code* dengan notasi bahasa pemrograman.

Tabel 2. 4 Perbandingan penulisan notasi deskriptif dengan *pseudo-code*

Algoritma	Pseudo-code
Nilai A ditambah dengan 5	$A \leftarrow A+5$
cetak nilai A bila lebih besar dari 10	IF A > 10 THEN PRINT A
dari dua bilangan A dan B, cari bilangan yang terbesar	IF A > B THEN PRINT A LESE PRINT B

Sumber : (Djamaris, 2011)

### 2.6.3 Aturan Penulisan Teks Algoritma

Teks algoritma berisi deskripsi langkah – langkah penyelesaian masalah. Deskripsi tersebut dapat ditulis dalam bentuk notasi apapun, asalkan mudah dibaca dan dimengerti. Tiap orang dapat membuat aturan penulisan dan algoritma sendiri. Namun, agar notasi algoritma dapat dengan mudah ditranslasi ke alam notasi bahasa pemrograman, sebaiknya notasi algoritma itu berkoresponden dengan notasi bahasa pemrograman secara umum. Pada dasarnya, teks algoritma disusun atas tiga bagian (*block*) yaitu bagian judul (*header*) algoritma, bagian deklarasi, dan bagian deskripsi (Djamaris, 2011).



### 1. Judul Algoritma

Merupakan bagian yang terdiri atas nama algoritma dan penjelasan (spesifikasi) tentang algoritma tersebut. Nama algoritma sebaiknya singkat, namun cukup menggambarkan apa yang akan dilakukan oleh algoritma tersebut. Di bawah nama algoritma sering dinamakan juga spesifikasi algoritma. Algoritma harus ditulis sesuai dengan spesifikasi yang didefinisikan.

### 2. Deklarasi

Didalam algoritma, deklarasi nama adalah bagian untuk mendefinisikan semua nama yang dipakai didalam algoritma. Nama tersebut dapat berupa nama tetapan, nama peubah, nama tipe, nama prosedur dan nama fungsi.

### 3. Deskripsi

Merupakan bagian terpenting dari struktur algoritma. Bagian ini berisi uraian langkah langkah penyelesaian masalah. Langkah – langkah ini dituliskan dengan notasi yang lazim dalam penulisan algoritma. Setiap langkah algoritma dibaca dari langkah paling atas hingga langkah paling bawah. Urutan penulisan menepntukan urutan pelaksanaan perintah.