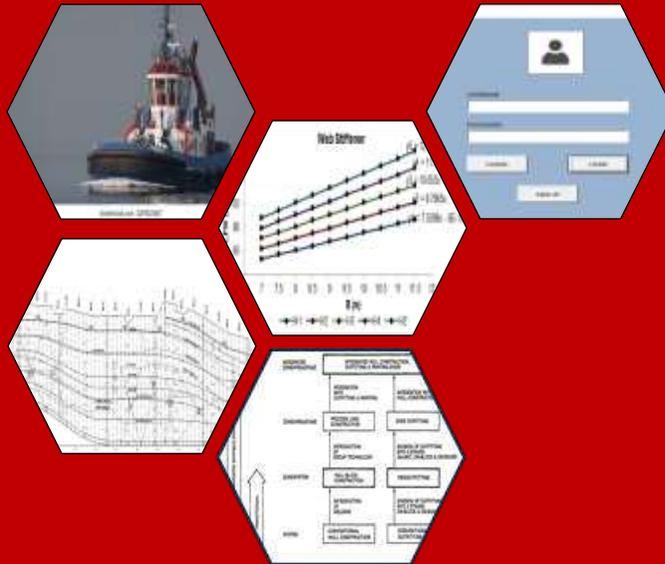


PEMODELAN KEBUTUHAN MATERIAL COATING PADA KAPAL TUGBOAT



VINNY VIONITA
D031201055



Optimization Software:
www.balesio.com

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

**PEMODELAN KEBUTUHAN MATERIAL COATING PADA KAPAL
TUGBOAT**

**VINNY VIONITA
D031201055**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



PEMODELAN KEBUTUHAN MATERIAL COATING PADA KAPAL TUGBOAT

VINNY VIONITA
D031201055

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program studi Teknik Perkapalan

pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



SKRIPSI

**PEMODELAN KEBUTUHAN MATERIAL COATING PADA KAPAL
TUGBOAT**

VINNY VIONITA
D031201055

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Teknik Perkapalan
pada tanggal dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Sarjana Teknik Perkapalan
Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa

Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,



Mengetahui:
Ketua Program Studi,



din L, ST., MT.
99412 1 001

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



Optimization Software:
www.balesio.com

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Pemodelan Kebutuhan Material Coating pada Kapal *Tugboat*" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing **Farianto Fachruddin L, ST., MT.** sebagai Pembimbing Utama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 26 Juni 2024



VINNY VIONITA
D031201055



Optimization Software:
www.balesio.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pemodelan Kebutuhan Material *Coating* pada Kapal *Tugboat*” yang disusun guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S1) di Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari banyak banyak hal hambatan dan tantangan yang dihadapi, namun dengan kesabaran dan keikhlasan serta bantuan dan bimbingan berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penulis menyadari dengan sepenuh hati bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi kesempurnaan tulisan ini. Selanjutnya ucapan terimakasih kepada pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan tulisan ini. Dengan ketulusan hati, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda Kariman dan Ibunda Yulianti S.T Massora, orang tua tercinta yang tiada hentinya memberikan kasih sayang, doa dan dukungan serta motivasi selama ini. Penulis percaya bahwa setiap langkah yang dilalui penulis adalah hasil dari doa orang tua tercinta.
 2. Kepala Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin Bapak Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST., MT. yang telah mengesahkan skripsi ini.
 3. Bapak Farianto Fachruddin L, ST., MT. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan, arahan, nasihat, dan selalu meluangkan waktu memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
 4. Bapak Moh. Rizal Firmansyah, ST., MT., M.Eng. dan Fadhil Rizky Clausthaldi, ST., B.Eng., M.Sc., selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan dan saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
 5. Dosen-dosen Departemen Teknik Perkapalan yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berharga kepada penulis selama masa perkuliahan.
 6. Segenap Staff Administrasi Departemen Teknik Perkapalan yang sangat membantu penulis dalam berbagai urusan administrasi selama selama perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
 7. Kepada Bapak Aris Kustiawan, Andry Setyawan, dan Bayu Al Fahmi L. dan semua pihak PT. Orela Shipyard yang telah membantu memberikan ilmu serta data penelitian yang dibutuhkan oleh penulis.
 8. Kepada Febryanti Ranteallo dan Measy Angelina Manglaen Lembang yang selalu meluangkan waktu membantu dan memberi masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
- terima kasih kepada kelompok Magang Orela (Afra, Momo, Alfandi, Deni, dan Awing) yang telah bersama-sama melaksanakan magang selama 5 bulan, hingga saat ini bersama-sama menyelesaikan skripsi.
- terima kasih kepada seluruh staf dan dosen di Labo Rancang Bangun Kapal (RBK'20) yang telah sama-sama saling memberi masukan selama penyusunan skripsi.



11. Saudara seperjuangan di Teknik Perkapalan Angkatan 2020 (CHAZER'20) yang telah mendukung penulis selama masa perkuliahan.
12. Kepada keluarga besar dan orang-orang tedekat penulis yang telah terlibat dalam penulisan skripsi ini baik dengan memberikan dukungan maupun secara langsung membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Gowa, 27 Juni 2024
Penulis

VINNY VIONITA



ABSTRAK

VINNY VIONITA. **Pemodelan kebutuhan material coating pada kapal tugboat** (dibimbing oleh Farianto Fachruddin L.).

Cat merupakan salah satu komponen penting dalam proses pembangunan kapal karena berfungsi sebagai perlindungan bangunan kapal dari proses perkaratan (korosi) dan penempelan binatang laut pada permukaan lambung kapal (*biofouling*). *Marine Coating* merupakan sebutan umum cat kapal untuk membedakan dengan jenis cat lain seperti *International Paint Indonesia* (IPI) dan Hempel. Penelitian ini bertujuan untuk memvariasikan model matematika dalam menghitung kebutuhan material *coating* kapal *tugboat*. Metode perhitungan kebutuhan material *coating* berupa pemodelan matematis, dimana model merupakan fungsi dari daya mesin utama kapal. Model tersebut menjadi dasar dalam pembuatan program aplikasi berbasis *Visual Basic Application* (VBA) *Excel*. Program aplikasi berfitur antaralain menu *login*, menu *register*, menu input daya mesin, dimensi konstruksi dan menu luas permukaan hingga menghasilkan jumlah kebutuhan material *coating* serta total biaya sebagai tampilan akhir. Program aplikasi digunakan untuk simulasi, dimana hasilnya menunjukkan bahwa: 1) nilai BHP semakin besar maka nilai kebutuhan material *coating* (lt) serta biayanya juga semakin besar, 2) berdasarkan grafik hubungan antara daya mesin dengan kebutuhan material *coating* serta biaya material *coating* terdapat beberapa model yang non linear (kuadratik) karena pengaruh dari perubahan ukuran utama tiap penambahan daya mesin tidak terlalu signifikan, 3) dari kedua merk *coating* yang dipilih total kebutuhan material *coating* tiap lapisan pada merk *International Paint Indonesia* (IPI) cenderung lebih kecil dibandingkan merk Hempel karena pengaruh dari nilai volume padatan (*solid volume*), DFT (*dry film thickness*), dan WFT (*wet film thickness*) merk IPI lebih besar dibandingkan merk Hempel sehingga total kebutuhan material *coating* tiap lapisan pada merk IPI cenderung lebih kecil, 4) biaya material *coating* merk IPI lebih besar dibandingkan merk Hempel karena harga pasaran *coating* merk IPI lebih mahal jika dibandingkan dengan *coating* merk Hempel.

Kata kunci : *coating*, pemodelan, *tugboat*, daya mesin, VBA



ABSTRACT

VINNY VIONITA. **Modeling of coating material requirements on tugboats** (supervised by Farianto Fachruddin L.).

Coating is an important component in the ship building process because it functions to protect the ship building from rusting (corrosion) and the attachment of marine animals to the surface of the ship's hull (biofouling). Marine Coating is the general name for ship paint to differentiate it from other types of paint such as International Paint Indonesia (IPI) and Hempel. This research aims to vary the mathematical model in calculating the coating material requirements for tugboats. The method for calculating coating material requirements is in the form of mathematical modeling, where the model is a function of the ship's main engine power. This model is the basis for creating Excel Visual Basic Application (VBA) based application programs. The application program features a login menu, register menu, machine power input menu, construction dimensions and surface area menu to produce the amount of coating material required and the total cost as a final display. The application program is used for simulation, where the results show that: 1) the greater the BHP value, the greater the value of coating material requirements (lt) and costs, 2) based on the graph of the relationship between engine power and coating material requirements and coating material costs, there are several models which is non-linear (quadratic) because the effect of changes in the main size for each increase in engine power is not very significant, 3) of the two coating brands selected, the total requirement for coating material per layer for the International Paint Indonesia (IPI) brand tends to be smaller than for the Hempel brand due to the influence from the solid volume, DFT (dry film thickness) and WFT (wet film thickness) values of the IPI brand are greater than the Hempel brand so that the total need for coating material for each layer in the IPI brand tends to be smaller, 4) the cost of coating material for the IPI brand IPI is bigger than the Hempel brand because the market price of IPI brand coating is more expensive compared to Hempel brand coating.

Key words: coating, modeling, tugboat, engine power, VBA



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Karakteristik Kapal <i>Tugboat</i>	2
1.2.1 Jenis-jenis Kapal <i>Tugboat</i>	2
1.3 Teknologi Produksi Kapal	4
1.3.1 <i>Conventional Hull Construction and Outfitting</i>	4
1.3.2 <i>Hull Block Construction Method (HBCM) and Pre-Outfitting</i>	5
1.3.3 <i>Process-lane Hull Construction and Zone Outfitting</i>	5
1.3.4 <i>Integrated Hull Construction, Outfitting, and Painting (IHOP)</i>	5
1.4 Konsep <i>Product Work Breakdown Structure (PWBS)</i>	6
1.4.1 <i>Hull Block Construction Method (HBCM)</i>	6
1.4.2 <i>Zone Outfitting Method (ZOFM)</i>	11
1.4.3 <i>Zone Printing Method (ZPTM)</i>	12
1.5 Teori Pengecatan	14
1.5.1 Bahan-bahan Penyusun Cat	14
Pengecatan	15
Pilihan Pengecatan	17
Pengecatan	18
an Cat	18
ng	19



1.5.7 Ketebalan Coating.....	19
1.5.8 Perhitungan Kebutuhan Material Coating	20
1.6 Teori Pemodelan.....	22
1.6.1 Jenis-jenis Model	23
1.6.2 Model Matematika.....	24
1.7 Algoritma Pemrograman dan Flow Chart	25
1.7.2 Karakteristik Algoritma	26
1.7.3 Notasi Algoritma	27
1.7.4 Aturan Penulisan Teks Algoritma.....	28
1.8 Visual Basic.....	29
1.8.1 Visual Basic Editor	29
1.8.2 Visual Basic Application	29
1.8.3 Menampilkan Userform VBA pada Excel.....	35
1.9 Rumusan Masalah	37
1.10 Tujuan Penelitian	37
BAB II METODE PENELITIAN	38
2.1 Identifikasi dan Pengumpulan Data Penelitian	38
2.1.1 Data.....	38
2.1.2 Metode Analisis Data	38
2.2 Tahapan Penelitian	38
2.2.1 Pemodelan Ukuran Utama Kapal	39
2.2.2 Pemodelan Perhitungan Luas Permukaan Elemen Konstruksi.....	39
2.2.3 Perhitungan Kebutuhan Elemen <i>Coating</i>	39
2.2.4 Perencanaan Otomatisasi Perhitungan Kebutuhan <i>Coating</i>	39
2.3 Kerangka Pikir.....	39
2.4 Waktu Penelitian	41
2.5 Jadwal Penelitian	41
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
.....perti Kapal <i>Tugboat</i>	42
.....er Penelitian	42
.....ngan Jumlah Data	42
.....uran Utama dengan Parameter Daya Mesin	48
.....ya Mesin ≤ 1000 HP	48



3.2.2 Range Daya Mesin $1000 < HP \leq 1500$	52
3.2.3 Range Daya Mesin $1500 < HP \leq 2000$	56
3.3 Pemodelan Kebutuhan Elemen Coating.....	60
3.3.1 Internal Area.....	60
3.3.2 <i>Undewater Area</i>	85
3.3.3 <i>Top Side Area</i>	85
3.3.4 <i>Main Deck Area</i>	86
3.3.5 <i>Support Beam Area</i>	86
3.4 Perancangan Aplikasi Otomatisasi berbasis VBA Excel	86
3.4.1 Menu <i>Login</i>	86
3.4.2 Menu <i>Register</i>	88
3.4.3 Menu Utama.....	90
3.4.4 Menu Input	91
3.4.5 Menu Dimensi Konstruksi	93
3.4.6 Menu Area & Total Kebutuhan Material <i>Coating</i>	95
3.4.7 Menu Luas Permukaan	96
3.4.8 Menu <i>Coating Brand</i>	98
3.4.9 Menu International Paint Indonesia (IPI) <i>Coating Area</i>	99
3.4.10 Menu Hempel <i>Coating Area</i>	101
3.4.11 Menu <i>International Paint Indonesia (IPI) Coating Cost</i>	103
3.4.12 Menu Hempel <i>Coating Cost</i>	104
3.5 Simulasi Hasil.....	106
3.5.1 IPI (<i>International Paint Indonesia</i>).....	106
3.5.2 Hempel.....	120
3.6 Analisis dan Pembahasan	135
BAB IV PENUTUP	138
4.1 Kesimpulan	138
4.2 Saran.....	140
.....	141



DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
Tabel 1 Ketebalan coating berdasarkan STG Guideline No. 2215.....	20
Tabel 2 Tingkat kekerasan permukaan.....	22
Tabel 3 Simbol-simbol flow chart.....	27
Tabel 4 Perbandingan penulisan algoritma notasi deskriptif dengan <i>pseudo-code</i>	28
Tabel 5 Jadwal Penelitian	41
Tabel 6 Ukuran utama kapal model penelitian	42
Tabel 7 Data ukuran utama dan daya mesin kapal <i>tugboat</i>	43
Tabel 8 Data kapal ≤ 1000 HP	45
Tabel 9 Data kapal $1000 < \text{HP} \leq 1500$	46
Tabel 10 Data kapal $1500 < \text{HP} \leq 2000$	48
Tabel 11 Data kapal ≤ 1000 HP setelah eliminasi LOA.....	49
Tabel 12 Data kapal ≤ 1000 HP setelah eliminasi LBP	49
Tabel 13 Data kapal ≤ 1000 HP setelah eliminasi B.....	50
Tabel 14 Data kapal ≤ 1000 HP setelah eliminasi H	51
Tabel 15 Data kapal ≤ 1000 HP setelah eliminasi T	52
Tabel 16 Data kapal $1000 < \text{HP} \leq 1500$ setelah eliminasi LOA.....	53
Tabel 17 Data kapal $1000 < \text{HP} \leq 1500$ setelah eliminasi LBP	53
Tabel 18 Data kapal $1000 < \text{HP} \leq 1500$ setelah eliminasi B	54
Tabel 19 Data kapal $1000 < \text{HP} \leq 1500$ setelah eliminasi H	55
Tabel 20 Data kapal $1000 < \text{HP} \leq 1500$ setelah eliminasi T.....	55
Tabel 21 Data kapal $1500 < \text{HP} \leq 2000$ setelah eliminasi LOA.....	57
Tabel 22 Data kapal $1500 < \text{HP} \leq 2000$ setelah eliminasi LBP	57
Tabel 23 Data kapal $1500 < \text{HP} \leq 2000$ setelah eliminasi B	58
Tabel 24 Data kapal $1500 < \text{HP} \leq 2000$ setelah eliminasi H	58
Tabel 25 Data kapal $1500 < \text{HP} \leq 2000$ setelah eliminasi H	59
Tabel 26 Panjang total gading utama berdasarkan variasi tinggi kapal	61
Tabel 27 Panjang total gading utama berdasarkan variasi panjang kapal	62
Tabel 28 Panjang total gading besar berdasarkan variasi tinggi kapal	63
Tabel 29 Panjang total gading besar berdasarkan variasi panjang kapal	63
Tabel 30 Panjang total balok geladak berdasarkan variasi tinggi kapal.....	64
Tabel 31 Panjang total balok geladak berdasarkan variasi lebar kapal	65
Tabel 32 Panjang total penumpu & pelintang geladak berdasarkan variasi tinggi kapal	66
.....	66
al penumpu & pelintang geladak berdasarkan variasi lebar kapal.....	66
al gading alas berdasarkan variasi tinggi kapal.....	67
al gading alas berdasarkan variasi lebar kapal	68
al <i>side stringer</i> berdasarkan variasi panjang kapal	69
al <i>stiffener</i> berdasarkan variasi tinggi kapal	70
al <i>stiffener</i> berdasarkan variasi lebar kapal.....	70
al <i>web stiffener</i> berdasarkan variasi tinggi kapal.....	71



Tabel 40 Panjang total <i>web stiffener</i> berdasarkan variasi lebar kapal	72
Tabel 41 Panjang total <i>center deck girder</i> berdasarkan variasi panjang kapal ..	74
Tabel 42 Panjang total <i>side deck girder</i> berdasarkan variasi panjang kapal.....	75
Tabel 43 Panjang total <i>breast hook</i> berdasarkan variasi lebar kapal	76
Tabel 44 Panjang total <i>breast hook</i> berdasarkan variasi panjang kapal	77
Tabel 45 Jumlah <i>bracket main frame</i> berdasarkan variasi panjang	79
Tabel 46 Jumlah <i>bracket web frame</i> berdasarkan variasi panjang	80
Tabel 47 Jumlah <i>bracket stiffener</i> berdasarkan variasi panjang	81
Tabel 48 Jumlah <i>bracket web stiffener</i> berdasarkan variasi panjang.....	82
Tabel 49 Jumlah <i>bracket transversal bulkhead</i> berdasarkan variasi tinggi kapal	83
Tabel 50 Jumlah <i>bracket transversal bulkhead</i> berdasarkan variasi tinggi kapal	84
Tabel 51 Total Kebutuhan Coating dan Biaya dengan $HP < 1000$	107
Tabel 52 Total Kebutuhan Coating dan Biaya dengan $1000 \leq HP < 1500$	112
Tabel 53 Total Kebutuhan Coating dan Biaya dengan $1500 \leq HP \leq 2000$	117
Tabel 54 Total Kebutuhan Coating dan Biaya dengan $HP < 1000$	122
Tabel 55 Total Kebutuhan Coating dan Biaya dengan $1000 \leq HP < 1500$	127
Tabel 56 Total Kebutuhan Coating dan Biaya dengan $1500 \leq HP \leq 2000$	132
Tabel 57 Perbandingan Total Kebutuhan <i>Coating</i> Berdasarkan Merk <i>Coating</i>	136
Tabel 58 Perbandingan harga dasar material <i>coating</i> berdasarkan merk <i>coating</i>	137



DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
Gambar 1 <i>Seagoing Tug</i>	2
Gambar 2 <i>Escort Tug</i>	3
Gambar 3 <i>Harbour Tug</i>	3
Gambar 4 Sejarah Perkembangan Metode Pembangunan Kapal	4
Gambar 5 Tahapan Pembangunan Kapal Berdasarkan <i>HMBC</i>	7
Gambar 6 Aspek Produksi <i>HBCM</i>	8
Gambar 7 <i>Part Fabrication</i>	9
Gambar 8 <i>Part Assembly</i>	10
Gambar 9 <i>Sub-Block Assembly</i>	11
Gambar 10 Pengelompokan pengerjaan pengecatan dengan <i>ZPTM</i>	13
Gambar 11 Contoh sistem pengecatan yang diterapkan <i>ZPTM</i>	13
Gambar 12 Peralatan standar blasting di lapangan	17
Gambar 13 Jenis-Jenis Model	23
Gambar 14 Tahapan-tahapan pemodelan matematika	24
Gambar 15 Tampilan <i>Visual Basic For Applications</i>	31
Gambar 16 Tampilan Menu Excel Options	31
Gambar 17 Tampilan Menu Develover	32
Gambar 18 Tampilan Menu Developer	32
Gambar 19 Tampilan Jendela Assign Macro	33
Gambar 20 Tampilan Jendela Kerja	33
Gambar 21 Tampilan Jendela Kode	34
Gambar 22 Tampilan Kotak Input	34
Gambar 23 Tampilan hasil proses program	35
Gambar 24 Tampilan Microsoft Excel.....	35
Gambar 25 Tampilan Microsoft Visual Basic	36
Gambar 26 Tampilan Input data	36
Gambar 27 Bukaan Kulit Kapal Tugboat S-151 29 m.....	38
Gambar 28 Kerangka pikir	40
Gambar 29 <i>General arrangement</i> kapal <i>tugboat</i> S151 29 m.....	42
Gambar 30 Hubungan LOA (m) dan daya mesin (HP).....	49
Gambar 31 Hubungan LBP (m) dan daya mesin (HP)	50
Gambar 32 Hubungan B (m) dan daya mesin (HP).....	51
Gambar 33 Hubungan H (m) dan daya mesin (HP)	51
Gambar 34 Hubungan T (m) dan daya mesin (HP).....	52
..... LOA (m) dan daya mesin (HP).....	53
..... LBP (m) dan daya mesin (HP)	54
..... B (m) dan daya mesin (HP).....	54
..... H (m) dan daya mesin (HP)	55
..... T (m) dan daya mesin (HP).....	56
..... LOA (m) dan daya mesin (HP).....	57
..... LBP (m) dan daya mesin (HP)	57



Gambar 42 Hubungan B (m) dan daya mesin (HP).....	58
Gambar 43 Hubungan H (m) dan daya mesin (HP)	59
Gambar 44 Hubungan T (m) dan daya mesin (HP).....	59
Gambar 45 Ilustrasi konstruksi profil L.....	60
Gambar 46 Hubungan panjang total gading utama berdasarkan variasi panjang kapal	62
Gambar 47 Hubungan panjang total gading besar berdasarkan variasi panjang kapal	64
Gambar 48 Hubungan panjang total balok geladak berdasarkan variasi lebar kapal ...	65
Gambar 49 Hubungan panjang total penumpu & pelintang geladak berdasarkan variasi lebar kapal.....	67
Gambar 50 Hubungan panjang total gading alas berdasarkan variasi lebar kapal	68
Gambar 51 Hubungan panjang <i>total side stringer</i> berdasarkan variasi panjang kapal.	69
Gambar 52 Hubungan panjang total <i>stiffener</i> berdasarkan variasi lebar kapal.....	71
Gambar 53 Hubungan panjang total <i>web stiffener</i> berdasarkan variasi lebar kapal	72
Gambar 54 Ilustrasi konstruksi profil T	73
Gambar 55 Hubungan panjang total <i>center deck girder</i> berdasarkan variasi panjang kapal.....	74
Gambar 56 Hubungan panjang total <i>center deck girder</i> berdasarkan variasi panjang kapal.....	75
Gambar 57 Hubungan panjang total <i>breast hook</i> berdasarkan variasi panjang kapal..	78
Gambar 58 Ilustrasi konstruksi <i>bracket</i>	78
Gambar 59 Hubungan <i>bracket main frame</i> berdasarkan variasi panjang	80
Gambar 60 Hubungan <i>bracket web frame</i> berdasarkan variasi panjang	81
Gambar 61 Hubungan <i>bracket stiffener</i> berdasarkan variasi panjang	82
Gambar 62 Hubungan <i>bracket web stiffener</i> berdasarkan variasi panjang.....	83
Gambar 63 Hubungan jumlah <i>bracket transversal bulkhead</i> berdasarkan variasi tinggi kapal.....	84
Gambar 64 Tampilan Menu Login	87
Gambar 65 Algoritma Menu Login	87
Gambar 66 Tampilan menu <i>register</i>	88
Gambar 67 Algoritma menu register.....	89
Gambar 68 Tampilan menu utama	90
Gambar 69 Algoritma menu utama.....	90
Gambar 70 Tampilan menu input	91
Gambar 71 Algoritma Menu Input.....	92
Gambar 72 Tampilan menu dimensi konstruksi	93
Gambar 73 Algoritma menu konstruksi profil.....	94
Gambar 74 Tampilan menu area & total kebutuhan material <i>coating</i>	95
Gambar 75 Algoritma menu area & total kebutuhan material <i>coating</i>	95
menu luas permukaan 1	96
menu luas permukaan 2	97
menu luas permukaan	97
menu <i>coating brand</i>	98
menu <i>coating brand</i>	99
menu <i>International Paint Indonesia (IPI) coating area</i>	100



Gambar 82 Algoritma menu area pengecatan.....	100
Gambar 83 Tampilan menu Hempel <i>coating area</i>	101
Gambar 84 Algoritma menu Hempel <i>coating area</i>	102
Gambar 85 Tampilan menu <i>international coating</i>	103
Gambar 86 Algoritma menu <i>international coating</i>	103
Gambar 87 Tampilan menu <i>hempel coating</i>	104
Gambar 88 Algoritma menu <i>hempel coating cost</i>	105
Gambar 89 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy anticorrosive</i>	108
Gambar 90 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy primer/ finish</i>	108
Gambar 91 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy tie coat</i>	108
Gambar 92 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>polyurethane finish</i> .	109
Gambar 93 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>tin free antifouling</i> ...	109
Gambar 94 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan <i>thinner</i> GTA004.....	109
Gambar 95 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan <i>thinner</i> GTA220.....	110
Gambar 96 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan <i>thinner</i> GTA733.....	110
Gambar 97 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy anticorrosive</i>	113
Gambar 98 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy primer/ finish</i>	113
Gambar 99 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy tie coat</i>	113
Gambar 100 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>polyurethane finish</i>	114
Gambar 101 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>tin free antifouling</i> .	114
Gambar 102 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner GTA004.....	114
Gambar 103 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner GTA220.....	115
Gambar 104 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner GTA733.....	115
Gambar 105 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy anticorrosive</i>
.....	118
Gambar 106 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy primer/ finish</i>
.....	118
Gambar 107 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy tie coat</i>	118
Gambar 108 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>polyurethane finish</i>	119
Gambar 109 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>tin free antifouling</i> .	119
Gambar 110 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner GTA004.....	119
Gambar 111 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner GTA220.....	120
Gambar 112 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner GTA220.....	120
Gambar 113 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy anticorrosive</i>
.....	123
Gambar 114 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy primer/ finish</i>
.....	123
Gambar 115 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy tie coat</i>	123
Gambar 116 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>polyurethane finish</i>	124
Gambar 117 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>tin free antifouling</i> .	124
Gambar 118 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner H/08080	124
Gambar 119 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner H/08450	125
Gambar 120 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy anticorrosive</i>
.....	128



Gambar 121 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy primer/ finish</i>	128
Gambar 122 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy tie coat</i>	128
Gambar 123 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>polyurethane finish</i>	129
Gambar 124 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>tin free antifouling</i> .	129
Gambar 125 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner H/08080	129
Gambar 126 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner H/08450	130
Gambar 127 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy anticorrosive</i>	133
Gambar 128 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy primer/ finish</i>	133
Gambar 129 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>epoxy tie coat</i>	133
Gambar 130 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>polyurethane finish</i>	134
Gambar 131 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan lapisan <i>tin free antifouling</i> .	134
Gambar 132 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner H/08080	134
Gambar 133 Hubungan daya mesin dan total kebutuhan thinner H/08450	135
Gambar 134 Perbandingan total kebutuhan material coating	136
Gambar 135 Perbandingan harga dasar material <i>coating</i>	137





Optimization Software:
www.balesio.com

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu material pokok dalam pembangunan suatu kapal adalah cat. Cat adalah materi pelapis berpigmen dalam bentuk cair, pasta, atau bubuk yang bila diaplikasikan diatas substrat akan membentuk lapisan film tak tembus cahaya dengan sifat teknis proteksi, dekorasi, atau spesifikasi. Pengecatan badan kapal berguna untuk melindungi kulit kapal dari proses perkaratan dan juga binatang laut karena hampir semua material penyusun bangunan kapal adalah pelat baja. Sebelum mulai pengecatan, maka badan kapal dibersihkan terlebih dahulu dengan tujuan menghilangkan kotoran-kotoran seperti debu, pasir, minyak, serta karat. Badan kapal sangat rentan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh korosi maupun tumbuhan atau binatang laut yang menempel pada badan kapal ketika tercelup air.

Marine Coating memiliki sebutan nama tersendiri untuk membedakan dengan jenis cat lain seperti *International Paint Indonesia* (IPI), Hample, Jotun. Para praktisi pembangunan kapal umumnya menyebut *marine coating* sebagai cat marine atau cat kapal. Cat ini termasuk jenis cat berkelas dan berkualitas, karena difungsikan sebagai pelindung bagian kapal agar terhindar dari korosi untuk jangka waktu lama. Sifat proteksi pada cat kapal sangat diutamakan, mengingat kapal secara terus menerus berada di laut. Kondisi laut sangat bersifat korosif karena kadar garamnya yang sangat tinggi (NaCl). (Widyandari, Zakki, & Sarwoko, 2013) mendefenisikan korosi adalah peristiwa turunya kemampuan material logam menerima beban, sebagai akibat terjadinya peristiwa oksidasi dengan lingkungan yang mengalami penipisan material dari konstruksi. Korosi dapat diartikan juga sebagai lapisan - lapisan hasil reaksi dari logam terhadap lingkungan yang mengelilinginya.

Kapal tunda (*tugboat*) adalah jenis kapal yang dapat digunakan untuk melakukan maneuver/ pergerakan, utamanya menarik atau mendorong kapal lainnya di pelabuhan, laut lepas atau melalui sungai atau terusan. Kapal tunda digunakan pula untuk menarik tongkang, kapal rusak, dan peralatan lainnya. Seiring dengan penggunaannya kapal dapat mengalami korosi karena dipengaruhi oleh bahan yang digunakan. Sehingga diperlukan suatu perlindungan terhadap dinding atau ruang muat agar laju korosi dapat diperlambat. Pengecatan kapal dipengaruhi oleh biaya material, waktu pengerjaan, dan konsumsi cat. Ketiga faktor tersebut harus diperhatikan sehingga dapat mengurangi beban biaya dana cepat dalam proses pengerjaannya. Dalam penelitian ini digunakan metode pemodelan agar dapat menentukan jumlah kebutuhan cat yang digunakan cepat. Pemodelan matematika merupakan salah satu representasikan suatu sistem yang kompleks kedalam model yang diharapkan mampu menjelaskan situasi kompleks yang sedang dihadapi. Untuk itu, dalam penelitian ini diangkat judul "Pemodelan Kebutuhan Cat pada Kapal *Tugboat*".



1.2 Karakteristik Kapal *Tugboat*

Menurut (Peraturan Menteri 93, 2014) kapal tunda (*tugboat*) adalah kapal yang dapat digunakan untuk melakukan *maneuver* atau pergerakan, utamanya menarik atau mendorong kapal lainnya di pelabuhan, laut lepas, melalui sungai, atau terusan. Selain itu kapal tunda (*tugboat*) juga digunakan untuk menarik tongkang, kapal rusak, dan peralatan lainnya yang memerlukan tarikan atau dorongan. Kapal tunda (*tugboat*) memiliki tenaga mesin yang besar bila dibandingkan dengan ukuran kapalnya agar dapat mengarahkan kapal-kapal yang akan bersandar. Mesin induk kapal tunda biasanya berkekuatan antara 500 s/d 2000 kW, kapal tunda (*tugboat*) yang lebih besar digunakan dilaut lepas 20.000 kW untuk keselamatan biasanya digunakan minimum dua buah mesin induk. Kapal tunda (*tugboat*) memiliki kemampuan manuver yang tinggi, tergantung dari unit penggeraknya, kapal tunda dengan penggerak konvensional memiliki baling-baling dibelakang efisien untuk menarik kapal dari pelabuhan ke pelabuhan lainnya. Kapal tunda (*tugboat*) dirancang untuk dapat melakukan bermacam pekerjaan seperti menarik, menggandeng, menunda dan menambatkan kapal-kapal dan alat apung lainnya yang mempunyai bobot yang jauh lebih besar, begitu pula dengan konstruksinya dirancang lebih kuat untuk menahan getaran, dilengkapi dengan peralatan tarik seperti *towing hook*, *stabilizer guiding ring*, *towing beam* dan juga derek tambang tarik pada geladak tengah.

1.2.1 Jenis-jenis Kapal *Tugboat*

Berdasarkan tempat dan kinerja *tugboat*, maka menurut (Dokkum, 2003), terdapat tiga jenis *tugboat* yaitu:

1. *Seagoing Tug*



Gambar 1 *Seagoing Tug*

Sumber: (www.shutterstock.com)

Karakteristik umum dari semua kapal *tugboat* adalah bagian buritan yang rendah sehingga bisa menjamin bahwa *towing line* memiliki kebebasan bergerak. Titik pada *towing line* harus ditempatkan dekat dengan bagian tengah kapal sehingga gaya tersebut tidak mempengaruhi kemampuan *winch* sangat penting karena harus mampu memindahkan gaya *towing line*. Kapal *tugboat* berfungsi sebagai penyelamat, penarik, pada industri lepas pantai, dan layanan lingkungan.



Optimization Software:
www.balesio.com

Kapal yang sudah hampir jadi, kapal rusak, kapal di dermaga, dan benda terapung besar lainnya yang harus direlokasi dapat ditarik menggunakan kapal *tugboat*. Sejak diperkenalkannya pengangkut barang berat semi-submersible, penarik jarak jauh semakin jarang digunakan sebagai metode transportasi. Negara-negara pesisir sering menggunakan kapal *tugboat* untuk menghindari bencana lingkungan yang akan terjadi.

2. *Escort Tug*



Gambar 2 *Escort Tug*

Sumber: (www.alamy.com)

Escort tug digunakan untuk mengawal kapal besar disepanjang jalur yang berbahaya. *Tugboat* jenis ini telah dikembangkan setelah sejumlah kapal tanker mengalami kecelakaan serius dalam beberapa tahun terakhir. *Escort tug* beroperasi di perairan pantai terbatas dan merupakan kapal *tugboat* kecil kokoh yang dapat mendorong atau menarik kapal besar menjauh dari zona berbahaya ketika tenaga penggeraknya tidak mampu. *Escort tug* harus memiliki kemampuan maneuver yang tinggi dan sering kali memiliki pendorong azimuth.

3. *Harbour Tugs*



Gambar 3 *Harbour Tug*

Sumber: (www.alamy.com)

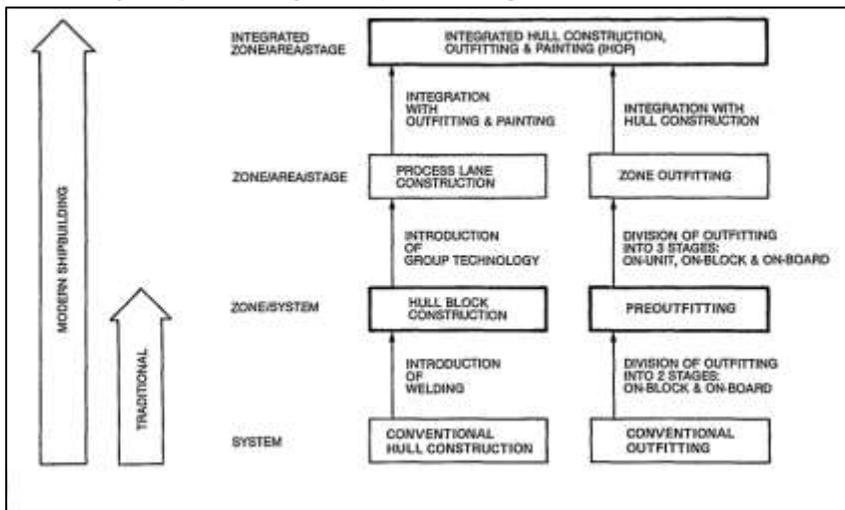
merupakan jenis tugboat yang digunakan di pelabuhan, perairan pesisir untuk :



- a) Membantu menarik kapal keluar masuk pelabuhan
- b) Membantu kapal tagboat yang sedang berlayar di laut saat sedang menarik benda besar
- c) Penyelamatan atau membantu penyelamatan di wilayah pelabuhan pesisir.
- d) Memadamkan kebakaran dan bencana lingkungan
- e) Menjaga pelabuhan bebas dari es.

1.3 Teknologi Produksi Kapal

Tahapan pembangunan kapal dimulai dengan pengkonstruksian material hingga menjadi ril sebuah kapal. Seiring dengan penemuan teknologi maka teknologi perakitan kapal mengalami perkembangan mulai dari metode konvensional sampai pada sistem blok atau metode modern. Menurut perkembangan teknologi produksi bangunan kapal dapat dibagi ke dalam empat jenis tahapan sesuai dengan teknologi proses produksinya seperti ditunjukkan pada sebagai berikut.



Gambar 4 Sejarah Perkembangan Metode Pembangunan Kapal

Sumber: (Okayama Y., dkk, 1983)

1.3.1 Conventional Hull Construction and Outfitting

Tahap pertama ini merupakan penerapan produksi kapal dengan sistem tradisional karena proses pengerjaan kapal dipusatkan di *building berth*. Proses pekerjaan diawali dengan peletakan lunas, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan gading, kulit dan seterusnya sampai ke bangunan atas dan diakhiri pada pekerjaan *outfitting* (OF), pekerjaan tersebut dilakukan berdasarkan *system per system*. Tahap ini merupakan penerapan teknologi paling konvensional dengan tingkat produktivitas yang

ini dikarenakan semua lingkup pekerjaan dilakukan secara memiliki tingkat ketergantungan yang tinggi antara satu pekerjaan lainnya. Sehingga memberikan konsekuensi dalam penggunaan ma dan mutu pekerjaan yang dihasilkan sangat rendah. Hal ini semua pekerjaan dilakukan secara manual pada *building berth*, di



mana kondisi lingkungan kerja sangat tidak mendukung dari segi keamanan, kenyamanan, dan kemudahan kerja.

Selanjutnya gambaran tentang proses pada tahap ini adalah pertama-tama lunas diletakkan kemudian komponen-komponen konstruksi kapal seperti gading-gading, penegar-penegar, wrang dan kulit dipasang beruruta. Bila lambung kapal telah selesai, barulah pekerjaan *outfitting* dimulai. Pekerjaan *outfitting* direncanakan dan dikerjakan sistem demi sistem, seperti pemasangan ventilasi, sistem pipa, listrik dan mesin. Pengorganisasian pekerjaan sistem demi sistem ini merupakan halangan untuk mencapai produktivitas yang tinggi. Mengatur dan mengawasi pekerjaan pembuatan kapal dengan menggunakan ratusan pekerja adalah sangat sukar.

Kegagalan seorang pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang dibutuhkan oleh pekerja lain sering mengakibatkan overtime untuk pekerja tersebut dan *idleness* bagi pekerja yang lain. Selain itu, hamper semua 9 aktivitas produksi dikerjakan di building berth pada posisi yang relatif sulit. Dengan demikian semua keadaan tersebut pada prinsipnya akan menghalangi usaha-usaha meningkatkan produktivitas.

1.3.2 Hull Block Construction Method (HBCM) and Pre-Outfitting

Tahapan ini merupakan tahapan dimana mulai digunakan teknologi pengelasan pada proses pembangunan kapal. Proses pembangunan kapal diawali dengan pembuatan seksi-seksi dan *block-block* yang kemudian disambung satu sama lain melalui pengelasan dan menjadi badan kapal pada *building berth*. Selain itu, beberapa pekerjaan *outfitting* sudah mulai dilakukan pada *block* atau badan kapal yang sudah jadi. Tahapan ini masih dipertimbangkan sebagai sistem tradisional karena *design*, *material definition*, dan *procement* masih dikerjakan sistem demi sistem, sedangkan proses produksinya diorganisasi berdasarkan *zone/ block*, sehingga tahapan ini juga dikenal sebagai "system/stage".

1.3.3 Process-lane Hull Construction and Zone Outfitting

Keluaran (*output*) dalam satuan ton-steel/year mengalami peningkatan dan mutu pekerjaan yang dihasilkan menjadi lebih baik. Hal ini dikarenakan oleh volume pekerjaan pada building berth berkurang dan pekerjaan pengelasan lebih banyak dilakukan pada bengkel-bengkel dengan kondisi lingkungan kerja yang lebih nyaman, aman dan mudah. Pekerjaan pengelasan juga sudah dapat dilakukan dengan menggunakan mesin las semi-otomatis dengan posisi *down-hand*.

1.3.4 Integrated Hull Construction, Outfitting, and Painting (IHOP)

Tahapan ini ditandai dengan suatu kondisi dimana pekerjaan pembuatan kapal dan pengecatan sudah diintegrasikan. Keadaan ini digunakan sebagai teknologi yang paling advance di industri galangan kapal, yang dikembangkan oleh Ishikawajima Harima Heavy Industry Co.Ltd. (IHI). Pada tahap ini dilakukan sebagai bagian dari proses pembuatan kapal yang



Selain itu, karakteristik utama dari tahap ini adalah digunakannya teknik-teknik manajemen yang bersifat analitis, khususnya analisa statistik untuk mengontrol proses produksi atau dikenal sebagai Accuracy Control System. Selain itu metode produksi ini akan dapat mengurangi waktu penyelesaian pembangunan kapal secara drastis. Metode ini juga memberikan keluwesan yang dibutuhkan dalam memproduksi beragam block yang berbeda dengan melengkapi outfitting terlebih dahulu sebelum tahap erection. Metode ini akan membawa dampak positif pada proses perencanaan dan koordinasi antara semua bagian organisasi yang terkait di galangan.

1.4 Konsep Product Work Breakdown Structure (PWBS)

Pekerjaan yang diperlukan untuk setiap proyek konstruksi besar harus dibagi-bagi agar mudah dianalisis dan dikelola. Skema subdivisi semacam itu adalah struktur perincian pekerjaan. Pembuat kapal tradisional menggunakan subdivisi pekerjaan dengan sistem fungsional kapal yang alami dan sesuai untuk memperkirakan dan untuk tahap desain awal. Namun, system orientasi untuk perencanaan, penjadwalan dan eksekusi tidak alami dan tidak tepat karena mengarah pada koordinasi kerja yang buruk dan umumnya menghasilkan paket kerja yang terlalu besar untuk pengendalian material, jam kerja dan jadwal.

Proses produksi bangunan kapal telah diarahkan pada sistem yang berorientasikan produk yang dikenal dengan sebutan "*Product Oriented Work Breakdown Structure (PWBS)*". Konsep PWBS adalah membagi pekerjaan dengan paket pekerjaan yang didalamnya terdiri dari berbagai sumberdaya yang menangani pekerjaan pada tiap zona atau sistem. Dengan demikian sumber daya ditentukan oleh zona atau sistem sebagai estimasi dalam pengadaan bahan (*material*) (Okayama Y. , 1980).

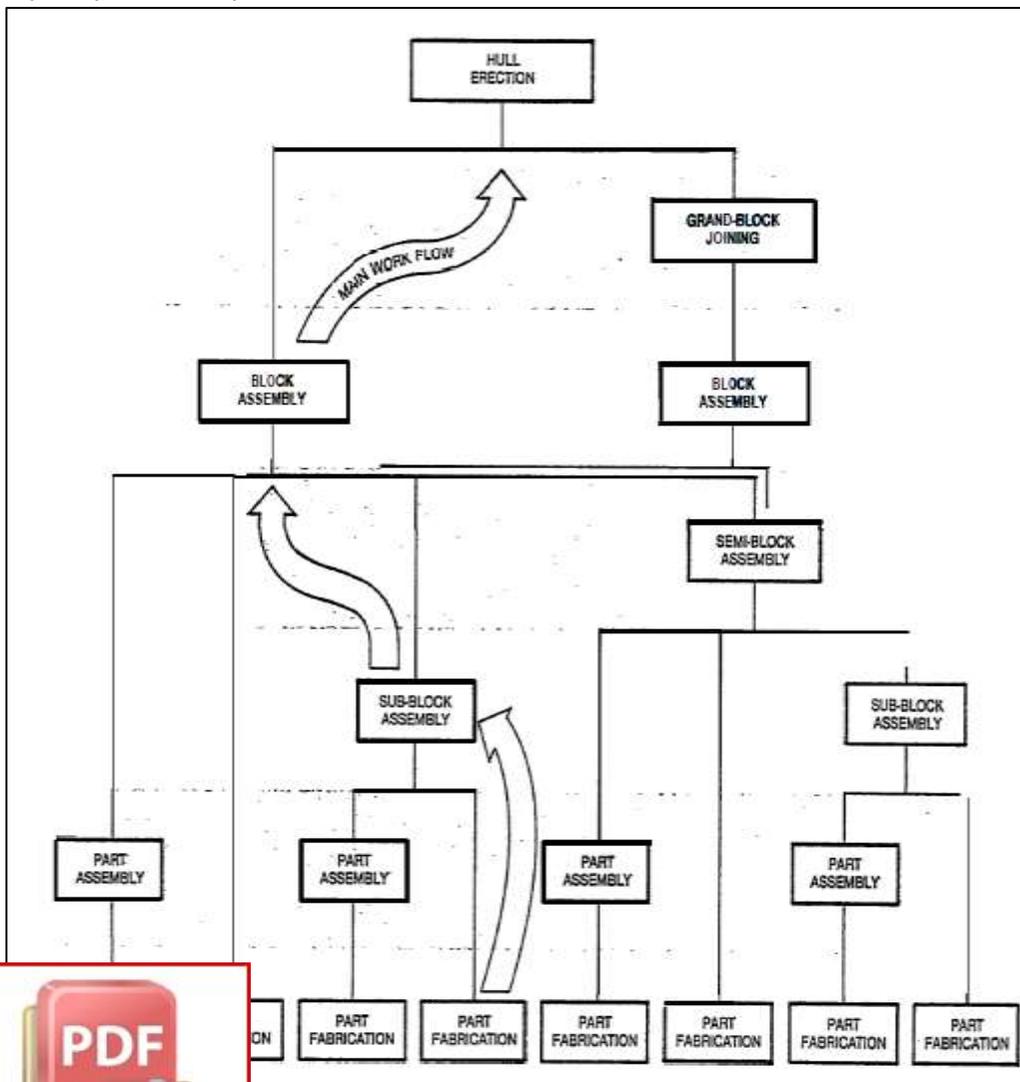
Dari sudut pandang yang berorientasi pada produk, setiap paket kerja secara teoritis dapat memenuhi keempat aspek produk. Namun terkadang untuk memenuhi kebutuhan lain, aspek produk tertentu dapat diabaikan. Ketika zona dihilangkan, pengelompokan dibuat berdasarkan sistem, area, dan tahapan yang disebut sebagai metode tradisional Struktur Perincian Kerja Berorientasi Sistem (SWBS). Jika sistem dihapus, pengelompokan dibuat berdasarkan zona, area, dan tahap yang disebut sebagai Struktur Perincian Kerja Berorientasi Zona (ZWBS). Jika sistem dan zona diabaikan, pengelompokan adalah berdasarkan area dan tahap. Ini adalah pekerjaan yang berorientasi pada area struktur perincian kerja, sebuah istilah yang tidak umum digunakan. Metode pembuatan kapal secara konsisten menjadi lebih produktif selama tiga dekade terakhir terutama karena perubahan dari proses tradisional yang berorientasi pada sistem ke proses mengikuti proses berorientasi zona:



struction Method (HBCM)

Real yaitu zona adalah tujuan utama sebagai dasar untuk kontrol dan blok juga berdampak pada zona outfitting dan pengecatan. Oleh blok dibandingkan dengan produk *interim* lainnya memiliki pengaruh aktivitas pembuatan kapal.

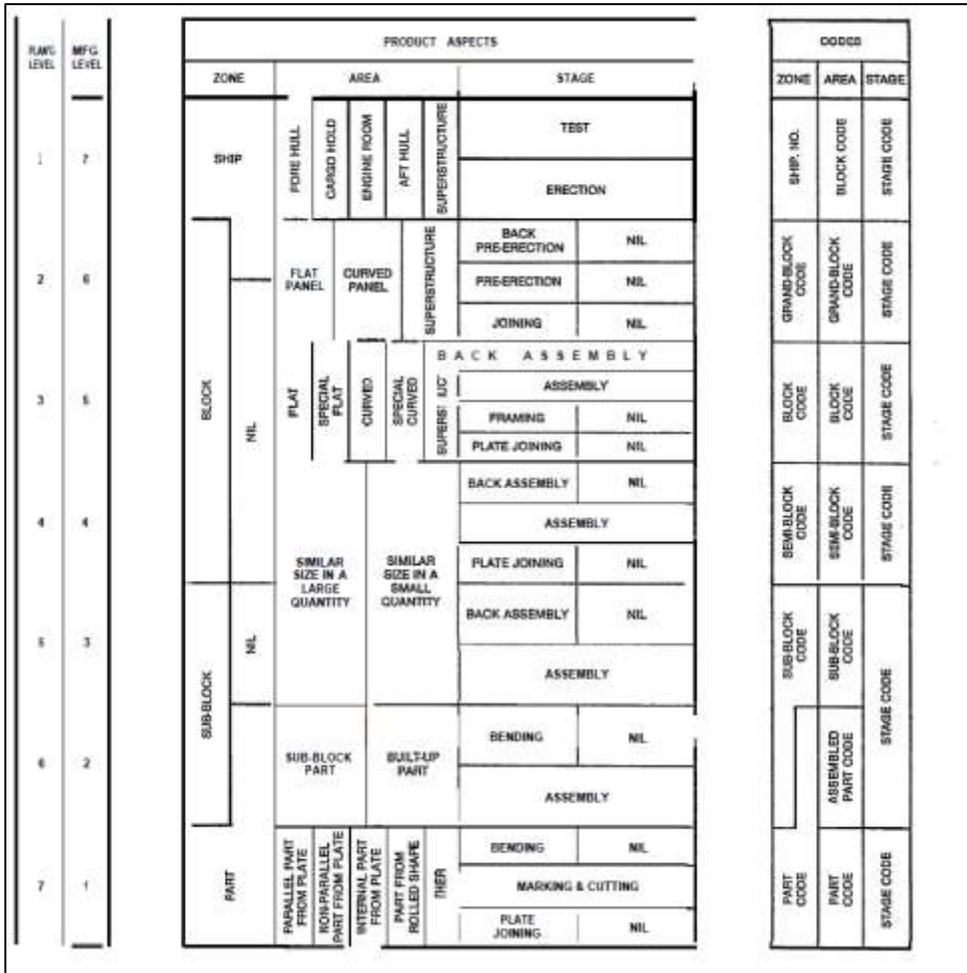
Tahapan-tahapan pokok dalam pembuatan kapal berdasarkan *Hull Block Construction Methode* ditunjukkan pada Gambar 5 dimana terlihat aliran pekerjaan dari row material yang telah mengalami pekerjaan fabrikasi (*part fabrication*) yang selanjutnya mengalami proses produk *assembly* (*part assembly*), juga terdapat juga produk fabrikasi (*part fabrication*) yang secara langsung digabung menjadi produk sub *block assembly* yang selanjutnya digabung membentuk *block* (*block assembly*). Dalam Gambar 5 juga menunjukkan terdapat produk fabrikasi yang secara langsung digabung ke dalam *block assembly*. Antara *block assembly* digabung membentuk *block* 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 5.



5 Tahapan Pembangunan Kapal Berdasarkan *HMBC*

Sumber : (Okayama Y. , 1980)





Gambar 6 Aspek Produksi HBCM

Sumber: (Okayama Y. , 1980)

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 terbagi menjadi beberapa bagian:



- (bagian depan)
- (bagian ruang muat)
- (bagian kamar mesin)
- (bagian depan)
- (bagian bangunan atas)

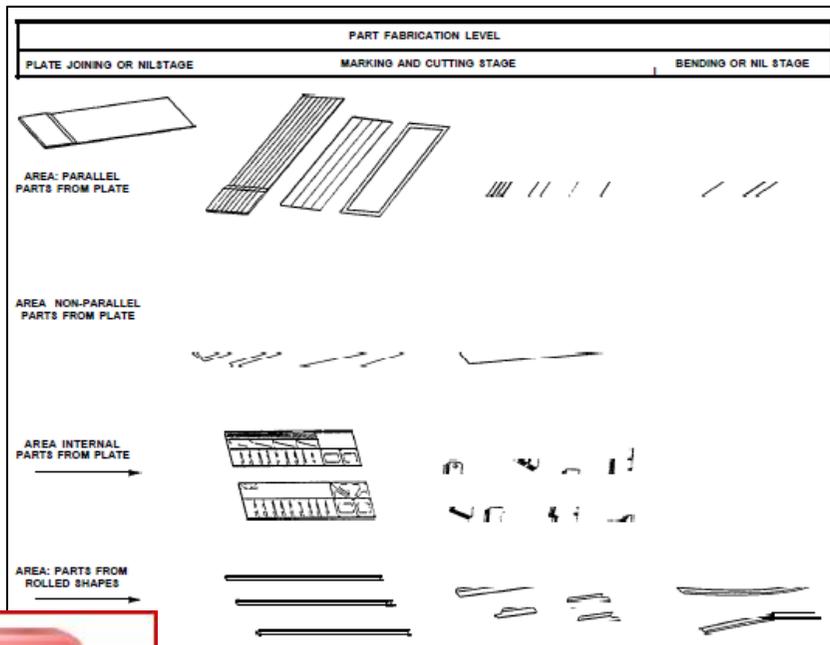
Menurut (Okayama Y. , 1980) pekerjaan badan kapal berdasarkan HBCM dapat dibagi menjadi beberapa bagian seperti yang dijelaskan sebagai berikut:

4. Part Fabrication

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, *part fabrication* adalah tingkat pengerjaan pertama. Fabrikasi ini menghasilkan komponen atau zona untuk konstruksi lambung yang tidak dapat dibagi lagi. Tipe paket pekerjaan adalah pengelompokan berdasarkan daerah dan tingkat kesulitan

- a) *Area* merupakan perbedaan dari material dasar (*raw material*), proses akhir bentuk, proses fabrikasi dan pemisahan fasilitas produksi untuk:
 1. *Parallel parts from plate* (bentuk pararel dari pelat)
 2. *Non parallel part from plate* (bentuk non pararel dari pelat)
 3. *Internal part from plate* (bentuk internal dari pelat)
 4. *Part from rolled shape* (bentuk dari material roll)
 5. *Others part* (bentuk-bentuk yang lain) missal pipa dan lain-lain
- b) *Stage* pekerjaan dilakukan berdasarkan kesamaan dalam jenis, dan ukuran sbeagai berikut:
 1. *Plate Joining* (penyambungan pelat)
 2. *Mariking and cutting* (Penandaan dan Pematangan)
 3. *Bending* (Pembengkokan)

Tipikal pengelompokan paket-paket pekerjaan diperlihatkan pada gambar berikut :



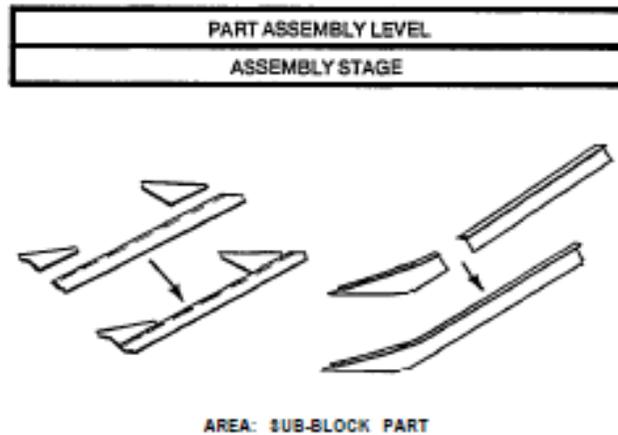
Gambar 7 *Part Fabrication*

Sumber: (Okayama Y. , 1980)



5. Part Assembly

Tingkat pengerjaan kedua adalah khusus dan di luar aliran kerja utama. Paket pekerjaannya yang khas dikelompokkan berdasarkan tingkat kesulitan *built-up part* dan *sub-block part*.



Gambar 8 Part Assembly

Sumber: (Okayama Y. , 1980)

6. Sub-Block Assembly

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

1. Area:

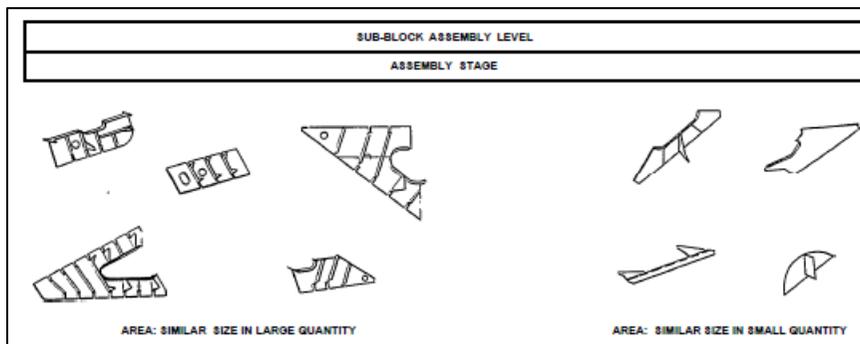
- a) *Similar size in large quantity* (kesamaan ukuran dalam jumlah besar) misalkan balok-balok, floor dan lain-lain .
- b) *Similar size in small quantity* (kesamaan ukuran dalam jumlah kecil).

2. Stage diklasifikasikan sebagai berikut:

- a) Perakitan
- b) *Block assembly* atau nil

Setelah selesai *back assembly* komponen-komponen dan rakitan komponen dapat dipasang dari kedua sisi. *Back assembly* juga ditambahkan setelah pemutaran rakitan.





Gambar 9 Sub-Block Assembly

Sumber: (Okayama Y. , 1980)

7. Semi-Block and Block Assembly

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

8. Hull Erection

Penegakan *block-block (erection)* adalah level terakhir dari pembangunan kapal yang menggunakan pendekatan zona. *Problem area* pada level ini adalah:

1. Haluan atau bagian depan badan kapal (*fore hull*).
2. Ruang muatan (*cargo hold*).
3. Ruangan mesin (engine room).
4. Buritan atau bagian belakang badan kapal (*aft hull*).
5. Bangunan atas.

Stage secara sederhana terbagi atas:

1. Erection.
2. Pengujian dan percobaan kapal (*test*).

Pengujian pada tingkat ini seperti tes tangki, sangat penting ketika sebuah produk antara (*interim Product*) selesai. Ini diperlukan untuk pemeriksaan dan pengujian yang dilakukan sesuai dengan spesifikasi paket. Hasilnya dicatat dan dianalisis untuk dilakukan perbaikan lebih lanjut.

1.4.2 Zone Outfitting Method (ZOFM)



Optimization Software:
www.balesio.com

ng Method (ZOFM) adalah konsekuensi alami dari *Hull Block* (HBCM) karena keduanya menggunakan logika yang sama. ng menggunakan ZOFM merakit sebagian besar komponen s dari atau pada blok lambung. Seperti halnya untuk konstruksi zona dari serupa yang dibangun sebelumnya disesuaikan agar n kontrak baru. Arti penting kode dalam paket kerja pada dasarnya

tidak berubah. Dengan demikian, semua orang yang terlibat dalam desain, definisi material, pengadaan, fabrikasi, dan perakitan, memiliki pengetahuan tentang bagaimana *outfitting* kemajuan.

1.4.3 Zone Printing Method (ZPTM)

Zone Painting Method (ZPTM) adalah perpanjangan alami logika yang digunakan dalam HBCM dan ZOFM. Metode ini memindahkan banyak pekerjaan pengecatan, yang secara tradisional dilakukan di membangun dermaga atau di dermaga perlengkapan ke tingkat pengerjaan sebelumnya dengan mengintegrasikan pengecatan dengan konstruksi lambung dan proses *outfitting*. Pengelompokan umum paket pekerjaan terkait cat berdasarkan aspek produknya terdapat dapat dilihat pada Gambar 10. Kombinasi arah horizontal mencirikan berbagai jenis pekerjaan paket yang diperlukan dan memadai untuk pekerjaan yang akan yang diperlukan dan cukup untuk pekerjaan yang akan dilakukan untuk setiap level. Kombinasi arah vertikal menunjukkan jalur proses untuk aliran kerja pengecatan. Kebutuhan akan perencanaan dan penjadwalan yang seimbang dan kerja sama antara perencana konstruksi lambung, perlengkapan dan pengecatan. Contoh sistem pengecatan yang diterapkan sesuai dengan *Zone Painting Method (ZPTM)* terdapat pada Gambar 11.



PLAN'G LEVEL	M'F'G LEVEL	PRODUCT ASPECTS					CODES				
		ZONE			AREA	STAGE		ZONE	AREA	STAGE	
1	4	UNIT TO BE FITTED AT ON-BOARD OUTFITTING	COMPONENT FITTED ON-BLOCK AT ON-BLOCK OUTFITTING	NIL	PAINTING ON-BOARD DIVISION	PAINT MATERIAL/ NUMBER OF COATS/ TYPE OF ZONE/ PAINT SCAFFOLD REQUIRED OR NOT	PAINTING		FINISH PAINT SIGN/ ZONE CODE	PAINT CODE/ NUMBER OF COATS	STAGE CODE OF HBCM, ZOFM, OR PPFM
							TOUCH UP				
							CLEANING				
							SURFACE PREPARATION				
2	3	UNIT TO BE FITTED AT ON-BOARD OUTFITTING	COMPONENT FITTED ON-BLOCK AT ON-BLOCK OUTFITTING	NIL	PAINTING ON-BOARD DIVISION	PAINT MATERIAL/ NUMBER OF COATS/ TYPE OF ZONE/ PAINT SCAFFOLD REQUIRED OR NOT	PAINTING AFTER OVERTURNING		FINISH UNDER-COAT PAINT SIGN/ ZONE CODE	PAINT CODE/ NUMBER OF COATS	STAGE CODE OF HBCM, ZOFM, OR PPFM
							TOUCH UP AFTER OVERTURNING				
							CLEANING AFTER OVERTURNING				
							SURFACE PREPARATION AFTER OVERTURNING				
							PAINTING				
							TOUCH UP				
							CLEANING				
							SURFACE PREPARATION				
3	2	COMPONENT	BLOCK	NIL	PAINTING ON-BOARD DIVISION	PAINT MATERIAL/ NUMBER OF COATS/ TYPE OF ZONE	PAINTING AFTER OVERTURNING		PRIMER SIGN/ ZONE CODE	PAINT CODE/ NUMBER OF COATS	STAGE CODE OF HBCM, ZOFM, OR PPFM
							CLEANING AFTER OVERTURNING				
							SURFACE PREPARATION AFTER OVERTURNING				
							PAINTING				
							CLEANING				
							SURFACE PREPARATION				
4	1	MATERIAL	NIL	PLATE	SHAPES AND OTHER	PAINTING	PAINTING		SHOP PRIMER SIGN/ ZONE CODE	MATERIAL CODE	STAGE CODE OF HBCM, ZOFM, OR PPFM
							SHOT-BLASTING				

Gambar 10 Pengelompokan pengerjaan pengecatan dengan ZPTM

Sumber: (Okayama Y. , 1980)

MANUFACTURING LEVEL	PAINT SYSTEM A	PAINT SYSTEM B
FINISH	COLOR	COLOR
FINISH UNDER-COAT	COLOR	COLOR PRIMER
PRIMER	PRIMER NUMBER OF COATS PER SPECIFICATION	PRIMER
	SHOP PRIMER	SHOP PRIMER

11 Contoh sistem pengecatan yang diterapkan ZPTM

Sumber: (Okayama Y. , 1980)



1. *Shop Primer Painting*

Tahap ini merupakan tahap persiapan permukaan yang akan diaplikasikan cat dasar seperti pada bagian *plate*, *shapes*, dan lainnya dimana tahapan yang berlaku adalah *sandblasting* dan *painting*.

2. *Primer Painting*

Tahapan ini merupakan tahap pengaplikasian anti korosi, termasuk epoksi dan seng silikat anorganik yang merupakan lapisan pertama yang diaplikasikan pada komponen atau devisi on-board seperti yang didefinisikan dalam ZOFM atau blok sebagaimana didefinisikan dalam HBCM yang dikategorikan dalam zona. Pengelompokan permasalahan area didasarkan pada jenis cat (konvensional, epoksi, seng silikat anorganik, dll), jumlah lapisan serta jenis zona.

3. *Finish Under-coat Painting*

Tahap ini merupakan tingkat pengerjaan semi-final untuk pengaplikasian cat. Pembagian area pengecatan sama halnya dengan pengaplikasian cat primer dimana berdasarkan jenis cat, jumlah lapisan serta jenis zona. Pengklasifikasian tahapan pengerjaan pun sama dengan tingkat pengecatan primer.

4. *Finish Painting*

Finish painting merupakan tahap akhir dari *Zone Painting Method (ZPTM)* dimana pengklasifikasian zona, area, dan tahapannya sama seperti tahap akhir under-coat kecuali tahapan yang terkait dengan perputaran blok tidak berlaku dan *nil* pada tahap akhir *painting or nil* yang berarti bahwa lapisan akhir tidak akan diaplikasikan seperti pada kasus epoksi.

1.5 Teori Pengecatan

Menurut standart ISO 4618-1, cat adalah materi pelapis berpigmen dalam bentuk cair, pasta atau bubuk yang bila diaplikasikan diatas substrat akan membentuk film tak tembus cahaya dengan sifat teknis proteksi, dekorasi, atau spesifikasi. *Varnish* adalah materi pelapis yang bila diaplikasikan diatas substrat akan membentuk lapisan film yang keras dan transparan dengan sifat teknis proteksi, dekorasi, dan spesifik.

1.5.1 Bahan-bahan Penyusun Cat

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



Optimization Software:
www.balesio.com

atau binder merupakan bahan yang mengikat antara partikel cat dapat membentuk lapisan tipis yang rapat ketika digunakan. rekatkan partikel-partikel pigmen kedalam lapisan film cat dan kat pada permukaan. Tipe binder dalam suatu formula cat

menentukan banyak hal dari performa cat. Binder dibuat dari material bernama resin yang biasa 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. Pigmen

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

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 partikel pigmen, 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 aditif (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.

1.5.2 Proses Pengecatan

Dalam pelayaran kapal *tugboat* berakibat timbulnya korosi, begitupun dengan area lainnya sehingga diperlukan suatu perlindungan agar laju korosi dapat diperlambat. Perlindungan yang dilakukan adalah dengan melakukan pengecatan pada dinding luar maupun geladak. Pengecatan harus melalui metode yang tepat sehingga kemampuan cat yang digunakan dapat berfungsi secara maksimal. Ada beberapa proses pengecatan yang perlu dilakukan (Widyandari, Zakki, & Sarwoko, 2013), antara lain :

1. Pre-inspection



merupakan pemeriksaan awal terhadap permukaan material yang bertujuan agar diperoleh perekatan secara maksimal untuk proses painting. Permukaan dibersihkan dari berbagai kotoran yang ada misalnya minyak, garam, lumpur, dsb. Pembersihan bertekanan terhadap material, pemeriksaan juga dilakukan terhadap peralatan blaster maupun painter 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 didapatkannya pedekatan 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. Penyiapan permukaan dengan jalan menaikkan tingkat kekasarannya sehingga membuat *coating* dapat merekat secara efektif. Pemilihan *abrasive* material akan menentukan profil permukaan yang dihasilkan. Ada dua jenis abrasives yang umum digunakan, yaitu :

1. *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.

2. *Non metalic abrasive*

Material yang termasuk dalam *non metallic abrasive* adalah *copper slag*, *granit*, *silica*, *aluminium oxcide* 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, dan Sa 3. Adapun peralatan-peralatan yang digunakan dalam proses *blasting* antara lain:

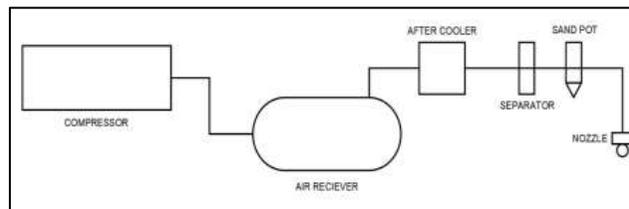
1. *Air Compressor*
2. *Air receiver* yang berfungsi sebagai penerima udara untuk disalurkan ke *separator* dan *sand pot*.
3. *After cooler* yang berfungsi untuk mendinginkan udara yang berasal dari *receiver* untuk pernapasan *blaster*.
4. *Separator*.
5. *Sand pot* yang berfungsi sebagai tempat material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



erjaan perlu diperhatikan dalam proses *blasting* adalah besarnya berasal dari compressor harus disesuaikan dengan material ar sehingga kedalaman profil yang diinginkan akan tercapai. *ive* ini merupakan faktor utama dalam kecepatan pembersihan. ses *blasting* menggunakan *abrasive* ukuran kecil dimaksudkan epatan 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 12 Peralatan standar blasting di lapangan

Sumber: (Widyandari, Zakki, & Sarwoko, 2013)

Gambar 12 diatas 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*.

1.5.3 Urutan Lapisan Pengecatan

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

1. Lapisan pertama

Lapisan ini merupakan lapisan dasar yang berfungsi untuk melindungi permukaan logam secara langsung dari korosi.

2. Lapisan kedua

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



Optimization Software:
www.balesio.com

merupakan lapisan terluar yang menggunakan jenis cat *Anti fouling* melindungi pelat dari binatang laut yang menempel.

1.5.4 Cara-cara Pengecatan

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

1. Pengecatan secara konvensional, yaitu pengecatan dengan menggunakan kuas atau *roll* yang dilakukan dengan mengolesi badan kapal. Metode ini hanya dapat dilakukan pada daerah-daerah tertentu seperti pada bagian-batasan dua cat, bagian yang sulit untuk dijangkau, dan pada bagian yang 36 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 pengecatan yang kurang merata.
2. Pengecatan secara modern, yaitu pengecatan dengan menggunakan kompresor, dengan cara memberikan tekanan tinggi pada kompresor lalu menyemburkan cat pada badan kapal. Pengecatan ini memiliki hasil yang sangat baik. Cat yang disemprotkan dengan tekanan tinggi membuat cat memiliki daya serap tinggi dengan tingkat kerataan yang baik. Pengecatan ini juga mampu menjangkau area yang sulit untuk dijangkau, sehingga baik digunakan pada proses pengecatan lapisan pertama. Keuntungan metode ini adalah kecepatan pengecatan yang baik sehingga dapat menghemat waktu.

1.5.5 Penggunaan Cat

Lapisan-lapisan pengecatan memiliki fungsi yang berbeda, sehingga penggunaan cat juga berbeda untuk setiap lapisan (Ariany, 2014). Adapun penggunaan cat antara lain;

1. 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.
2. Cat *Anti Corrosion* (AC), cat ini berfungsi mencegah terjadinya korosi pada pelat dengan menahan terjadinya oksidasi. Biasanya digunakan pada lapisan kedua setelah cat primer.
3. 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.
4. 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 ke air laut dan udara.
5. Cat *Finish* (F/S), cat ini merupakan cat akhir (*Finished Paint*) yang digunakan atas garis air penuh dan warnanya disesuaikan dengan warna.
6. Cat *Deck* (D), cat ini digunakan untuk mengecat bagian *deck*, selain itu digunakan pada daerah-daerah tertentu misalnya: *Halt Paint* untuk palka dan *funnel*.



7. Cat *Bituminous*, merupakan cat khusus yang digunakan pada jangkar, rantai jangkar, dan *chain locker* (kotak jangkar).

1.5.6 Area Coating

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

1.5.7 Ketebalan Coating

Berbeda jenis cat *coating*, berbeda pula ketebalan yang disarankan. Berikut potongan tabel STG Guideline No. 2215 dalam buku regulasi BKI menyarankan tebal minimal lapisan kering *coating epoxy* adalah 250 μ m. Dalam pemberian *coating*, tebal lapisan *coating* tidak hanya mengacu pada standard yang digunakan, melainkan harus mengacu pula pada *product data sheet* dari pabrik yang memproduksi *coating* tersebut (Biro Klasifikasi Indonesia, 2019).



Tabel 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)	PSa2½	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	Undercoat 1 with anticorrosive pigment
		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)

1.5.8 Perhitungan Kebutuhan Material Coating

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

a) Volume Solid

Volume solid (VS) mengungkapkan angka sebagai persentase rasio :



$$\frac{VS}{DFT} \times 100 \%$$

(1)

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 *percent solid* dan ketebalan film basah diketahui, Informasi ini dapat diperoleh dari lembar data teknikal cat (PDS). Persamaan untuk menghitung ketebalan film kering adalah :

$$\begin{aligned} \text{DFT} &= \frac{\text{WFT} (\mu\text{m}) \times \text{VS} (\%)}{100 \%} \\ &= \dots (\mu\text{m}) \end{aligned} \quad (2)$$

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 :

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

Keterangan : TSR = *Theoretical Spreading Rate* ($\text{m}^2 / \text{liter}$)
 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:

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

Keterangan : PSR = *Practical Spreading Rate* ($\text{m}^2 / \text{liter}$)
 TSR = *Theoretical Spreading Rate* ($\text{m}^2 / \text{liter}$)
 LF = Presentase kehilangan material cat (%)

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



$$\text{Konsumsi cat} = \frac{\text{Area (m}^2) \times \text{DFT}(\mu\text{m})}{10 \times \text{VS} (\%)} \quad (5)$$

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

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

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

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 factor kekasaran permukaan. Jumlah cat yang diperlukan untuk mengisi kekasaran ditunjukkan di bawah ini:

$$\text{Total konsumsi cat} = \text{Area (m}^2) \times \text{DV (L m}^2) \times 100 \times \text{VS} (\%) \quad (7)$$

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

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

Tabel 2 Tingkat kekerasan permukaan

Kekerasan Permukaan	Dead Volume
(Mikron)	(l/m^2)
30	0,02
45	0,03
60	0,04
75	0,05

bar, 2019)

gh, 2009), istilah pemodelan dan simulasi memiliki garis batas
 yatanya model fisik tidak dapat disebut simulasi tetapi model
 ebut simulasi. Demikian pula simulasi komputer tidak dapat diberi
 tapi simulasi matematika dapat disebut pemodelan. Model dari

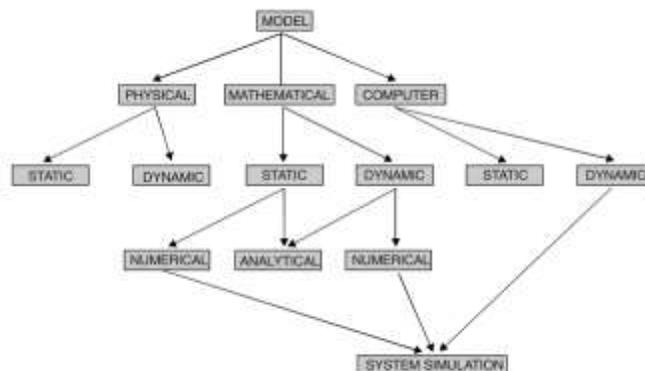


suatu sistem adalah replika dari sistem, fisik atau matematis yang memiliki semua sifat dan fungsi sistem, sedangkan simulasi adalah proses yang disimulasikan di laboratorium ataupun di komputer. Pemodelan adalah nama yang umum sedangkan simulasi adalah nama khusus yang diberikan untuk pemodelan komputer. Sehingga, dapat dikatakan bahwa pemodelan (*modeling/modelling*) adalah proses untuk menyusun model, sedangkan simulasi adalah eksperimen dengan menggunakan model.

Sebuah model sistem dapat dibagi menjadi beberapa blok, yang dengan sendirinya merupakan sistem yang lengkap. Namun, blok-blok ini harus memiliki relevansi dengan sistem utama. Setiap blok harus akurat dan diuji secara independen, kemudian blok-blok ini harus diintegrasikan bersama.

1.6.1 Jenis-jenis Model

Menurut (Singh, 2009) dalam buku "*System Modeling and Simulation*", jenis-jenis model adalah sebagai berikut:



Gambar 13 Jenis-Jenis Model

Sumber: (Singh, 2009)

1. Model Fisik

Model fisik terdiri dari dua jenis yaitu statis dan dinamis. Model fisik statis adalah model yang diperkecil dari sebuah sistem yang tidak berubah seiring waktu, sedangkan model fisik dinamis adalah model yang berubah seiring berjalannya waktu atau merupakan fungsi waktu.

2. Model Matematika

Model matematik merupakan imitasi sistem nyata dalam bentuk simbol-simbol matematik. Model matematik statik tidak mempertimbangkan waktu dalam nyanya sehingga sistem tidak berubah oleh waktu, sedangkan model matematik dinamis adalah sebaliknya. Contoh model matematik adalah model persediaan (inventory). Model persediaan ini ada yang statik yaitu yang data permintaannya diasumsikan bersifat statik (deterministik), ada pula yang dinamik dimana data permintaan, dan lead time bersifat



3. Model Komputer

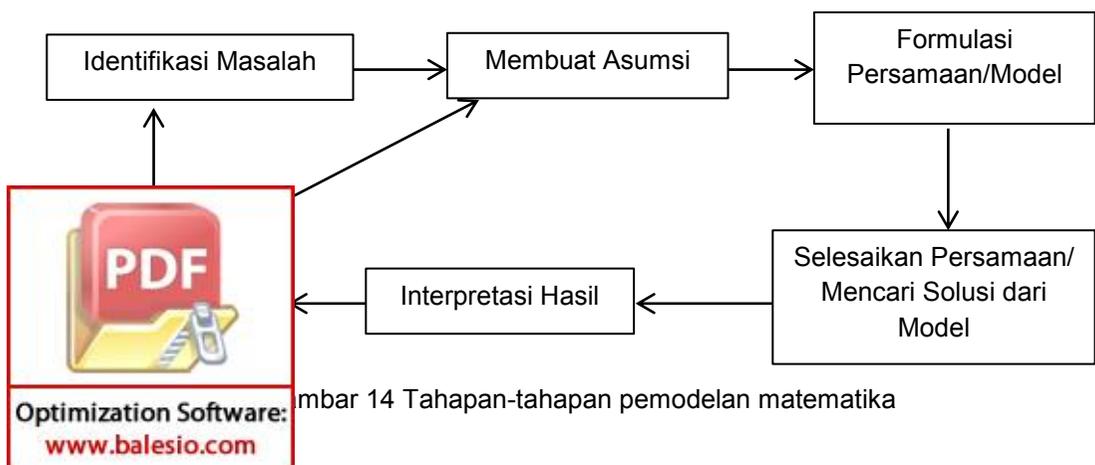
Model komputer merupakan perkembangan lanjut dalam pemodelan karena seluruh model matematik baik statik maupun dinamik dapat dimodelkan secara lebih baik melalui komputer. Model komputer dinamik dapat kita lihat secara sederhana pada model permainan (game) yang meniru dunia nyata.

1.6.2 Model Matematika

Pemodelan matematika merupakan salah satu cara untuk merepresentasikan persoalan kompleks kedalam bentuk matematika. Model matematika merupakan abstraksi, penyederhanaan, dan konstruksi matematika terkait bagian dari kenyataan dan disesain untuk tujuan khusus. Dengan demikian, model matematika harus merepresentasi situasi dari permasalahan yang diteliti. Model matematika dapat berupa persamaan atau system persamaan. Model ini diharapkan dapat merepresentasi hal-hal yang penting dan mengabaikan hal-hal yang tidak esensial. Model matematika yang diformulasi harus mampu menjelaskan situasi kompleks yang sedang diamati (Ndi, 2018).

Model matematika terdiri dari variable, parameter, dan fungsi yang menyatakan relasi antara variable dan parameter. Dalam pemodelan, perlu dengan tepat memilih hal-hal yang akan diikutkan dalam model dan hal-hal yang tidak penting karena sangat bergantung pada permasalahan yang akan diteliti. Secara umum, model matematika diklasifikasikan kedalam berberapa kategori yakni model fenomena (*phenomenological model*) dan model mekanistik (*mechanistic model*). Model fenomena (*phenomenological model*) merupakan jenis model yang mendeskripsikan sebuah fenomena yang terjadi secara konsisten dengan teori tetapi tidak diformulasi secara langsung dari teori tersebut. Model ini tidak dibangun berdasarkan mekanisme permasalahan yang sedang terjadi, melainkan berdasarkan data yang diperoleh dan bertujuan untuk menentukan relasi atau pola antar data. Sedangkan, model mekanistik (*mechanistic model*) diformulasi berdasarkan mekanisme permasalahan yang terjadi. Jenis model ini seringkali diformulasi dalam persamaan atau system persamaan diferensial (Ndi, Pemodelan Matematika, 2022).

Tahapan-tahapan dalam pemodelan matematika ditunjukkan pada Gambar 14 berikut.



Gambar 14 Tahapan-tahapan pemodelan matematika

1. Identifikasi Masalah

Dalam mengidentifikasi masalah, perlu ditetapkan tujuan dan pertanyaan yang ingin dijawab. Pertanyaan ini merupakan hal penting sebab dapat menjadi petunjuk dalam membangun model matematika.

2. Membuat Asumsi

Langkah selanjutnya dalam pemodelan matematika adalah membuat asumsi tentang model yang akan diformulasi. Asumsi yang dibuat disesuaikan dengan tujuan model tersebut diformulasi.

3. Formulasi Model Matematika

Setelah asumsi ditetapkan, perlu dilakukan formulasi model matematika. Model matematika yang diformulasi harus sesuai dengan asumsi-asumsi yang dibuat pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini, perlu untuk menentukan factor mana yang harus diikutkan dalam model dan mana yang tidak perlu. Hal tersebut sangat bergantung pada tujuan dari model yang telah diformulasi.

4. Mencari Solusi dari Model Matematika

Solusi dari model matematika dapat diperoleh dengan cara analitik dan numerik. Untuk model matematika yang sederhana, solusi analitik masih memungkinkan untuk diperoleh. Apabila model tersebut semakin kompleks, maka solusi model matematika harus diperoleh melalui simulasi numerik/pendekatan numerik menggunakan program komputer.

5. Interpretasi Hasil

Hasil yang diperoleh dari model matematika perlu diinterpretasi. Interpretasi hasil tersebut harus realistis dari sudut pandang bidang dimana matematika tersebut diterapkan.

6. Validasi Model

Pada tahap ini, dilakukan validasi terhadap model. Validasi terhadap model dilakukan dengan mengecek apakah model tersebut memberikan hasil sesuai dengan kenyataan.

1.7 Algoritma Pemrograman dan Flow Chart



Algoritma berasal dari nama seorang ilmuwan asal Persia, Abu Ja'far al-Khwarizmi yang menulis kitab "Al-Jabr Wal-Muqabala" (*Algebra and Reduction*), 825 M. Abu Ja'far Mohammed mengartikan berangkat instruksi yang berurutan dari awal sampai selesai. Algoritma lainnya menurut (Sindar, 2018) adalah sebuah alur 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.

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:

1. Instruksi dasar seperti *input/output*, assignment
2. Sequence (runtutan)
3. Analisa kasus
4. Perulangan

Contoh dari algoritma sederhana yaitu proses mengirim surat yang dimulai dari: i/ Mulai menulis surat, ii/ Memasukkan surat dalam amplop, iii/ Menempelkan perangko pada amplop, iv/ Menuliskan alamat tujuan dan pengirim surat, v/ Pergi ke kantor pos dengan membawa surat, vi/Masukkan 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 *diinput* oleh manusia ke komputer adalah salah satu contoh dari algoritma. Algoritma yang baik apabila manusia dapat *menginput* 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.

1.7.2 Karakteristik Algoritma

Algoritma komputer memiliki beberapa karakteristik yang harus dipenuhi agar menjadi algoritma yang baik. Karakteristik itu antara lain:

- a) Presisi, langkah – langkah penyelesaian masalah dalam algoritma haruslah secara presisi (tepat) dinyatakan, tidak mengandung ambiguitas.
- b) Keunikan, hasil pertengahan dalam tiap langkah eksekusi suatu algoritma didefinisikan secara khas dan merupakan pengolahan dari hasil eksekusi langkah sebelumnya.
- c) Keterbatasan, algoritma harus terbatas dan berhenti pada suatu titik setelah semua eksekusi dilaksanakan.

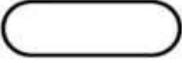
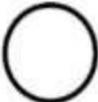


1.7.3 Notasi Algoritma

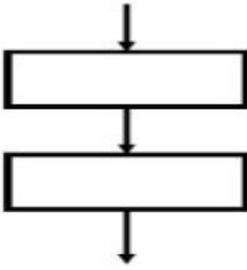
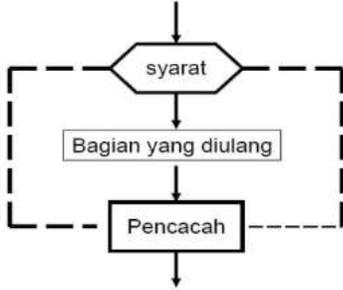
Dalam suatu penulisan algoritma terkadang sulit untuk menulis, mengerti dan memahami maksud dari algoritma tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan notasi – notasi algoritma. Notasi algoritma merupakan rancangan penyelesaian masalah (algoritma) yang dituliskan ke dalam notasi (cara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

Keterangan	Simbol
Mulai/selesai (<i>terminator</i>)	
Aliran data	
<i>Input/Output</i>	
Proses	
Percabangan (Decision)	
Pemberian nilai awal suatu variabel (<i>Preparation</i>)	
Prosedur/fungsi	
Halaman yang	



Keterangan	Simbol
Connector (di halaman yang sama)	
Sequence Process	
Perulangan	

Sumber : (Sindar, 2018)

- 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 4 Perbandingan penulisan algoritma 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	IF A > B THEN PRINT A LESE PRINT B

(Sindar, 2018)

Penulisan Teks Algoritma

Algoritma berisi deskripsi langkah – langkah penyelesaian masalah. Algoritma dapat ditulis dalam bentuk notasi apapun, asalkan mudah dibaca dan dipahami. Setiap orang dapat membuat aturan penulisan dan algoritma sendiri.



Namun, agar notasi algoritma dapat dengan mudah ditranslasi ke dalam 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.

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 menentukan urutan pelaksanaan perintah.

1.8 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 (Fatimah, 2020).

1.8.1 Visual Basic Editor

Visual Basic Editor adalah program yang digunakan untuk membuat dan mengedit kode *Macro* dengan menggunakan bahasa *Visual Basic*. *Visual Basic Editor* dapat digunakan untuk mengedit *Macro*, menyalin *Macro* dari satu *modul* ke *modul* lainnya, menyalin *Macro*, atau mengganti *Macro*.

Halaman *Visual Basic Editor* dapat diaktifkan dengan membuka tab *Developer* dan memilih tombol *Visual Basic*. Fungsi yang dijalankan dalam *Visual Basic Editor* tidak berbeda dengan *Visual Basic*.



Application

Visual Basic For Excel adalah bahasa pemrograman yang diperlukan dalam *Microsoft Excel* untuk mempercepat analisis. Sesuai dengan (Winarno, 2014) yang menyatakan bahwa (*application*) atau makro adalah fungsi dan perintah program di MS.

Office (termasuk Excel) yang disimpan di Visual Basic lama, atau Visual Basic sebelum versi .NET framework hadir. 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, 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, Bernard, & Wulandari, 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 pengguna 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*.

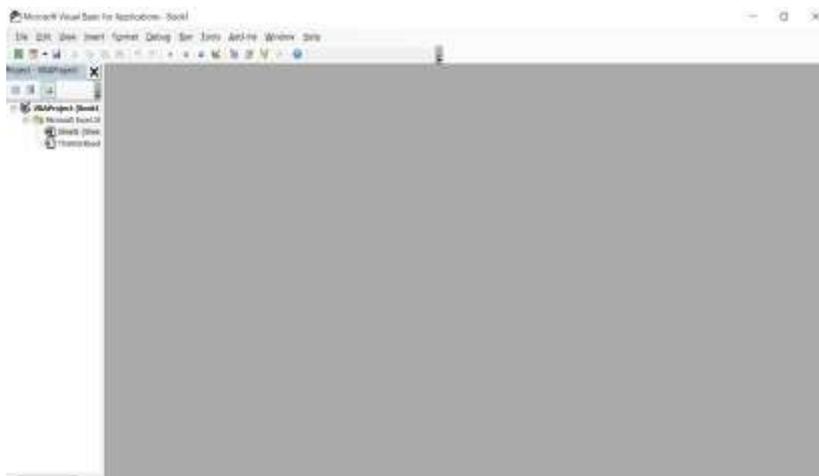
Dengan komponen ini memungkinkan pengguna untuk memanggil dan menggunakan semua model data yang ada di dalam sistem operasi windows. Hal ini juga ditunjang dengan teknik pemrograman di dalam Visual Basic yang mengadopsi dua macam jenis pemrograman yaitu pemrograman Visual dan *Object Oriented Programming* (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, Sabri, & Yuwono, 2014)

Penggunaan VBA di MS-excel sendiri menyediakan banyak fungsi inbuilt. MS-Excel menyediakan fungsi inbuilt dasar yang mungkin tidak cukup untuk menangani pekerjaan yang rumit. Dalam keadaan seperti itu VBA menjadi solusi

yang dapat dua macam function yang bisa dipergunakan dalam sebuah aplikasi yaitu *builtin function* yaitu fungsi yang telah disediakan oleh Excel dan yang kedua yaitu *userdefined function* yang merupakan rumus atau prosedur yang dibuat 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, meyalin macro antara workbook yang berbeda, menggaganti modul yang menyimpan macro atau mengganti macro. Untuk mengaktifkan VBA bisa digunakan dengan shortcut alt+f11.

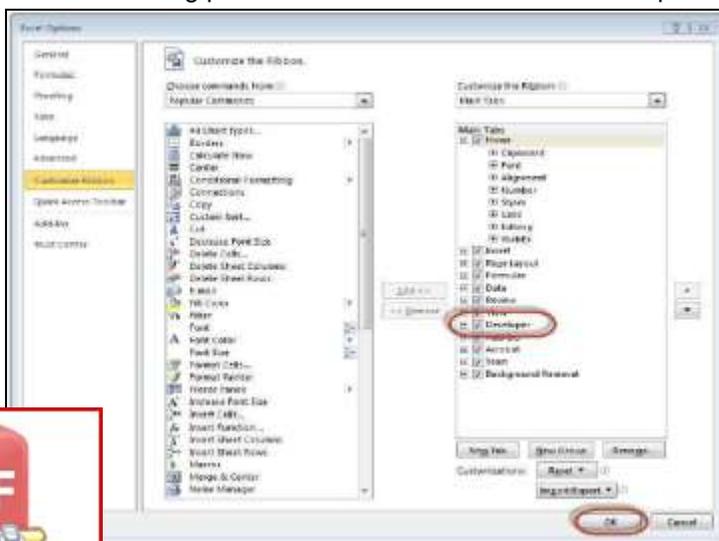


Gambar 15 Tampilan Visual Basic For Applications

Sumber: Microsoft office excel

Visual Basic pada Microsoft Excel tidak ditampilkan secara default, dalam menampilkannya harus secara manual, seperti berikut ini:

1. Buka Microsoft Excel, Pilih Menu “File” selanjutnya Klik “Options” pilih “Customize the Ribbon” dan centang pada kolom “Developer” untuk menampilkannya.

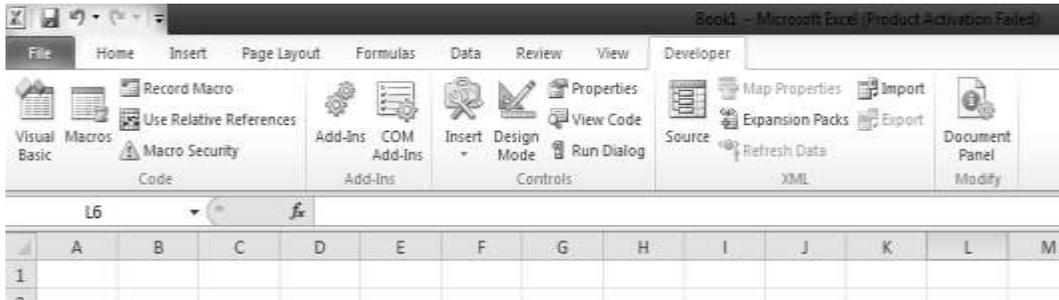


Gambar 16 Tampilan Menu Excel Options

Sumber: Microsoft office excel

Optimization Software:
www.balesio.com

- Langkah selanjutnya yaitu membuka menu “Developer” pada Microsoft Excel dan pilih “Visual Basic”.

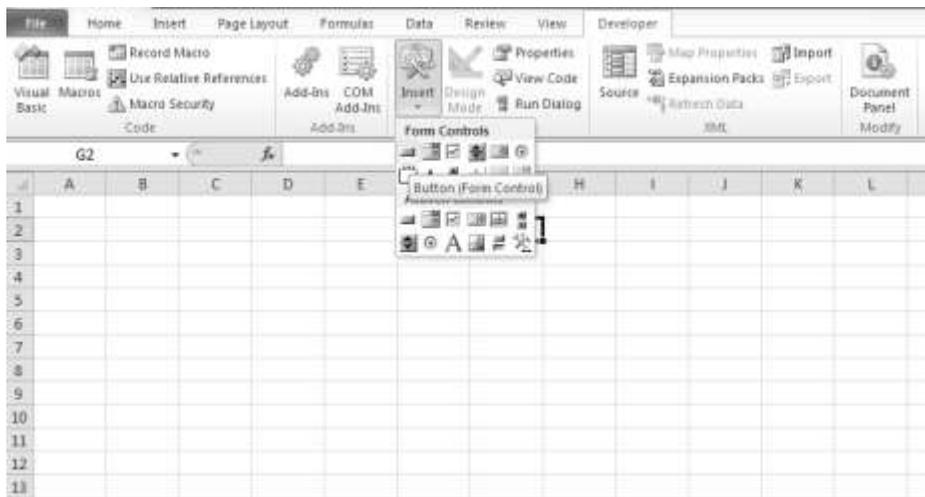


Gambar 17 Tampilan Menu Developer

Sumber: Microsoft office excel

Berikut ini langkah-langkah kerja pada VBA;

- Buat buku kerja yang baru, disimpan dalam format worksheet excel macro enabled * .xlsm
- Selanjutnya klik pada Menu “DEVELOPER”, pilih INSERT secara drop down box di bawah control ribbon bar, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

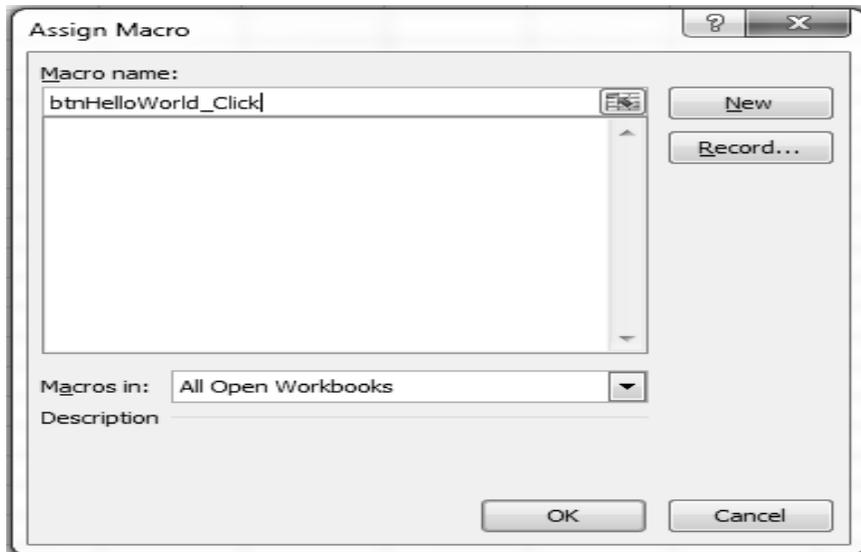


Gambar 18 Tampilan Menu Developer

Sumber: Microsoft office excel



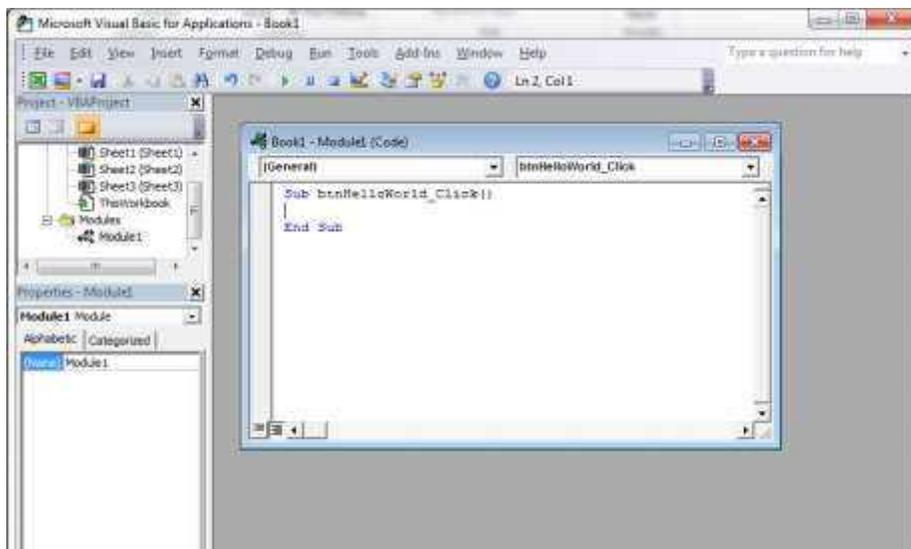
ombol perintah dimanapun pada worksheet, akan mendapatkan g dan mengganti nama makro menjadi “btnHelloWorld_Click” gambar berikut ini;



Gambar 19 Tampilan Jendela Assign Macro

Sumber: Microsoft office excel

4. Setelah itu akan muncul jendela kode seperti berikut;



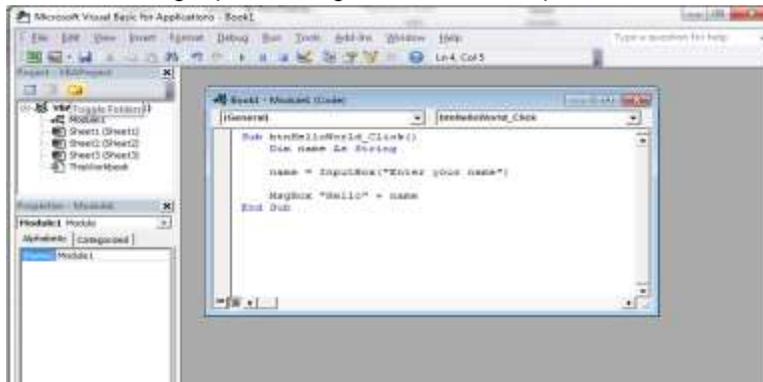
Gambar 20 Tampilan Jendela Kerja

Sumber: Microsoft office excel



de instruksi berikut
String
Box ("Masukkan nama Anda")
" + nama

- a) **"Dim name as String"** menciptakan sebuah variabel bernama name. Variabel akan menerima teks, numerik dan karakter lainnya mendefinisikannya sebagai string.
 - b) **"Name = InputBox (" Enter your name ")"** memanggil fungsi *InputBox* yang ada yang menampilkan jendela dengan judul masukkan nama. Nama yang dimasukkan kemudian disimpan dalam nama variabel.
 - c) **" MsgBox" Hello "+ name"** memanggil MsgBox fungsi bawaan yang menampilkan Hello dan nama yang dimasukkan.
- Jendela kode lengkap sekarang harus terlihat seperti berikut:



Gambar 21 Tampilan Jendela Kode

Sumber: Microsoft office excel

5. Setelah menutup jendela kode , Klik kanan pada tombol 1 dan pilih edit teks , Masukkan "say hello" yang nantinya akan mendapatkan kotak *input*.



Gambar 22 Tampilan Kotak Input

Sumber: Microsoft office excel

6. Masukkan nama yaitu " Rahmah" untuk membuat program VBA pada *Ms-excel*





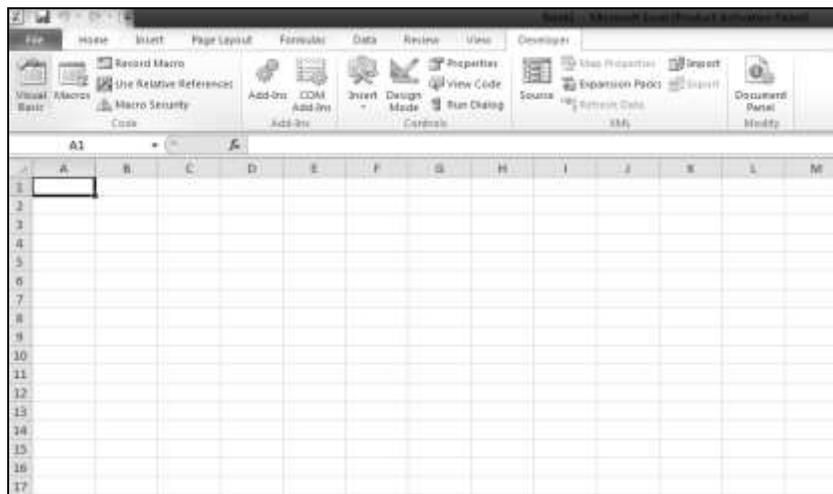
Gambar 23 Tampilan hasil proses program

Sumber: Microsoft office excel

1.8.3 Menampilkan Userform VBA pada Excel

UserForm yaitu merupakan interface atau tampilan yang dibuat oleh programmer untuk mempermudah user dalam menggunakan aplikasi *excel*. Atau untuk lebih mudah dipahami *Userform* merupakan sebuah jendela tampilan aplikasi yang bisa dibuat pada *excel* dengan dikombinasikan *coding* sehingga aplikasi *excel* yang kita buat lebih bagus dan lebih *userfriendly*. Berikut ini cara menampilkan *Userform* dan cara membuatnya.

1. Pertama buka *Ms Excel*, Kemudian klik dari Tab Menu "**Developer**" pilih "**Visual Basic**".

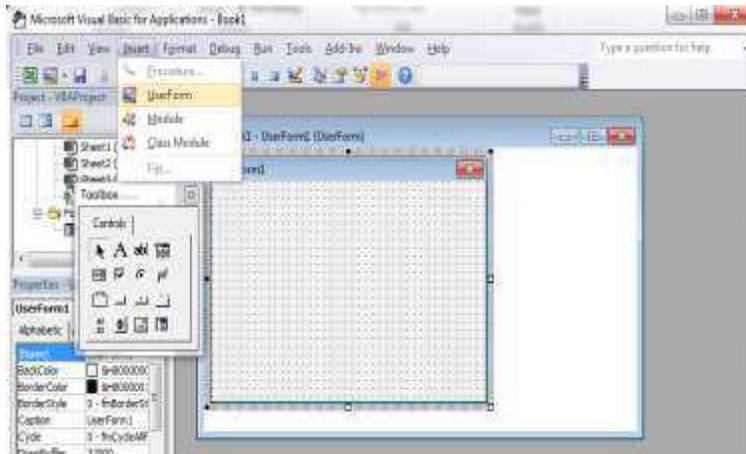


Gambar 24 Tampilan Microsoft Excel

Sumber: Microsoft office excel

2. Kemudian akan muncul tampilan Microsoft Visual Basic seperti gambar
tambahkan userform dengan cara klik "**Insert**" pilih "**Userform**".





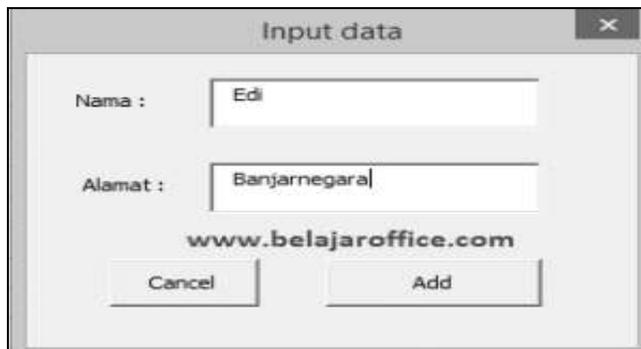
Gambar 25 Tampilan Microsoft Visual Basic

Sumber: Microsoft office excel

Pada tampilan tersebut terdapat bagian-bagian utama diantaranya;

- a) *UserForm*: Tempat untuk membuat *interface*/tampilannya.
- b) *ToolBox*: *Tool-tool* yang bisa ditambahkan atau letakan pada userform terdiri dari *label*, *textbox*, *radio button*, *checkbox*, *combobox*, *commandbutton* dan lain-lain.
- c) *Properties*: Digunakan untuk mengatur nama, *caption*, warna, *font* dari *userform*, *tool-toll* dan lain-lain sesuai keinginan.

Selanjutnya tambahkan userform1 yang dibuat dengan beberapa tool seperti pada Gambar dibawah ini;



Gambar 26 Tampilan Input data

Sumber: Microsoft office excel



1.9 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana bentuk model matematika dalam menentukan kebutuhan material coating pada kapal *Tugboat*?
2. Berapa besar kebutuhan primer coat, intermediate coat, dan cat anti foaling yang dihasilkan dari perhitungan model matematika pada kapal *Tugboat*?

1.10 Tujuan Penelitian

Sebagaimana rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memvariasikan model matematika dalam mengatur kebutuhan material coating pada kapal *Tugboat*.
2. Menghitung berapa besar kebutuhan cat primer, intermediate cat, dan cat anti foaling yang akan digunakan pada kapal *Tugboat*.

