

ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL TAKE-OFFER (MTO) PEMBANGUNAN KAPAL KAYU



ANDI ISRAJ BATARA SONGE
D031 20 1070

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA
2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL TAKE-OFFER (MTO)
PEMBANGUNAN KAPAL KAYU**

**ANDI ISRAJ BATARA SONGE
D031 20 1070**



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

**GOWA
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGAJUAN SKRIPSI

ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL TAKE-OFFER (MTO) PEMBANGUNAN KAPAL KAYU

Andi Israj Batara Songe
NIM. D031 20 1070

Skripsi,
Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana

Program Studi Teknik Perkapalan

Pada

Program Studi Teknik Perkapalan
Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa
2024



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

SKRIPSI

ANALISIS KEBUTUHAN MATERIAL TAKE-OFFER (MTO) PEMBANGUNAN KAPAL KAYU

Andi Israj Batara Songe
NIM. D031 20 1070

Skripsi

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sarjana Pada tanggal 23 Juli 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

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

Mengesahkan,
Pembimbing Tugas Akhir,



Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.

09103 1 003

Mengetahui,
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Eng. Suandar Baso, ST, MT.

NIP : 19730206 200012 1 002



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa. skripsi berjudul “**Analisis Kebutuhan Material Take-Off (MTO) Pembangunan Kapal Kayu**” adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.). 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, 19 Juli 2024
Yang Menyatakan,

Andi Israj Batara Songe
NIM. D081 20 1070



UCAPAN TERIMAKASIH

Assalamu'alaikum Wa Rahmatullahi Wa Barokatuh

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia – Nya serta sholawat dan salam penulis persembahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul penelitian: **“Analisis Kebutuhan Material Take-Off (MTO) Pembangunan Kapal Kayu”**.

Pengerjaan laporan penelitian ini merupakan persyaratan bagi setiap mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini tidak terlepas dari bantuan dari orang – orang sekitar. Melalui lembar ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Ir. Andi Rosman Salleang Depparaga dan Ibunda Ir. Andi Nuraeni K, atas doa, cinta, kasih sayang, perhatian, kepercayaan, motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
2. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemendikbudristek) Republik Indonesia atas pembiayaan pendidikan program Sarjana melalui Program Beasiswa Unggulan Masyarakat Berprestasi.
3. Bapak Dr. Ir. Syamsul Asri MT. selaku Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dalam pengerjaan hasil penelitian ini.
4. Bapak Dr.Eng. Suandar Baso ST., MT. selaku Ketua Departemen Teknik Perkapalan Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Wahyuddin ST., MT. selaku Kepala Labo Rancang Bangun Kapal.
6. Bapak Farianto L., ST., MT. Bapak Moh. Rizal Firmansyah ST., MT selaku dosen Labo Rancang Bangun Kapal.
7. Ibu Dr. Ir. Mislich Idrus, M.STr. Selaku Penasehat Akademik yang selalu memberikan arahan dan bimbingan dalam perencanaan jenjang akademik.
8. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala kebaikan dan kemurahan hatinya.
9. Segenap staff dan karyawan Departemen Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bantuan dan pelayanannya dalam penyelesaian administrasi Akademik.
10. Segenap staff dan karyawan PT. Mandala Pinisi Indonesia, PT. Sinar Harapan, UD. Bina Pusaka CV. D'Paroto, atas perizinan dan bantuannya selama penulis melaksanakan penelitian di Galangan tersebut.



anda Andi Paraga Batara Putra, Andi Mustabsyira Ati Batari, dan Muthmainnah Batara Putri untuk dukungan moral dan materilnya. kepada Partner saya Nurul Azizah yang senantiasa memberikan iangat dan motivasi dalam tahap menyusun laporan hasil penelitian

13. Kepada teman – teman CHAZER 2020, terimakasih telah memberikan pengalaman tentang persahabatan selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Perkapalan.

Atas segala kebaikan dan ketulusannya, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya. Penulis menyadari bahwa didalam laporan hasil penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan meminta kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penelitian yang akan dilaksanakan. Harapan penulis semoga penelitian ini dapat dilaksanakan dan bermanfaat bagi peneliti sendiri maupun bagi pihak yang berkenan untuk membaca dan mempelajarinya.

Wa Assalamualaikum Wa Rahmatullahi Wabarokatuh

Gowa, 19 Juli 2024

Yang Menyatakan,



Andi Israj Batara Songe

NIM. D031 20 1070



ABSTRAK

ANDI ISRAJ BATARA SONGE, **Analisis Kebutuhan Material Take-Off (MTO) Pembangunan Kapal Kayu** (dibimbing oleh Dr. Ir. Syamsul Asri, MT.)

Latar belakang, Keterampilan teknis dan kemampuan manajerial diperlukan untuk perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian sumber daya proyek dalam pembangunan kapal. Umumnya pembangunan kapal kayu di Bontobahari tidak melalui perencanaan teknis sehingga memperbesar resiko kesalahan perencanaan kebutuhan material. Proses perencanaan kebutuhan material terdiri dari: identifikasi material, perencanaan pengadaan raw material hingga penyusunan rencana anggaran proyek secara akurat atau dikenal dengan istilah *Material Take-Off* (MTO). **Tujuan**, Dengan adanya penelitian ini pengusaha di galangan kapal rakyat Bontobahari dapat mengestimasi kebutuhan material hingga anggaran proyek pembangunan lambung kapal kayu. **Metode**, Dalam penelitian ini digunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus pembangunan kapal kayu. Pengumpulan data dilakukan dengan pengukuran untuk setiap elemen konstruksi 5 (lima) sampel lambung kapal untuk menganalisis model matematis kebutuhan material setiap elemen konstruksi, jenis material kayu dan biaya kebutuhan raw material menggunakan analisis regresi hirarki. Ketepatan model matematis diukur berdasarkan nilai uji R^2 , uji-F dan uji-T pada tingkat kepercayaan 90%. **Hasil, Kesimpulan**, Hasil analisis diperoleh model matematis untuk estimasi total kebutuhan material terpakai yaitu: $0.44 \times x - 39.18$, total kebutuhan raw material yaitu: $0.06 \times x - 34.35$, dan total biaya pengadaan raw material yaitu: $(4.9 \times 10^5 \times x) - 1.8 \times 10^8$. Sedangkan kebutuhan material terpakai jenis kayu besi, kayu bitti, dan kayu jati merah diperoleh: 65.3%, 23.96%, dan 10.74% dari total kebutuhan material terpakai dan kebutuhan raw material jenis kayu besi, kayu bitti, dan kayu jati merah diperoleh: 60.6%, 31%, dan 8.4% dari total kebutuhan raw material.

Kata Kunci: Analisis Regresi Hirarki; Kapal Kayu; *Material Take-Off* (MTO).



ABSTRACT

ANDI ISRAJ BATARA SONGE, **Analysis of Material Take-Off (MTO) Requirement for Wooden Ship Construction** (dibimbing oleh Dr Ir. Syamsul Asri, MT).

Background, Technical skills and managerial capabilities are required for planning, managing and controlling project resources in shipbuilding. Generally, the construction of wooden ships in Bontobahari does not go through technical planning, increasing the risk of material procurement budget planning errors. The process of planning material needs consists of: material identification, raw material procurement planning to the preparation of an accurate project budget plan known as Material Take-Off (MTO). **Objectives**, With this research, entrepreneurs at the Bontobahari people's shipyard can estimate material needs to the project budget. **Method**, In this study a quantitative descriptive approach was used with a case study method of building wooden ships. Data collection was carried out by measuring for each construction element of 5 hull samples to analyse the mathematical model of material requirements for each construction element, type of wood material and the cost of raw material requirements using hierarchical regression analysis. The accuracy of the equation model is measured based on the value of the R2 test, F-test and T-test at the 90% confidence level. **Results**, **Conclusion**, The results of the analysis obtained a mathematical model for estimating the total installed material requirements is: $0.44 \times x - 39.18$, the total raw material requirement is: $0.06 \times x - 34.35$, and the total cost of raw material procurement is: $(4.9 \times 10^5 \times x) - 1.8 \times 10^8$. While the needs of used materials such as iron wood, bitti wood, and red teak wood are obtained: 65.3%, 23.96%, and 10.74% of the total used material requirements and raw material requirements for besi wood, bitti wood, and red jati wood are obtained: 60.6%, 31%, and 8.4% of the total raw material requirements.

Keywords: Material Take-Off (MTO); Hierarchical Regresion Analyses; Wooden Ship.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGAJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR PERSAMAAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I	
PENDAHULUAN 1	
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Rumusan Masalah	2
1.1.2 Tujuan	2
1.1.3 Batasan Masalah	2
1.1.4 Manfaat Penelitian	3
1.2 Kapal Kayu	3
1.2.1 Konstruksi Kapal Kayu	3
1.2.2 Material Konstruksi Kapal Kayu	5
1.3 Pembangunan Kapal Baru	7
1.3.1 Teknologi Pembangunan Kapal	8
1.3.2 Proses Produksi Kapal	9
1.3.3 Batasan Komponen Produksi	11
1.3.4 Pengendalian Produksi	11
1.3.5 Material <i>Take-Off</i> (MTO)	12
Produksi Kapal	13
Konsep Biaya	13
Metode Perhitungan Biaya Pokok Produksi	13
Komponen Biaya Pokok Produksi	14



1.5	Estimasi Biaya	16
1.5.1	Jenis Estimasi	17
1.5.2	Faktor – faktor yang Mempengaruhi Estimasi Biaya	17
1.6	Analisis Regresi Linear.....	18
1.6.1	Analisis Regresi Hirarki	18
1.6.2	Uji Koefisien Determinan.....	18
1.6.3	Uji Koefisien Simultan (Uji-F)	19
1.6.4	Uji Koefisien Parsial (Uji-T)	19
BAB II		
	METODE PENELITIAN.....	20
2.1	Desain Penelitian.....	20
2.2	Tahapan Penelitian.....	20
2.2.1	Identifikasi dan Pengumpulan Data Penelitian	20
2.2.2	Perhitungan Volume Kebutuhan Material	20
2.2.3	Analisis Model matematis Kebutuhan Material	21
2.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	22
2.4	Kerangka Pikir	22
BAB III		
	HASIL DAN PEMBAHASAN	23
3.1	Tinjauan Umum	23
3.1.1	Gambaran Umum Galangan Kapal Kayu di Kabupaten Bulukumba	23
3.1.2	Proses Pengukuran Sampel	24
3.1.3	Data Ukuran Utama Kapal	29
3.1.4	Handling Pengadaan Raw Material Jenis Kayu.....	29
3.2	Perhitungan Volume Kebutuhan Material Terpakai Konstruksi Lambung Kapal Kayu	31
3.2.1	Volume Kebutuhan Material Terpakai Setiap Elemen Konstruksi.....	31
3.2.2	Volume Kebutuhan Material Terpakai Setiap Material Jenis Kayu	32
	ungan Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Lambung Kapal	33
	Volume Kebutuhan Raw Material Setiap Elemen Konstruksi....	33



3.3.2	Volume Kebutuhan Raw Material Setiap Material Jenis Kayu.....	38
3.4	Analisis Variabel Penelitian	39
3.5	Analisis Model Matematis Volume Kebutuhan Material Terpakai Konstruksi Lambung Kapal Kayu	46
3.5.1	Pemodelan Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Setiap Elemen Konstruksi	46
3.5.2	Pemodelan Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Setiap Jenis Kayu.....	58
3.6	Analisis Model Matematis Kebutuhan Raw Material Konstruksi Lambung Kapal Kayu	61
3.6.1	Pemodelan Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Setiap Elemen Konstruksi	61
3.6.2	Pemodelan Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Setiap Jenis Kayu	73
3.7	Analisis Model Matematis Biaya Pengadaan Raw Material Lambung Kapal Kayu	76
3.7.1	Pemodelan Kurva Biaya Kebutuhan Raw Material Untuk Setiap Elemen Konstruksi	77
3.7.2	Pemodelan Kurva Biaya Kebutuhan Raw Material Untuk Setiap Jenis Kayu.....	89
BAB IV		
PENUTUP.....		92
4.1	Kesimpulan.....	92
4.2	Saran	93
DAFTAR PUSTAKA.....		94
LAMPIRAN.....		106



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kelas Kuat Kayu.....	8
Tabel 2. Kelas Awet Kayu.....	8
Tabel 3. Kualifikasi Jenis Kayu Dasar Konstruksi Kapal	9
Tabel 4. Uji Koefisien Determinasi.....	25
Tabel 5. Uji Koefisien Determinasi (R^2).....	32
Tabel 6. Data 5 Sampel Kapal Kayu.....	37
Tabel 7. Jenis Material Kayu Untuk Setiap Elemen Konstruksi Lambung Kapal Kayu.....	38
Tabel 8. Daftar Harga Raw Material Jenis Kayu.....	38
Tabel 9. Rangkuman Kebutuhan Material Terpakai Untuk Setiap Elemen Konstruksi.....	39
Tabel 10. Rangkuman Kebutuhan Material Terpakai Berdasarkan Kelompok Penggunaan Jenis Material Kayu Setiap Elemen Konstruksi.....	40
Tabel 11. Rangkuman Kebutuhan Raw Material Untuk Setiap Elemen Konstruksi.....	41
Tabel 12. Efisiensi Penggunaan Material Untuk Setiap Elemen Konstruksi.....	42
Tabel 13. Rangkuman Kebutuhan Raw Material Berdasarkan Kelompok Penggunaan Jenis Material Kayu Setiap Elemen Konstruksi.....	45
Tabel 14. Efisiensi Penggunaan Material Untuk Setiap Material Jenis Kayu.....	46
Tabel 15. Data Variabel Bebas Kebutuhan Material Terpakai dan Kebutuhan Raw Material.....	52
Tabel 16. Data Variabel Bebas Biaya Kebutuhan Raw Material.....	83
Tabel 17. Summary Model Matematis Kebutuhan Material Terpakai, Raw Material, dan Harga Raw Material.....	115
Tabel 18. Summary Model Matematis Kebutuhan Material Untuk Setiap Jenis Material Kayu.....	115



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Konstruksi Kapal Kayu (a) Lunas Tunggal (b) Lunas Ganda.....	4
Gambar 2.	Sejarah Perkembangan Metode Pembangunan Kapal.....	11
Gambar 3.	Skema Sistem Produksi	15
Gambar 4.	Skema Biaya Pokok Produksi.....	20
Gambar 5.	Kerangka Pikir.....	32
Gambar 6.	Galangan Kapal Rakyat Tanah Beru.....	30
Gambar 7.	Peralatan Modern (a) Bor listrik (b) Blander las potong.....	31
Gambar 8.	Ukuran Utama Kapal (a) Panjang (b) Lebar dan tinggi kapal.....	32
Gambar 9.	Pengukuran Dimensi Konstruksi (a) Lunas luar (b) Lunas Dalam...	33
Gambar 10.	Pengukuran Dimensi Konstruksi (a) Tiang bo's (b) Balok Mati.....	33
Gambar 11.	Pengukuran Dimensi Konstruksi (a) Linggi haluan (b) Sudut Kemiringan Linggi Haluan.....	34
Gambar 12.	Pengukuran Bentangan Gading-Gading (a) Ilustrasi Pembagian Station (b) Panjang Bentangan Gading-gading.....	35
Gambar 13.	Pengukuran Galar Kim (a) Dimensi Penampang (b) Jarak Antara Lajur.....	35
Gambar 14.	Pengukuran Dimensi Penampang Konstruksi Transom (a) Lajur Papan (b) Balok Penegar.....	36
Gambar 15.	Ilustrasi Pembagian Penampang Lebar Kapal.....	36
Gambar 16.	Uji Korelasi Ukuran Lebar Kapal (B) terhadap Panjang Deck (L_{deck})	41
Gambar 17.	Model Kurva Volume Kebutuhan Material terpakai Set Lunas.....	53
Gambar 18.	Model Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Konstruksi Linggi Haluan.....	54
Gambar 19.	Model Kurva Volume Kebutuhan Material terpakai Konstruksi Linggi Buritan.....	55
Gambar 20.	Model Kurva Volume Kebutuhan Material terpakaiKonstruksi Gading – gading	56
Gambar 21.	Model Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Konstruksi Papan Kulit	57
Gambar 22.	Model Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Konstruksi Galar Kim.....	58
Gambar 23.	Model Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Konstruksi Galar Balok.....	59
Gambar 24.	Model Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Konstruksi Balok Geladak.....	60
Gambar 25.	Model Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Konstruksi Geladak.....	61
	Kurva Volume Kebutuhan Material TerpakaiKonstruksi Transom.....	62
	Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Konstruksi Penegar Transom.....	63
	Kurva Total Volume Kebutuhan Material Terpakai.....	64



Gambar 29. Model Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Jenis Kayu Besi.....	65
Gambar 30. Model Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Jenis Kayu Bitti.....	66
Gambar 31. Model Kurva Volume Kebutuhan Material Terpakai Jenis Kayu Jati Merah.....	67
Gambar 32. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Balok Penegar Transom.....	68
Gambar 33. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Linggi Haluan.....	69
Gambar 34. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Linggi Buritan.....	70
Gambar 35. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Gading – gading.....	71
Gambar 36. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Papan Kulit	72
Gambar 37. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Galar Kim.....	73
Gambar 38. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Galar Balok.....	74
Gambar 39. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Balok Geladak.....	75
Gambar 40. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Papan Geladak.....	76
Gambar 41. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Papan Transom.....	77
Gambar 42. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Balok Penegar Transom.....	78
Gambar 43. Model Kurva Total Volume Kebutuhan Raw Material	79
Gambar 44. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Jenis Kayu Besi....	80
Gambar 45. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Jenis Kayu Bitti....	81
Gambar 46. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Jenis Kayu Jati Merah.....	82
Gambar 47. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Set Lunas.....	83
Gambar 48. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Linggi Haluan.....	85
Gambar 49. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Linggi	86
 Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Gading	87
ig.....	87
Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Papan	88

Gambar 52. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Galar Kim.....	89
Gambar 53. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Galar Balok	90
Gambar 54. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Balok Geladak	91
Gambar 55. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Papan Geladak.....	92
Gambar 56. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Papan Transom.....	93
Gambar 57. Model Kurva Volume Kebutuhan Raw Material Konstruksi Balok Penegar Transom	94
Gambar 58. Model Kurva Total Biaya Kebutuhan Raw Material.....	95
Gambar 59. Model Kurva Biaya Kebutuhan Raw Material Kayu Besi.....	96
Gambar 60. Model Kurva Biaya Kebutuhan Raw Material Kayu Bitti.....	97
Gambar 61. Model Kurva Biaya Kebutuhan Raw Material Kayu Jati Merah.....	98



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1.....	24
Persamaan 2.....	24
Persamaan 3.....	27
Persamaan 4.....	27
Persamaan 5.....	48
Persamaan 6.....	48
Persamaan 7.....	49
Persamaan 8.....	49
Persamaan 9.....	49
Persamaan 10.....	49
Persamaan 11.....	49
Persamaan 12.....	50
Persamaan 13.....	50
Persamaan 14.....	50
Persamaan 15.....	50
Persamaan 16.....	51
Persamaan 17.....	51
Persamaan 18.....	51
Persamaan 19.....	51
Persamaan 20.....	53
Persamaan 21.....	54
Persamaan 22.....	55
Persamaan 23.....	56
Persamaan 24.....	57
Persamaan 25.....	58
Persamaan 26.....	59
Persamaan 27.....	60
Persamaan 28.....	61
Persamaan 29.....	62
Persamaan 30.....	63
Persamaan 31.....	64
Persamaan 32.....	65
Persamaan 33.....	66
Persamaan 34.....	67
Persamaan 35.....	68
Persamaan 36.....	69
Persamaan 37.....	70
Persamaan 38.....	71
Persamaan 39.....	72
Persamaan 40.....	73
Persamaan 41.....	74
Persamaan 42.....	75
 	76
 	77
 	78
	79
	80
	81

Persamaan 49	82
Persamaan 50	83
Persamaan 51	85
Persamaan 52	86
Persamaan 53	87
Persamaan 54	88
Persamaan 55	89
Persamaan 56	90
Persamaan 57	91
Persamaan 58	92
Persamaan 59	93
Persamaan 60	94
Persamaan 61	95
Persamaan 62	96
Persamaan 63	97
Persamaan 64	98



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar <i>Construcstion Profile</i> , <i>Sheel Expansion</i> , dan <i>Midship Section</i> 5 Sampel Kapal.....	111
Lampiran 2. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Kebutuhan Material Sampel Lambung Kapal.....	119
Lampiran 3. Perhitungan Persentase Kebutuhan Raw Material dan Material Terpakai 5 sampel Lambung Kapal.....	171
Lampiran 4. Perhitungan Biaya Kebutuhan Raw Material 5 Sampel Kapal	173
Lampiran 5. Prosedur Uji Koefisien Determinasi, Uji-F (Signifikansi Simultan), dan Uji-T (Signifikansi Parsial) 5 Sampel Kapal Menggunakan Software BIM SPSS.....	199
Lampiran 6. Hasil Uji Koefisien Determinasi, Uji-F (Signifikansi Simultan), Uji-T (Signifikansi Parsial) 5 Sampel Kapal Menggunakan Software BIM SPSS.....	203



DAFTAR NOTASI

Notasi	Nama	Satuan
X	Variabel bebas	-
Y	Variabel terikat	-
β_0	Intercept	-
β_1	Koefisien slope	-
ϵ	Erorr	-
R ²	Koefisien determinasi	-
MOR	Kukuh lentur mutlak	kg/cm ²
F _c	Kukuh tekanan mutlak	kg/cm ²
p	Panjang kayu	m
A _k	Luas penampang kayu	m ²
V _k	Volume kayu	m ³
L _{deck}	Panjang geladak	m
B	Lebar kapal	m
H	Tinggi kapal	m
A ₀	Jarak antara gading	m
L _{lunas}	Panjang lunas	m
Y _{1.1}	Kebutuhan material terpakai Set lunas	m ³
Y _{1.2}	Kebutuhan raw material Set lunas	m ³
Y _{1.3}	Biaya pengadaan raw material Set lunas	Rp/m ³
Y _{2.1}	Kebutuhan material terpakai linggi haluan	m ³
Y _{2.2}	Kebutuhan raw material linggi haluan	m ³
Y _{2.3}	Biaya pengadaan raw material linggi haluan	Rp/m ³
Y _{3.1}	Kebutuhan material terpakai linggi buritan	m ³
Y _{3.2}	Kebutuhan raw material linggi buritan	m ³
Y _{3.3}	Biaya pengadaan raw material linggi buritan	Rp/m ³
Y _{4.1}	Kebutuhan material terpakai gading – gading	m ³
Y _{4.2}	Kebutuhan raw material gading – gading	m ³
Y _{4.3}	Biaya pengadaan raw material gading – gading	Rp/m ³
Y _{5.1}	Kebutuhan material terpakai papan kulit	m ³
Y _{5.2}	Kebutuhan raw papan kulit	m ³
Y _{5.3}	Biaya pengadaan raw material papan kulit	Rp/m ³
Y _{6.1}	Kebutuhan material terpakai papan kulit	m ³
Y _{6.2}	Kebutuhan raw material galar kim	m ³
Y _{6.3}	Biaya pengadaan raw material galar kim	Rp/m ³
Y _{7.1}	Kebutuhan material terpakai galar balok	m ³
Y _{7.2}	Kebutuhan raw material galar balok	m ³
Y _{7.3}	Biaya pengadaan raw material galar balok	Rp/m ³
Y _{8.1}	Kebutuhan material terpakai balok geladak	m ³
Y _{8.2}	Kebutuhan raw material balok geladak	m ³
Y _{8.3}	Biaya pengadaan raw material balok geladak	Rp/m ³
Y _{9.1}	Kebutuhan material terpakai papan geladak	m ³
Y _{9.2}	Kebutuhan raw material papan geladak	m ³
Y _{9.3}	Biaya pengadaan raw material papan geladak	Rp/m ³
Y _{10.1}	Kebutuhan material terpakai papan transom	m ³
Y _{10.2}	Kebutuhan raw material papan transom	m ³
Y _{10.3}	Biaya pengadaan raw material papan transom	Rp/m ³



Y _{11.1}	Kebutuhan material terpakai balok penegar transom	m ³
Y _{11.2}	Kebutuhan raw material balok penegar transom	m ³
Y _{11.3}	Biaya pengadaan raw material balok penegar transom	Rp/m ³
Y _{12.1}	Total kebutuhan material terpakai	m ³
Y _{12.2}	Total kebutuhan raw material	m ³
Y _{12.3}	Total biaya pengadaan raw material	Rp/m ³
Y _{13.1}	Kebutuhan material terpakai jenis kayu besi	m ³
Y _{13.2}	Kebutuhan raw material jenis kayu besi	m ³
Y _{13.3}	Biaya pengadaan raw material jenis kayu besi	Rp/m ³
Y _{14.1}	Kebutuhan material terpakai jenis kayu bitti	m ³
Y _{14.2}	Kebutuhan raw material jenis kayu bitti	m ³
Y _{14.3}	Biaya pengadaan raw material jenis kayu bitti	Rp/m ³
Y _{15.1}	Kebutuhan material terpakai jenis kayu jati merah	m ³
Y _{15.2}	Kebutuhan raw material jenis kayu jati merah	m ³
Y _{15.3}	Biaya pengadaan raw material jenis jati merah	Rp/m ³
X _{b1}	Variabel bebas set lunas	-
X _{b2}	Variabel bebas linggi haluan	-
X _{b3}	Variabel bebas linggi buritan	-
X _{bi1}	Variabel bebas gading – gading	-
X _{b4}	Variabel bebas papan kulit	-
X _{b5}	Variabel bebas galar kim	-
X _{b6}	Variabel bebas galar balok	-
X _{b7}	Variabel bebas balok geladak	-
X _{j1}	Variabel bebas papan geladak	-
X _{b8}	Variabel bebas papan transom	-
X _{bi2}	Variabel bebas balok penegar transom	-
X _{tot}	Variabel bebas estimasi total kebutuhan material	-
X _{btot}	Variabel bebas kebutuhan material jenis kayu besi	-
X _{bitot}	Variabel bebas kebutuhan material jenis kayu bitti	-
X _{jtot}	Variabel bebas kebutuhan material jenis kayu jati merah	-



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan permintaan akan transportasi laut, perdagangan internasional, dan eksplorasi sumber daya laut, industri pembangunan dan reparasi kapal menjadi salah satu sektor vital dalam perkembangan perekonomian global (Cheong, 2016). Semakin banyak permintaan pembangunan kapal, berdampak pada semakin banyak material dibutuhkan. Umumnya material baja, fiberglass, dan kayu digunakan dalam pembangunan kapal. Kepastian keberlanjutan proyek dibutuhkan perencanaan dalam pengadaan material (Hanik, 2016). Proses perencanaan kebutuhan material untuk setiap tahap pembangunan kapal dikenal dengan istilah *Material Take-Off* (MTO). Proses ini terdiri dari: identifikasi material, perencanaan persediaan, dan pengelolaan raw material. Selain itu, MTO menjadi penentu estimasi biaya proyek secara akurat (K. S. Palanikumar, 2008).

Kompleksitas pekerjaan pembangunan dan reparasi kapal merupakan tantangan utama para manajer. Kompleksitas ini terdiri dari: desain teknis, pengadaan dan fluktuasi harga raw material, ketidakpastian pasar hingga aspek regulasi dan uji keamanan kapal. Sehingga keterampilan teknis dan kemampuan manajerial diperlukan untuk perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian sumber daya proyek (Xu & Song, 2020).

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan salah satu instrumen penting manajemen sumber daya pembangunan kapal. Rincian dokumen RAB terdiri dari: estimasi biaya untuk setiap aspek pembangunan kapal, termasuk bahan baku, tenaga kerja, peralatan, dan biaya overhead lainnya (Aditya A. S., 2019). Menurut (Haryanto, 2018) rencana anggaran biaya sebagai gambaran detail tentang biaya pengeluaran untuk setiap tahapan pembangunan kapal sehingga potensi peningkatan biaya atau biaya tambahan tidak terduga (*overhead*) dapat diidentifikasi oleh manajer proyek dan penundaan atau keterlambatan penyelesaian proyek dapat dihindari karena kurangnya dana atau sumber daya.

Persyaratan dan spesifikasi teknis dari pemilik kapal digunakan sebagai acuan perkiraan biaya (*cost estimation*) produksi kapal. Umumnya pembangunan kapal kayu di Bontobahari tidak melalui perencanaan teknis sehingga memperbesar resiko kesalahan perencanaan anggaran pengadaan material. Biaya produksi sebagai penentu besarnya harga jual suatu produk atau jasa akan berdampak pada perolehan laba perusahaan. Tingginya harga jual kapal dipengaruhi oleh tingginya harga pokok produksi. Jika harga ok produksi rata-rata (harga standar) kapal berkonsekuensi pada dapat bersaing. sebaliknya jika harga pokok produksi rata-rata (harga akibat rendahnya harga jual dan mempengaruhi *market share* ga penyusunan anggaran biaya produksi (*Full Costing*) perlu John S, 2019).



Berdasarkan deskripsi sebelumnya, penting untuk diusulkan penelitian dalam menganalisis kebutuhan *material take-off* sebagai instrumen perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian biaya pembangunan kapal secara optimal. Usulan penelitian dituangkan dengan Judul : “**Analisis Kebutuhan Material Take-Off (MTO) Pembangunan Kapal Kayu**”.

1.1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang terdapat rumusan masalah penelitian ini yaitu: Bagaimana model matematis dari:

1. Kebutuhan material terpakai untuk setiap elemen konstruksi pada lambung kapal kayu?
2. Kebutuhan material terpakai untuk setiap jenis material kayu pada konstruksi lambung kapal kayu?
3. Kebutuhan raw material untuk setiap elemen konstruksi pada lambung kapal kayu?
4. Kebutuhan raw material untuk setiap jenis material kayu pada konstruksi lambung kapal kayu?
5. Kebutuhan biaya pengadaan raw material untuk setiap elemen konstruksi pada lambung kapal kayu?
6. Kebutuhan biaya pengadaan raw material untuk setiap jenis material kayu pada konstruksi lambung kapal kayu?

1.1.2 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model matematis dari:

1. Kebutuhan material terpakai untuk setiap elemen konstruksi pada lambung kapal kayu.
2. Kebutuhan material terpakai untuk setiap jenis material kayu pada konstruksi lambung kapal kayu.
3. Kebutuhan raw material untuk setiap elemen konstruksi pada lambung kapal kayu.
4. Kebutuhan raw material untuk setiap jenis material kayu pada konstruksi lambung kapal kayu.
5. Kebutuhan biaya pengadaan raw material untuk setiap elemen konstruksi pada lambung kapal kayu.
6. Kebutuhan biaya pengadaan raw material untuk setiap jenis material kayu pada konstruksi lambung kapal kayu.

1.1.3 Batasan Masalah



Batasan lebih terarah maka ruang lingkup penelitian ini akan dibahas ses produksi kapal adalah pembangunan lambung kapal kayu

2. Perhitungan volume kebutuhan material hanya dilakukan pada elemen konstruksi lambung kapal kayu.
3. Perhitungan biaya produksi terdiri dari harga dari volume kebutuhan material setiap jenis kayu untuk semua elemen konstruksi pada lambung kapal kayu.

1.1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Secara teori: penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan informasi dan masukan untuk pengembangan ilmu pengetahuan terutama dalam penyusunan anggaran biaya produksi pembangunan kapal kayu.
2. Secara praktis: penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:
 - a. Peneliti
Hasil penelitian ini sebagai media untuk menambah wawasan dan pengetahuan secara praktis dari teori – teori selama menempuh perkuliahan.
 - b. Akademisi
Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan referensi atau pembandingan untuk penelitian selanjutnya.
 - c. Pengusaha
Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan perhitungan kebutuhan material untuk meningkatkan efisiensi perencanaan anggaran pengadaan raw material pembangunan kapal kayu di galangan kapal rakyat Kel. Tanah Beru Kec. Bontobahari, Kab. Bulukumba.

1.2 Kapal Kayu

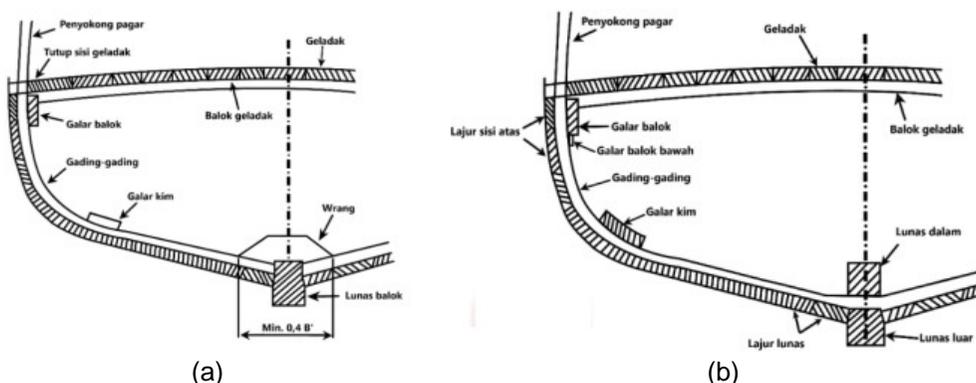
Undang – undang nomor 17 tahun 2008 tentang pelayaran, mendefinisikan kapal sebagai kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, ditarik/ditunda, serta bangunan apung lainnya. Berdasarkan jenis material konstruksi pembangunan kapal, umumnya terbuat dari material baja, fiberglass, dan bermaterial kayu. Umumnya konstruksi kapal kayu baik dari lambung (*hull*), geladak (*deck*), bangunan atas (*superstructure*), serta komponen konstruksi pendukungnya menggunakan material kayu (Aditya B. K., 2020).

1.2.1 Konstruksi Kapal Kayu

Menurut (Aditya B. K., 2020) kapal kayu digolongkan menjadi 2 (dua) tipe konstruksi, yaitu konstruksi gading – gading tunggal dan konstruksi gading berganda. Perbedaan tipe konstruksi tersebut terletak pada penggunaan lunas. Konstruksi gading



ias terhubung dengan lajur papan lunas dan wrang. Sedangkan ganda terdiri dari lunas luar dan lunas dalam dan terhubung dengan konstruksi kapal kayu terdiri dari: lunas, linggi haluan dan buritan, ang, balok geladak, balok kim, papan kulit, dan papan geladak nbar 1.



Gambar 1. Konstruksi Kapal Kayu (a) Lunas Tunggal; (b) Lunas Ganda

Menurut (Badan Klasifikasi Indonesia, 2023) komponen – komponen konstruksi kapal kayu terdiri dari:

1. Lunas

Lunas merupakan komponen konstruksi yang dipasang pada area *center line*. Lunas berfungsi sebagai konstruksi penguat utama di tengah kapal secara membujur. Umumnya lunas kapal kayu digolongkan menjadi 2 (dua) yaitu lunas kayu balok dan lunas baja. Lunas baja dapat digunakan dengan syarat kekuatannya sebanding dengan kekuatan lunas balok kayu.

2. Gading – gading

Gading – gading merupakan rangka konstruksi yang dipasang secara melintang sepanjang kapal. Konstruksi gading terhubung dari balok lunas hingga geladak dan diikat dengan papan kulit.

3. Wrang

Wrang merupakan konstruksi pada area dasar kapal yang terikat pada papan kulit area dasar (*bottom*). Wrang berfungsi sebagai penguat arah melintang kapal. Warang dapat dibuat dari kayu lapis dengan modulus penampang 1,5 kali lebih besar dari ukuran gading – gading tunggal. wrang juga dapat dibuat dari baja atau dibuat dari material (aluminium, serat gelas) namun modulus penampangnya dipertimbangkan secara khusus.

4. Galar Kim

Galar kim atau senta bottom kapal berfungsi sebagai penguat arah memanjang sisi kapal. Pada tiap sisi kapal di daerah lajur bilga harus dipasang sebuah galar kim. Galar kim terdiri dari beberapa kayu balok yang diletakkan bersisian. Galar kim dipasang searah papan kulit luar dari haluan ke buritan secara menerus. Umumnya galar kim dibuat dari kayu balok, atau kayu berlapis (*laminated stringer*).



merupakan konstruksi balok memanjang yang dipasang pada area *center line*. Galar balok berfungsi sebagai penguat arah memanjang area dasar kapal. Galar balok harus dipasang menembus sekat. Galar balok boleh disambung dengan tidak boleh di sekitar tiang, tambatan tali tiang sekat – sekat, lajur – lajur papan kulit bagian atas atau tutup sisi geladak.

6. Balok Geladak

Balok geladak merupakan konstruksi melintang sebagai tumpuan papan geladak. Jika luas penampang balok lebih kecil dari aturan (Badan Klasifikasi Indonesia, 2023) balok geladak tidak boleh disambungkan pada galar balok dengan membuat takik balok.

7. Papan Kulit

Papan kulit adalah papan yang disusun dan diatur sedemikian rupa sehingga menutup area bawah dan sisi kapal. Papan kulit dibuat secara kedap sehingga air tidak masuk ke dalam kapal.

8. Papan Geladak

Papan geladak dipasang menerus. Sambungan papan di geladak harus dibagi secara merata, seperti halnya papan kulit. Jarak antara sambungan papan geladak dan sambungan papan lajur sisi atas harus sekurang-kurangnya 1,50 meter, dan jarak antara sambungan papan balok harus sekurang-kurangnya 1,20 meter.

9. Linggi

Linggi merupakan konstruksi yang disambung dengan balok lunas yang dipasang pada bagian haluan dan buritan. Konstruksi ini berfungsi menambah kekuatan memanjang kapal.

1.2.2 Material Konstruksi Kapal Kayu

Pemilihan material kayu untuk kebutuhan pembangunan kapal kayu didasarkan pada sifat (kelas awet dan kelas kuat) atau karakteristik kayu: kekuatan, daya tahan, mutu, jumlah dan ukuran yang diinginkan (Fyson, J. F. & FAO, 1985). Sesuai dengan namanya, konstruksi kapal kayu sebagian besar terbuat dari kayu. Penggunaan kayu menurut (Navy Department Bureau of Construction and Repair, 1931) sebagai bahan utama pembuatan kapal kayu dikarenakan kayu memiliki kelebihan antar lain:

1. Modulus elastisitas kayu lebih kecil dibandingkan material logam
2. Massa jenis (*Density*) kayu lebih kecil dibandingkan material logam, sehingga daya apung kapal kayu lebih besar dibandingkan kapal bermaterial baja.
3. Kayu tidak bersifat korosi
4. Umumnya peralatan – peralatan / mesin – mesin berat tidak digunakan pada pekerjaan konstruksi kapal kayu.

Menurut (Badan Klasifikasi Indonesia, 2003) Penggunaan material kayu pada pembangunan kapal harus memenuhi standar kelas kuat dan kelas awet kayu sesuai kegunaannya. Untuk bagian konstruksi yang penting harus dipergunakan kayu dengan mutu minimum Kelas Kuat III dan Kelas Awet III sesuai Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kelas kuat kayu

Kelembapan (M)	Kukuh lentur mutlak (MOR) [kg/cm ²]	Kukuh tekanan mutlak (F _c) [kg/cm ²]
M ≤ 0,90	MOR ≥ 1100	F _c ≥ 650
0,90 < M < 1,00	725 ≤ MOR < 1100	425 ≤ F _c < 650
M ≥ 1,00	500 ≤ MOR < 725	300 ≤ F _c < 425



Kelas kuat	Berat jenis kering udara	Kukuh lentur mutlak (MOR) [kg/cm ²]	Kukuh tekanan mutlak (F _c) [kg/cm ²]
IV	0,40 > ρ > 0,30	360 < MOR < 500	215 < F _c < 300
V	ρ ≤ 0,30	MOR ≤ 360	F _c ≤ 215

Sumber : Rules (Badan Klasifikasi Indonesia, 2023) Kapal Kayu

Tabel 2. Kelas awet kayu

Kelas awet	I	II	III	IV	V
a. Selalu berhubungan dengan tanah lembab	8 tahun	5 tahun	3 Tahun	Sangat pendek	Sangat pendek
b. Hanya terbuka terhadap angin dan iklim tetapi dilindungi terhadap pemasukan air dan kelembasan	20 Tahun	15 tahun	10 tahun	Beberapa tahun	Sangat pendek
c. Dibawah atap tidak berhubungan dengan tanah lembab dan dilindungi terhadap kelembasan	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Sangat lama	Beberapa tahun	Pendek
d. Seperti pada poin c, tetapi dipelihara dengan baik, dicat dsb.	Tak Terbatas	Tak Terbatas	Tak Terbatas	20 tahun	20 tahun
e. Serangan oleh rayap	Tidak	Jarang	Agak cepat	Sangat cepat	Sangat cepat
f. Serangan oleh bubuk kayu kering	Tidak	Tidak	Hampir tidak	Tak seberapa	Sangat cepat

Sumber : Rules (Badan Klasifikasi Indonesia, 2023) Kapal Kayu

Sedangkan menurut (I Ketut Dunia, 1985) Penggunaan kayu untuk konstruksi dibedakan menjadi:

1. Kelas I dan II

Kayu pada kelas ini digunakan untuk keperluan konstruksi berat karena pengaplikasiannya dipengaruhi kondisi buruk seperti berhubungan dengan tanah lembab atau terkena panas matahari, hujan dan angin. Pada kondisi ini kayu dapat digunakan 5 – 8 tahun.

2. Kelas III

Kayu pada kelas ini digunakan untuk keperluan konstruksi berat, namun pada pengaplikasiannya berada di bawah atap dan tidak berhubungan dengan tanah lembab. dapat digunakan sampai 10 tahun.



Kelas ini digunakan untuk konstruksi ringan dan terlindung di bawah atap dan berhubungan dengan tanah lembab dan tidak kekuarangan udara. Kondisi ini dapat digunakan sampai 10 tahun.

4. Kelas V

Kayu pada kelas ini digunakan untuk konstruksi tidak permanen. tidak berhubungan dengan tanah lembab dan tidak kekuarangan udara. Kondisi ini kayu dapat digunakan untuk beberapa tahun.

Sifat fisik kayu secara umum digambarkan sebagai berikut:

1. Berat jenis suatu kayu bergantung dari jumlah zat kayu, rongga sel, kadar air dan *zar ekstraktif* dikandungnya. Umumnya makin tinggi berat jenisnya, kayu semakin berat dan kuat.
2. Keawetan adalah ketahanan kayu terhadap serangan dari unsur – unsur mikroorganisme perusaha seperti jamur, rayap, bubuk dll.
3. Variasi warna kayu disebabkan oleh kandungan zat warna (pigemen).
4. Tekstur adalah ukuran relatif sel – sel kayu. Umumnya tekstur kayu digolongkan kedalam kayu bertekstur halus, kayu bertekstur sedang, dan kayu bertekstur kasar.
5. Arah serat adalah arah umum sel – sel kayu terhadap sumbu batang pohon. Arah serat dapat dibedakan menjadi serat lurus, serat berpadu, serat berombak, serat terpinil dan serat diagonal.

Kayu untuk konstruksi di atas air dan di bawah air memiliki kekuatan dan fungsi kayu berbeda. Bagian konstruksi di atas garis air seperti: kulit, geladak, bangunan atas, ambang palka harus terbuat dari kayu kering udara (bermutu A) sedangkan untuk bagian konstruksi di bawah garis air dapat digunakan kayu dengan tingkat kelembaban lebih besar. Menurut Badan Standarisasi Nasional (BSN) melalui dokumen Standar Nasional Indonesia (SNI), jenis kayu terqualifikasi untuk pembangunan kapal ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualifikasi Jenis Kayu Dasar Konstruksi Kapal

No	Penggunaan	Kelas	
		Awet	Kuat
1	Gading, Galar, Kulit, Papan Geladak	II - III	I - II
2	Semua baguan kapal	I (I-III)	I - II
3	Lunas, Linggi, Dudukan mesin	I	I
4	Konstruksi bagian dalam, Tiang layar	III	II - III
5	Rangka, Lunas dan komponen Konstruksi lain yang perlu dilengkungkan	I - II	I

Sumber : Rules (Badan Klasifikasi Indonesia, 2023) Kapal Kayu



an Kapal Baru

5) Mendefinisikan proses pembangunan kapal sebagai rangkaian seri dengan variasi tahapan atau item pekerjaan. Menurut (Bruce, pembangunan kapal terdiri dari: perencanaan desain teknis, perencanaan material, perancangan konstruksi, hingga pengujian keamanan kapal.

Pengelolaan proses – proses produksi peningkatan kapasitas produksi, dan efisiensi waktu produksi bergantung pada penerapan teknologi produksi di galangan.

1.3.1 Teknologi Pembangunan Kapal

Menurut (Thomas, 1986) dalam proses pembangunan kapal, fasilitas galangan sebagai instrumen penting untuk kemudahan proses produksi. Umumnya pekerjaan pembangunan kapal terdiri dari: pemotongan, pembentukan dan penyambungan. Pemilihan metode pembangunan kapal bergantung pada ketersediaan sumber daya galangan. Pada dasarnya terdapat beberapa metode untuk optimalisasi proses – proses produksi. Beberapa metode produksi adalah sebagai berikut:

1. *System Oriented : Conventional Construction and Outfitting*

Pendekatan sistem merupakan metode konvensional dengan tingkat produktivitas terendah dari metode lainnya, karena semua jenis pekerjaan dilakukan secara berurutan dan memiliki ketergantungan setiap tahapan pekerjaan sehingga waktu pekerjaan lebih lama dengan kualitas rendah karena hampir semua pekerjaan dilakukan secara manual di *building berth*, dengan kondisi lingkungan kerja kurang mendukung jika ditinjau dari aspek keamanan, kenyamanan dan kemudahan bekerja. Umumnya metode konvensional ditemukan pada pembangunan kapal kayu.

2. *Hull Block Construction Methode and Pre – Outfitting*

Metode ini dimulai sejak penggunaan teknologi pengelasan pada pembuatan kapal. Proses pengelasan dilakukan untuk penyambungan komponen – komponen konstruksi hingga penyambungan blok – blok menjadi utuh satu lambung kapal kemudian diikuti pekerjaan pemasangan peralatan dan perlengkapan kapal (*outfitting*). Umumnya pekerjaan pengelasan dilakukan dengan posisi mendatar (*down head*).

3. *Process Lane Hull Construction and Zone Outfitting/ Full Outfitting Block System (FOBS)*

Teknologi pembangunan kapal dengan metode FOBS atau dikenal dengan istilah “*zone/stage/area*” Pada tahap ini ditandai dengan *Process Lane Construction* dan *Zone Outfitting*. *Process Lane Construction* adalah pengelompokan produk sejenis pada proses produksi *Hull Construction*. Hal ini bertujuan agar pekerjaan – pekerjaan di *work station* lebih produktif. Sedangkan *Zone Outfitting* adalah pembagian pekerjaan tidak berdasarkan sistem fungsinya. Namun pekerjaan *outfitting* dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu:

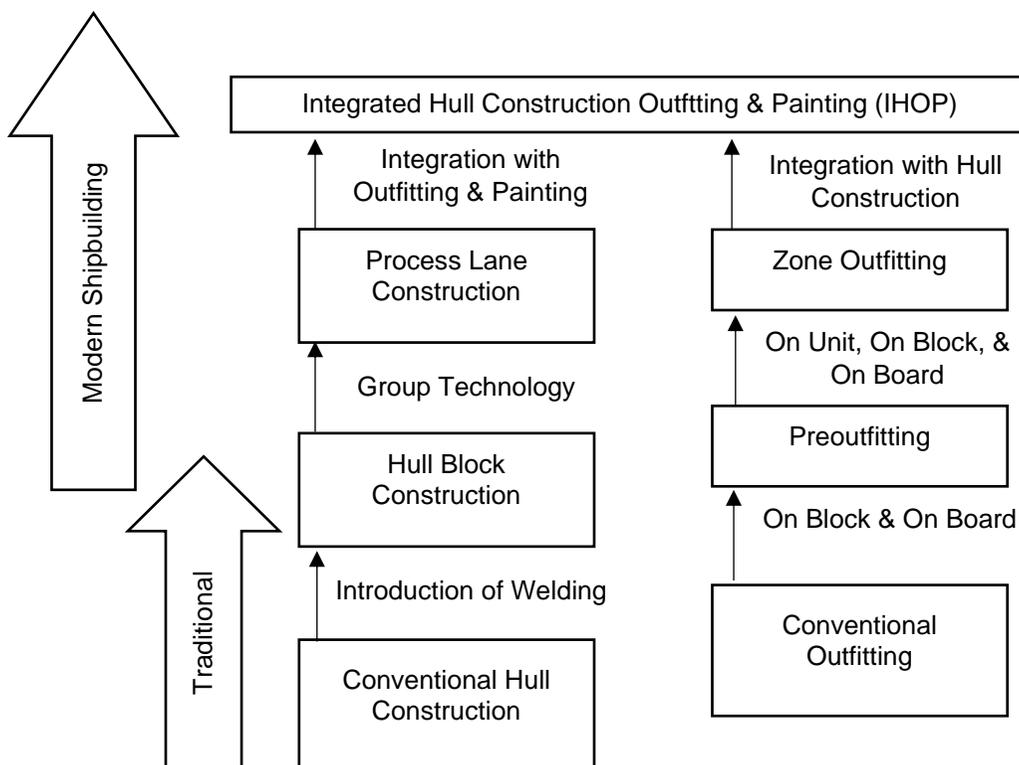
- a. *On Unit* : Pekerjaan *outfitting* komponen – komponen badan kapal dilakukan pada tahap *Assembly*.
- b. *On Block* : Pekerjaan *outfitting* dilakukan pada penyambungan blok – blok menjadi satu bagian utuh lambung kapal.
- c. *On Board* : Pekerjaan *outfitting* dilakukan pada tahap *erection* dan setelah peluncuran kapal.

all Construction, Outfitting and Painting (IHOP)

ditandai dengan pekerjaan *Hull Construction, Outfitting, Painting* Karakteristik pada metode ini adalah digunakannya teknik – teknik analitis, khususnya analisis statik untuk *process production* al dengan istilah “*accuracy constrol system*”.



Berdasarkan sejarah teknologi pembangunan kapal pada proses *Hull Construction and Outfitting* dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2 (Chirillo & Y.Okayama., 1983).



Gambar 2. Sejarah Perkembangan Metode Pembangunan Kapal

1.3.2 Proses Produksi Kapal

Proses pembangunan kapal perlu ditentukan secara detail dan rasional dengan pertimbangan sarana dan prasarana galangan, untuk memastikan proses pembangunan kapal sesuai dengan perencanaan waktu dan anggaran biaya. Menurut (Widjaja, 1996) proses produksi pembangunan kapal terdiri dari: proses produksi secara tradisional dan proses produksi kapal secara modern. Kegiatan utama proses produksi terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. Persiapan Produksi

Pekerjaan pada tahap ini umumnya dilakukan oleh *Engineering Departement* yaitu perencanaan awal (*preliminary design*), perancangan kontrak (*contract design*), kontrak). Secara rinci pada tahapan ini terdiri dari:



1) produksi berupa gambar rancang spesifik kapal seperti *lines plan*, *arrangement*, *construction*, hingga detail gambar kerja (DED) untuk *erection*, dan detail peluncuran kapal.

1) jumlah tenaga kerja dengan kualifikasi sesuai bobot pekerjaan.

- c. Perencanaan kebutuhan material dengan pertimbangan stok gudang, kebutuhan material untuk pekerjaan, pengadaan material dari luar (waktu dan jumlah pembelian).
 - d. Perencanaan fasilitas galangan berupa bengkel produksi, peralatan dan perlengkapan (jenis, jumlah, kapasitas dan tempat).
2. Proses Produksi (*Production Proses*)

Dalam bukunya, *Shipbuilding Technology : Production Proses*, (Schlott, 1980) umumnya proses produksi terbagi menjadi empat tahapan. Tahapan pembangunan kapal terdiri dari:

- a. Tahap pertama yaitu *fabrikasi* atau pembentukan komponen – komponen konstruksi terkecil. Item pekerjaan pada proses fabrikasi terdiri dari:
 - 1) Tahap identifikasi material yaitu pemeriksaan kelayakan material. Kelayakan material dilihat dari sertifikat (ST, *grade*, *Chemical*), dimensi, hingga cacat material.
 - 2) *Marking process* merupakan proses penandaan komponen sesuai dengan kebutuhan dimensi komponen konstruksi.
 - 3) *Cutting* atau tahap pemotongan
 - 4) *Forming (roll, press, bending)* yaitu proses pembentukan material untuk merubah bentuk material. Proses pembentukan material dapat dilakukan dengan proses dingin (menggunakan mesin bending) atau proses panas (pemanasan dengan brender).
 - b. Tahapan kedua yaitu *sub – assembly* atau proses penggabungan beberapa komponen – komponen tunggal menjadi stau bagian/unit komponen konstruksi.
 - c. Tahap ketiga yaitu *Assembly Blok* atau proses penggabungan komponen konstruksi menjadi sub – blok
 - d. Tahap keempat yaitu *Erection* atau proses penggabungan blok – blok kapal sehingga terbentuk suatu bagian utuh badan kapal di stasiun bengkel. Secara garis besar pekerjaan pada tahap *erection* dapat digolongkan sebagai berikut:
 - 1) *Preparation* meliputi pekerjaan pemasangan kuping, *guide plate*, *marking* dan pemasangan papan – papan perancah.
 - 2) *Adjusting* meliputi pekerjaan leveling atau penyamaan, *cutting of allowance*.
 - 3) *Fitting* atau penyetulan komponen – komponen konstruksi sebelum penyambungan (*joint/errection*).
3. Percobaan (*Test and Sea Trial*)

Pelaksanaan *Inspection and Test Plan* (ITP) dibuat dan disetujui oleh Badan r pada saat acara Keel Laying. ITP dapat berubah sesuai dengan an produksi.



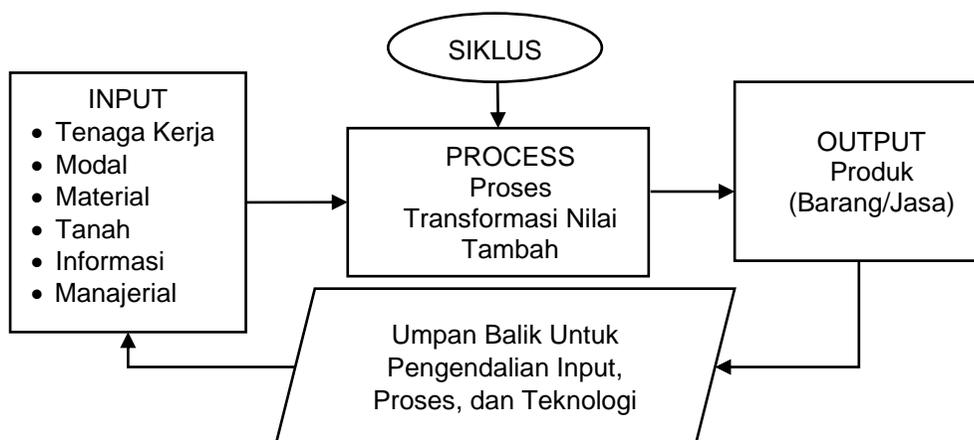
4. Penyerahan (*Delivery*)

Serah terima dilaksanakan sesuai kesepakatan pihak galangan dan pemilik kapal. Mobilisasi kapal ke tempat serah terima merupakan tanggung jawab pihak galangan.

1.3.3 Batasan Komponen Produksi

Menurut (Pastiarsa, 2015) dalam sebuah proyek terdapat komponen – komponen penting sebagai batasan pelaksanaan proyek dikenal dengan istilah *triple constrain* (tiga batasan proyek) hingga batasan komponen produksi berkembang menjadi *quadraple constrain* yaitu sebagai berikut:

- Anggaran atau biaya
- Mutu atau kualitas
- Waktu atau jadwal adalah instrumen penting perencanaan proyek. Penjadwalan akan menentukan arah pelaksanaan proyek, kebutuhan jumlah tenaga kerja (kinerja), dan biaya proyek.
- Sekop atau ruang lingkup yaitu batasan – batasan pada sebuah proyek. Besarnya ruang lingkup suatu proyek, umumnya berbanding lurus dengan bertambahnya waktu pekerjaan dan biaya proyek. Secara umum ruang lingkup produksi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Sistem Produksi

Sistem produksi terdiri dari komponen atau elemen struktural dan fungsional. Komponen struktural membentuk sistem produksi terdiri dari: bahan (material), mesin dan peralatan, tenaga kerja, modal, energi, informasi. Sedangkan elemen fungsional terdiri dari: *supervisi*, perencanaan, pengendalian, koordinasi dan kepemimpinan yang an manajemen dan organisasi (Gaspersz & Vincent, 1998).



n Produksi

1 produksi dilakukan sebagai fungsi pengelolaan, penjadwalan, arahan proses – proses produksi dengan tujuan efisiensi waktu dan produksi. Menurut (Santoso, 2008) pengendalian dilakukan seiring

pelaksanaan proses produksi dengan tujuan proyek tetap berjalan sesuai standar pelaksanaan (*planning*) untuk setiap tahap produksi, meliputi: spesifikasi teknik, jadwal, dan anggaran. Pengendalian (*controlling*) diperlukan untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan. Pengendalian memiliki dua fungsi utama yaitu:

- a. Fungsi Pemantauan: Pemantauan kegiatan proyek akan memaksa unsur – unsur pelaksanaan untuk bekerja secara cakup dan jujur.
- b. Fungsi Manajerial: keterampilan teknis dan kemampuan manajerial diperlukan untuk perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian sumber daya proyek (Xu & Song, 2020).

(Heizer, Jay, & Render , 2015) menerangkan bahwa pengendalian proyek perlu dilakukan pengawasan ketat terhadap sumber daya, kualitas, dan anggaran. Pengawasan anggaran dirincikan sebagai berikut:

- a. Biaya untuk setiap tahapan – tahapan produksi
- b. Kurva total program buruh
- c. Tabel distribusi biaya
- d. Rangkuman biaya dan jam fungsional
- e. Laporan harian
- f. Laporan analisis waktu
- g. Status pekerjaan
- h. Peramalan biaya pengadaan material

1.3.5 Material Take-Off (MTO)

Material *Take-off* (MTO) merupakan proses identifikasi dan perhitungan kebutuhan material (jumlah, dimensi, kualitas dan spesifikasi) berdasarkan gambar desain teknis untuk pembangunan suatu proyek konstruksi. Data MTO dapat digunakan untuk keperluan belanja material dan penyusunan estimasi biaya proyek. Penyusunan MTO perlu pengawasan ketat agar pengadaan material sesuai kebutuhan atau potensi pengeluaran biaya tambahan belanja material dapat diminimalisir (K. S. Palanikumar, 2008).

Perencanaan pengadaan material merupakan instrumen penting dari proyek, hampir sebagian dari total biaya proyek adalah biaya pengadaan material. Sehingga perlu pengawasan ketat terhadap proses pengadaan dan aliran material. Proses pengadaan material atau *procurement* terdiri dari: identifikasi kebutuhan, pembelian, penerimaan barang dilokasi proyek, *inventory controlling*, hingga pemantauan produksi (Bahtiar. Y, 2001)

Kriteria utama pengendalian biaya pengadaan material adalah produktivitas. Salah satu tugas seorang manajer pada proyek manajemen konstruksi adalah perencanaan pengadaan (*procurement*). Pengadaan terdiri dari: pembelian peralatan, material, tenaga kerja dan jasa dalam pelaksanaan proyek, termasuk aktivitas pengiriman, penanganan barang, pertanggungjawaban serta al, dokumentasi penerimaan dan penanganan kelebihan barang pekerjaan. Pengadaan material berkisar pada pembelian terdiri dari dapaun langkah – langkah tersebut sebagai berikut:



- a. Pengidentifikasi dari suatu kebutuhan proyek
- b. Penentuan karakteristik material sesuai kebutuhan proyek
- c. Kuantitas unsur untuk tahap persiapan dan perumusan spesifikasi pengadaan
- d. Pengajuan penawaran
- e. Penerimaan evaluasi dan usulan
- f. Penerbitan perintah pembelian, subkontraktor atau sewa
- g. Peninjauan kembali gambar dan persetujuan subkontraktor dan perencana pihak owner
- h. Pengangkutan dan pengiriman barang
- i. Penyerahan barang dan inspeksi
- j. Penyimpanan barang dan penanganan dilokasi proyek (Bahtiar. Y, 2001)

Ketersediaan material di galangan sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses produksi. Efektivitas dan efisiensi produksi bergantung pada perencanaan produksi (Mudita P.K., 2011). Jika kedatangan material tidak sesuai jadwal pengadaan akan berdampak pada tertundanya pekerjaan – pekerjaan, karyawan tidak bekerja sehingga biaya pengeluaran akan bertambah dan terlambatnya penyelesaian pekerjaan (Pramudya. B, 2007).

1.4 Biaya Produksi Kapal

1.4.1 Konsep Biaya

Biaya menurut konsep JM Clark “*different cost for different purpose*” yaitu: perbedaan biaya untuk setiap tujuan. Konsep ini didasarkan pada pendapat bahwa masalah dapat diselesaikan dengan pertolongan informasi pembiayaan, sehingga untuk setiap masalah dibutuhkan jenis informasi berbeda (Clark. JM, 1962). Sehingga terdapat banyak definisi biaya.

Biaya adalah istilah umum untuk setiap jenis pengorbanan. Bentuk pengorbanan tersebut dilakukan untuk perolehan sumber – sumber ekonomis (Committe on Cost Concepts and Standars of the American Accounting Association, 1962). Sedangkan menurut (Hongren, Charles T, 1972) biaya adalah perpindahan kekayaan, modal, jasa – jasa atau hutang ditanggung sebagai pengorbanan untuk penerimaan barang – barang atau jasa – jasa di masa depan.

Penetapan biaya adalah proses estimasi besaran biaya untuk suatu kegiatan. Proses penetapan biaya (*costing*) merupakan sistem atau prosedur terencana untuk obyek pembiayaan (*cost accounting*). Menurut (Clark. JM, 1962) terdapat tiga fungsi dari akuntansi biaya, yaitu: penetapan harga – harga pokok (*cost determination*), pengendalian biaya (*cost control*), dan analisa biaya (*cost analysis*).



Perhitungan Biaya Pokok Produksi

(Lim et al, 2013) menyatakan bahwa metode penentuan biaya pokok produksi merupakan proses pembebanan semua jenis biaya (biaya baku, biaya tenaga kerja, dan biaya overhead). Metode biaya pokok produksi adalah cara perhitungan unsur biaya produksi ke

dalam harga pokok produksi Harga pokok produksi ditentukan dengan penggabungan unsur – unsur biaya ke dalam harga pokok produksi dengan dua pendekatan yaitu: pendekatan *Full Costing* atau metode harga pokok penuh dan pendekatan *Variabel Costing* atau pendekatan harga pokok variabel (Wild, 2005). Perbedaan pokok antara kedua metode tersebut terletak pada perlakuan terhadap biaya produksi. Perlakuan biaya bersifat tetap dan akan berakibat pada perhitungan harga produk dan penyajian laporan laba rugi. Sedangkan menurut (Widilestarinintyas et al, 2012) metode penentuan harga pokok produksi merupakan cara pemetaan anggaran sesuai unsur – unsur pembiayaan, terdapat dua metode yaitu sebagai berikut:

1. Metode *Full Costing*

Metode *Full costing* merupakan metode penentuan harga pokok produksi secara keseluruhan. Harga pokok produksi terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, dan biaya overhead pabrik, serta biaya berperilaku variabel atau biaya tetap. Penentuan harga pokok produksi berdasarkan *full costing* umumnya ditujukan untuk kepentingan penyusunan laporan keuangan untuk pihak eksternal. Laporan laba rugi dititikberatkan pada penyajian unsur – unsur biaya berdasarkan hubungan biaya terhadap fungsi produksi, fungsi administrasi, fungsi marketing perusahaan.

Konsep penetapan harga jual (metode *full costing*) biaya dianggap sebagai faktor penentu harga ditingkat kapasitas produksi tertentu, dengan kata lain biaya tetap dalam harga jual tersebut dipengaruhi oleh pilihan atas kapasitas produksi perusahaan (Soemarso, SR, 1990).

2. Metode *Variabel Costing*

Metode *Variabel costing* merupakan pendekatan biaya pokok variabel. Metode *variabel costing* ini dikenal dengan istilah *direct costing*. Pendekatan ini dititikberatkan pada penyajian biaya sesuai dengan perilaku biaya terhadap hubungan perubahan volume kegiatan. Jenis pembiayaan dipisahkan menjadi biaya – biaya tetap dan biaya biaya variabel.

Hubungan harga jual dan harga pokok menurut *direct costing* terletak pada produksi jangka pendek, atau untuk order – order khusus. Harga jual di atas biaya variabel masih lebih menguntungkan dibandingkan jika tidak memproduksi sama sekali. keuntungan dari harga jual masih dapat menutupi sebagian dari biaya tetap (Soemarso, SR, 1990).

1.4.3 Komponen Biaya Pokok Produksi

Menurut (Mulyadi, Akuntansi Biaya Edisi kelima, 2010) biaya produksi merupakan pengorbanan untuk pengelolaan bahan baku menjadi sebuah produk. Pengorbanan biaya diharapkan dapat bermanfaat berupa barang atau jasa pada waktu itu atau di masa depan. Berikut beberapa fungsi biaya produksi yaitu:



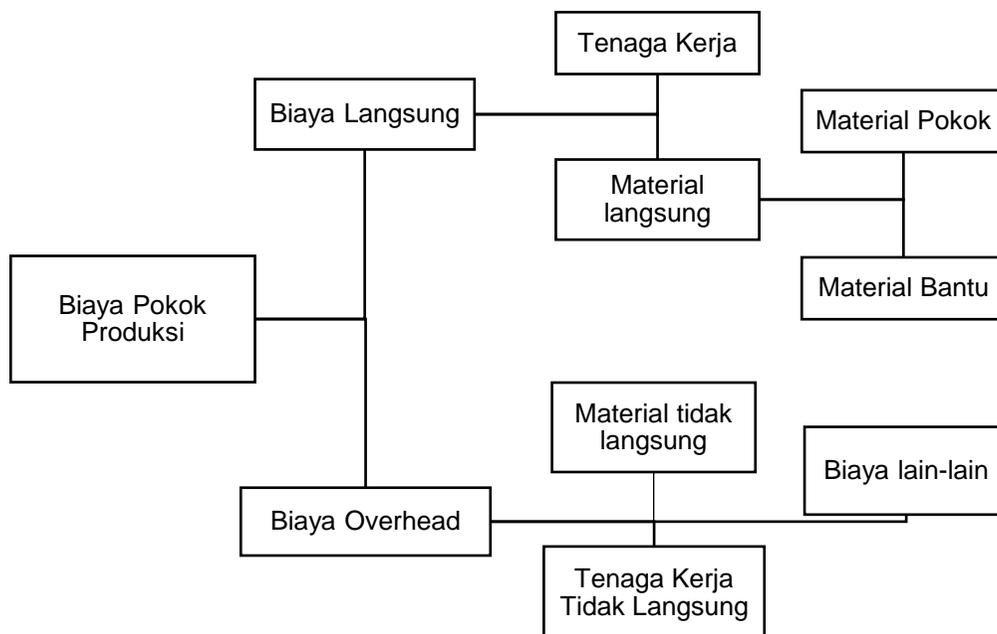
sebagai dasar penetapan harga jual dan penetapan laba

sebagai dasar penilaian efisiensi produksi

sebagai dasar pengambilan keputusan manajemen.

lyadi, Akuntansi Biaya, 2015) elemen – elemen pembentuk harga
ompokkan menjadi tiga golongan besar yaitu: biaya bahan baku,
ngsung, biaya overhead perusahaan. Sedangkan menurut (Matz,

Curry Othel, & Frank George, 1967) penggolongan biaya produksi terdiri dari: bahan langsung (*direct materials*), buruh langsung (*direct labour*), dan over-head; ketiganya dikelompokkan ke dalam biaya pabrik (*factory cost*), serta biaya komersial terdiri dari: biaya penjualan, dan biaya administrasi ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Biaya Pokok Produksi

Menurut (Wild, 2005) biaya – biaya produksi digolongkan menjadi 2 bagian yaitu sebagai berikut:

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Menurut (Mulyadi, Sistem Akuntansi, 2014) biaya langsung merupakan pengeluaran secara langsung diatribusikan untuk suatu tujuan (produksi). Pembiayaan langsung dalam kegiatan produksi adalah sebagai berikut:

- a. Biaya bahan baku langsung. Harga bahan baku dari waktu ke waktu berpotensi tidak stabil, sehingga perlu persediaan bahan baku di gudang. Biaya bahan baku terdiri dari seluruh pengorbanan untuk keperluan bahan baku produksi yaitu: biaya pengadaan, penyimpanan, serta biaya operasional pengelolaan bahan baku. Untuk penilaian kuantitas penggunaan bahan baku langsung digunakan harga standar. Keuntungan dari harga standar adalah variasi perubahan harga dapat diantisipasi. Harga tidak berarti harga – harga masa lampau, tetapi bisa dipergunakan harga – harga di masa mendatang (Henrici & Stanley, 1960). Biaya tenaga kerja langsung. Biaya tenaga kerja langsung merupakan komponen sebagai fungsi upah tenaga kerja utama untuk menunjang kegiatan produksi. Standar tenaga kerja langsung terdiri



dari standar jam tenaga kerja langsung dan standar tarif upah tenaga kerja langsung. Pada prinsipnya persoalan biaya tenaga kerja berkaitan penentuan jumlah tenaga kerja untuk menyelesaikan satu unit produksi (Henrici & Stanley, 1960).

2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung atau biaya over – head umumnya terdiri dari berbagai pos pengeluaran. Salah satu ciri dari biaya tidak langsung adalah pengeluaran tidak berhubungan secara langsung dengan proses produksi. Adapun pos biaya over – head yaitu: penggunaan bahan pembantu (bahan tidak langsung), tenaga kerja tidak langsung, biaya depresiasi, biaya pemeliharaan, biaya listrik dan air, serta biaya operasional tidak berkaitan langsung dengan proses produksi. Adapun tujuan penyusunan biaya over – head adalah sebagai berikut:

- a. Sebagai dasar penilaian penggunaan biaya secara efektif dan efisien
- b. Sebagai dasar penentuan harga pokok produksi secara rinci
- c. Sebagai dasar pengalokasian biaya sesuai departemen tempat biaya dibebankan.

Biaya over – head dapat digolongkan ke dalam tiga kelompok, yaitu:

- a. Biaya over – head menurut jenisnya
 - 1) Biaya bahan penolong
 - 2) Biaya tenaga kerja tidak langsung
 - 3) Biaya pemeliharaan
 - 4) Biaya penyusutan
 - 5) Biaya asuransi
- b. Biaya over – head menurut perilakunya terhadap perubahan volume kegiatan
 - 1) Biaya over – head pabrik tetap adalah pengeluaran tetap untuk kisaran tertentu terhadap volume kegiatan
 - 2) Biaya over – head variabel adalah pembiayaan produktif atau biaya sebanding dengan volume produksi
 - 3) Biaya over – head pabrik semi variabel adalah pembiayaan tidak produktif atau tidak sebanding dengan perubahan volume kegiatan.
- c. Biaya over – head dalam hubungannya dengan departemen
 - 1) Biaya over – head pabrik langsung departemen adalah pada departemen tertentu dalam pabrik dan manfaatnya hanya dirasakan oleh departemen tersebut.
 - 2) Biaya over – head pabrik tidak langsung departemen adalah pengeluaran oleh pabrik dimana manfaatnya dapat dinikmati oleh lebih dari satu departemen.



iya

antoso, 2008) salah satu tahap perencanaan dalam siklus yek adalah perencanaan anggaran dan sistem pengendalian biaya /rek dicapai secara optimal (efisien dan efektif). Estimasi biaya ialah sumber daya (material, tenaga kerja, waktu) direncanakan

secara rinci. selain itu proses estimasi biaya perlu memperhatikan aspek seperti strategi penawaran, analisis resiko, produktifitas tenaga kerja dan peralatan, dan sistem pembiayaan perusahaan.

1.5.1 Jenis Estimasi

Terdapat beberapa jenis estimasi yang didasarkan pada cara perkiraan biaya suatu proyek konstruksi, yaitu:

1. Estimasi kelayakan merupakan pendekatan untuk menentukan kelayakan suatu proyek sebelum dilaksanakan.
2. Estimasi konseptual merupakan estimasi biaya berdasarkan riwayat histori proyek serupa dan diperbaharui menggunakan indeks biaya
3. Estimasi detail/terperinci merupakan pendekatan perencanaan anggaran (biaya) berdasarkan spesifikasi proyek dan gambar detail sehingga bobot pekerjaan, kebutuhan material dapat dirincikan atau dikenal dengan istilah *material take-offer*.
4. Sistem estimasi subkontraktor, digunakan untuk pekerjaan konstruksi khusus oleh subkontraktor
5. Estimasi pekerjaan tambah kurang, jenis estimasi ini terjadi karena kebutuhan pemilik, kesalahan dalam dokumen kontrak, atau perubahan kondisi lokasi proyek.
6. Estimasi kemajuan, digunakan sebagai dasar permintaan pembayaran, sebagai pembanding terhadap keuntungan dari kerugian hasil peramalan biaya sebelumnya. (Ervianto, W. I., 2007)

1.5.2 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Estimasi Biaya

Dalam proses estimasi, hal-hal seperti ketersediaan material, jumlah dan jenis peralatan, jumlah tenaga kerja, dan produktivitas tenaga kerja yang sesuai dengan kondisi proyek adalah dasar penetapan biaya (Santoso, 2008). Analisis biaya konstruksi adalah suatu metode untuk mengestimasi biaya. Umumnya digunakan sebagai dasar penawaran. Pendekatan ini dilakukan dengan menghitung harga satuan pekerjaan secara menyeluruh dengan menggunakan nilai indeks atau koefisien untuk menganalisis biaya bahan dan upah kerja. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi perkiraan biaya konstruksi, yaitu:

1. Produktifitas Tenaga Kerja

Produktivitas adalah volume pekerjaan yang dihasilkan oleh tenaga kerja dalam satu waktu (input : output). Semakin besar tingkat produktifitas, maka pekerjaan akan lebih cepat diselesaikan. Hal ini berkaitan dengan jumlah upaya yang dibayarkan, sehingga perlu analisis hubungan produktivitas terhadap harga satuan upah tenaga kerja.



Material

material dipasaran akan berpengaruh terhadap harga material,

1.

3. Pasar Finansial

Indeks harga tenaga kerja, harga material dan sumber daya proyek lainnya dipengaruhi oleh nilai kurs.

4. Cuaca

Ketipastian cuaca akan menghambat pekerjaan. Semakin lama pekerjaan diselesaikan berkonsekuensi terhadap penambahan biaya produksi. (Ervianto, W. I., 2007)

1.6 Analisis Regresi Linear

Analisis regresi merupakan suatu metode statistik untuk menganalisis hubungan antara variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y). Menurut (Dewi, 2008) terdapat tiga tujuan dari analisis regresi yaitu: untuk mengetahui pola hubungan sebab akibat antara variabel bebas terhadap variabel terikat, tujuan kedua untuk mengetahui nilai kontribusi untuk setiap variasi variabel dan bertujuan untuk memprediksi nilai variabel terikat sebagai fungsi dari variabel bebas. Adapun persamaan model regresi ditunjukkan sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (1)$$

Dimana Y adalah variabel dependen sedangkan X adalah variabel independen. Sedangkan β_0 merupakan paramter *intercept* dan β_1 koefisien slope dengan ε menyatakan *error* yang diasumsikan (Drapper & Smith, 1992).

1.6.1 Analisis Regresi Hirarki

Analisis regresi data hirarki juga dikenal dengan istilah data bersarang yaitu data yang terdiri unit – unit berjenjang. Variabel dependen diukur dan disusun terpisah pada setiap level (Dewi, 2008). Sedangkan menurut (Drapper & Smith, 1992) regresi hirarki adalah model analisis regresi yang dilakukan secara berkali – kali dengan kelompok variabel berbeda. Analisis regresi hirarki dilakukan untuk melihat perubahan koefisien determinasi (R^2) secara signifikan lebih besar dari nol sehingga variabel yang di tambahkan atau dikurangi memberikan kontribusi kekuatan tambahan.

1.6.2 Uji Koefisien Determinan

Koefisien determinasi atau *R square* (R^2) bertujuan untuk mengukur besaran nilai kontribusi variasi peubah prediktor (X) terhadap peubah respon (Y). koefisien determinasi (R^2) ditunjukkan pada Persamaan 2 sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} \quad (2)$$

Dimana:



h variasi kuadrat total yang diterangkan

h kuadrat total

o kuadrat total yang dijelaskan (ESS) terhadap jumlah kuadrat total ear tepat pada pertemuan sumbu Y , maka ESS sama dengan TSS

sehingga $R^2 = 1$, sedangkan jika garis regresi tidak tepat pada nilai rata-rata sumbu Y maka $ESS = 0$ sehingga $R^2 = 0$. Nilai R^2 menunjukkan tingkat kemampuan variabel – variabel bebas dalam menerangkan variabel terikat (Silalahi, 2014). Adapun tingkat kemampuan koefisien determinasi adalah sebagai berikut:

Tabel 10 Uji Koefisien Determinasi

Koefisien Korelasi	Tingkat Kemampuan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber : (Imam, 2016)

1.6.3 Uji Koefisien Simultan (Uji-F)

Uji anova atau dikenal dengan istilah uji-F bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel – variabel bebas dalam menerangkan variabel terikat secara simultan (Silalahi, 2014). Selain itu uji-F juga dilakukan untuk mengetahui signifikansi koefisien determinasi seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 2 sedangkan hipotesis dalam uji-F adalah sebagai berikut:

H_1 = Jika Nilai Sign < 0,1 maka secara simultan terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y.

H_0 = Jika Nilai Sign > 0,1 maka secara simultan tidak terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y (Imam, 2016)

1.6.4 Uji Koefisien Parsial (Uji-T)

Uji T bertujuan untuk mengetahui signifikansi variabel – variabel bebas dalam menerangkan variabel terikat secara individual atau parsial. Hipotesis yang digunakan dalam uji-T adalah sebagai berikut:

H_1 = Jika nilai sign < 0.1 atau nilai T hitung > T tabel Maka terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y secara parsial.

H_0 = Jika nilai sign > 0.1 atau nilai T hitung < T tabel Maka tidak terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y secara parsial (Imam, 2016).



BAB II

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan pendekatan atau perspektif, maka metode adalah prosedur atau cara – cara tertentu dalam mengumpulkan dan menganalisis data (Sugiyono, 2018). Umumnya metode penelitian terdiri dari: desain penelitian, tahap penelitian, lokasi dan waktu penelitian, dan kerangka pikir.

2.1 Desain Penelitian

Untuk menjawab rumusan masalah, penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus. Penelitian deskriptif kuantitatif merupakan jenis penelitian yang digunakan untuk mendeskripsikan suatu keadaan secara objektif melalui proses pengumpulan dan penyusunan data, serta analisis data – data *numerikal* (angka) dengan metode statistika (Azwar, 2010).

Metode penelitian studi kasus pembangunan kapal kayu dilakukan untuk menganalisis kebutuhan material setiap elemen konstruksi, jenis material kayu dan biaya pengadaan raw material pembangunan lambung kapal kayu.

2.2 Tahapan Penelitian

2.2.1 Identifikasi dan Pengumpulan Data Penelitian

Untuk mempermudah analisis dilakukan pengambilan data – data faktual, akurat dan sistematis. Identifikasi dan pengumpulan data dilakukan metode sebagai berikut:

1. Analisis data historis

Identifikasi dilakukan untuk memeriksa data historis proyek – proyek sebelumnya seperti: penggunaan jenis material dan harga raw material untuk setiap jenis kayu pada supplier.

2. Pengukuran kapal

Prosedur pengumpulan data melalui pengukuran dilakukan dengan cermat untuk memastikan akurasi dan keandalan data. Pengukuran dilakukan untuk setiap elemen konstruksi lambung kapal dengan variasi ukuran pada 5 (lima) sampel kapal.

3. Pemodelan dan simulasi

Pemodelan atau simulasi komputer dilakukan untuk estimasi kebutuhan material terpakai, kebutuhan raw material, biaya pengadaan raw material, dan pemodelan kurva atau persamaan kebutuhan material pada pembangunan lambung kapal kayu. Adapun data – data kebutuhan simulasi adalah gambar *Detail Engineering Drawing* (DED). DED terdiri dari gambar : *Midship Section*, *Construction Profile*, dan *Sheel Expansion*.



Volume Kebutuhan Material

volume kebutuhan material dilakukan untuk setiap elemen kapal kayu. Menghitung volume kayu (V_k) untuk setiap elemen rumus:

$$V_k = P \times A_k \quad (3)$$

dimana:

P = panjang kayu (m)

A_k = luas penampang kayu (m²)

Selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat efisiensi penggunaan material dengan menggunakan rumus

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{\text{Material Terpakai}}{\text{Raw material}} \times 100 \quad (4)$$

2.2.3 Analisis Model matematis Kebutuhan Material

Analisis regresi hirarki digunakan untuk menganalisis model matematis kebutuhan material. Analisis regresi hirarki merupakan metode peramalam statistik dari hubungan variabel independen terhadap variabel dependen (Riduwan, 2017). Variabel dependen dalam penelitian ini adalah volume kebutuhan material terpakai, kebutuhan raw material, dan biaya pengadaan raw material untuk setiap elemen konstruksi dan jenis material sedangkan variabel independen sebagai prediktor diperoleh dari analisis gemoteri lambung kapal kayu. Ketepatan model matematis diukur berdasarkan nilai uji koefisien determinasi (R²), uji-F statistik simultan dan uji-T statistik parsial untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat (Imam, 2016). Analisis data dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian. Adapaun hipotesis statistiknya dinyatakan sebagai berikut:

- a. Uji koefisien determinasi (R²)

Tabel 5. Uji Koefisien Determinasi (R²)

Koefisien Korelasi	Tingkat Kemampuan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

Sumber : (Imam, 2016)

- b. Uji-F statistik simultan

H₁ = Jika Nilai Sign < 0,1 maka secara simultan terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y.

H₀ = Jika Nilai Sign > 0,1 maka secara simultan tidak terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y.

- c. Uji T statistik parsial

nilai sign < 0.1 atau nilai T hitung > T tabel Maka terdapat pengaruh X terhadap variabel Y secara parsial.

nilai sign > 0.1 atau nilai T hitung < T tabel Maka tidak terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y secara parsial.

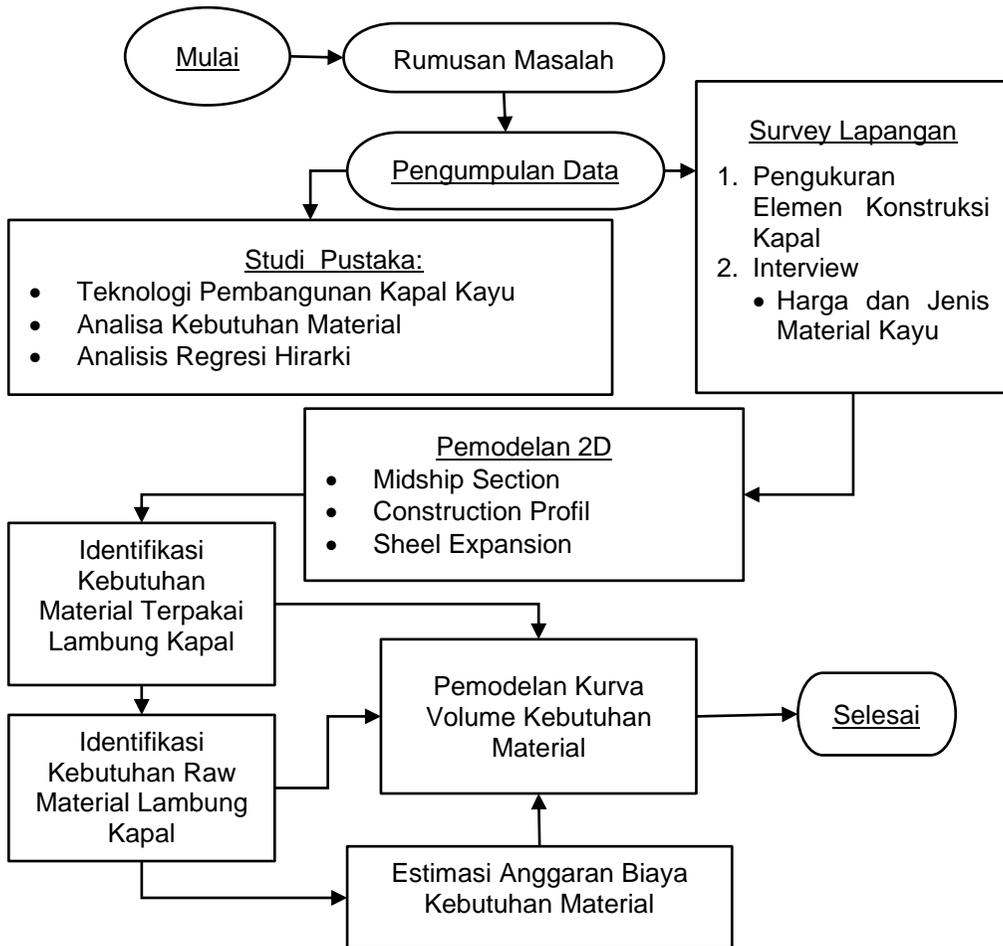


2.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Galangan Kapal Rakyat Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba. Penelitian ini dilakukan dari tanggal 4 Maret 2024 – 14 Juni 2024.

2.4 Kerangka Pikir

Untuk mempermudah proses pelaksanaan penelitian, disusunlah kerangka pikir penelitian sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kerangka Pikir

