

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Objek Penelitian

Berdasarkan data dari Laporan Tahunan Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap Tahun 2024, distribusi jumlah kapal menunjukkan bahwa sebagian besar kapal yang beroperasi berada pada rentang ukuran 21–30 GT, dengan jumlah yang paling dominan dibandingkan kelompok ukuran lainnya. Selain itu, terdapat juga sejumlah kapal dengan kategori motor tempel (outboard engine) yang pada umumnya merupakan kapal dengan ukuran kurang dari 5 GT.

JENIS ALAT TANGKAP / TYPE OF FISHING GEARS		UKURAN KAPAL / SIZE OF BOAT						JUMLAH / TOTAL
		6 - 10 GT	11 - 20 GT	21 - 30 GT	31 - 50 GT	51 - 200 GT	Motor Tempel / Outboard Engine	
Pancing / Long Line	Rawai Tuna / Long line	-	1	61	8	27	-	97
	Rawai Tetap / Bottom Long Line	-	-	-	-	-	-	-
	Pancing Ulur / Hand line	26	40	451	8	24	-	549
Jaring insang / Gillnets	Jaring insang hanyut / Drift Gillnets	-	21	55	-	1	-	77
	Jaring Sirang / Set Gill nets	-	-	-	-	-	96	96
	Jaring Insang Hanyut Monofilament / Monofilament Drift Gillnet	-	-	-	-	-	77	77
	Jaring tiga lapis / Trammel net	-	-	-	-	-	187	187
Pukat Tarik /Seine	Payang / Pelagic danish seine	-	-	-	-	-	15	15
	Arad / Demersal danish seine	-	-	-	-	-	363	363
Pukat Cincin/ Purse Seine		-	-	-	-	18	-	18
Pancing Cumi/Squid Jigging		-	-	6	1	3	-	10
Jala Jatuh Berkawal/ Cast Nets		-	-	-	-	2	-	2
Bouke Amil Lift Net		-	-	3	-	-	-	3
Angkut / Carrier		-	1	-	-	2	-	3
JUMLAH / TOTAL		26	63	576	17	77	738	1.497

Gambar 4. 1 Data jumlah kapal operasional Cilacap (Sumber: ppid.kkp.go.id)

Kapal dengan ukuran 21–30 GT pada umumnya memiliki konstruksi yang lebih kompleks, ukuran yang lebih besar, serta membutuhkan fasilitas perawatan yang lebih memadai dibandingkan kapal berukuran kecil. Proses docking, perbaikan lambung, maupun perawatan rutin pada kapal dengan ukuran tersebut tidak dapat dilakukan secara sederhana, sehingga memerlukan dukungan fasilitas galangan kapal yang sesuai.

Dengan mempertimbangkan dominasi jumlah kapal pada rentang ukuran tersebut serta karakteristik operasionalnya, maka perencanaan galangan kapal difokuskan untuk melayani kapal ikan kayu dengan kapasitas hingga 30 GT. Pemilihan kapasitas ini diharapkan mampu mengakomodasi kebutuhan mayoritas kapal yang beroperasi di wilayah Cilacap, sehingga fasilitas yang direncanakan dapat digunakan secara optimal dan efektif.

Kapal rencana yang digunakan dalam perencanaan ini adalah kapal ikan kayu tipe kapal penangkap ikan dengan kapasitas 30 GT, yang direpresentasikan oleh kapal KM Jasa Mulya II. Kapal ini dipilih sebagai acuan karena memiliki karakteristik yang sesuai dengan kapal ikan yang umum beroperasi di wilayah Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap. KM Jasa Mulya II merupakan kapal ikan kayu berukuran menengah yang digunakan untuk kegiatan penangkapan ikan di perairan sekitar Cilacap. Kapal ini mencerminkan karakteristik umum kapal nelayan di wilayah tersebut, baik dari segi bentuk lambung, dimensi, maupun fungsi operasionalnya. Kapal dilengkapi dengan dek kerja terbuka untuk aktivitas penangkapan, ruang penyimpanan hasil tangkapan, serta mesin penggerak utama yang umumnya ditempatkan di bagian tengah hingga buritan kapal.

Secara geometris, kapal ini memiliki bentuk lambung yang relatif ramping dengan perbandingan panjang terhadap lebar yang cukup besar. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi gerak kapal di laut serta menjaga stabilitas selama operasi penangkapan. Selain itu, konstruksi kapal yang menggunakan material kayu memberikan keuntungan dalam hal kemudahan perbaikan dan biaya konstruksi yang relatif lebih rendah dibandingkan material lainnya. Adapun dimensi utama kapal rencana yang digunakan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

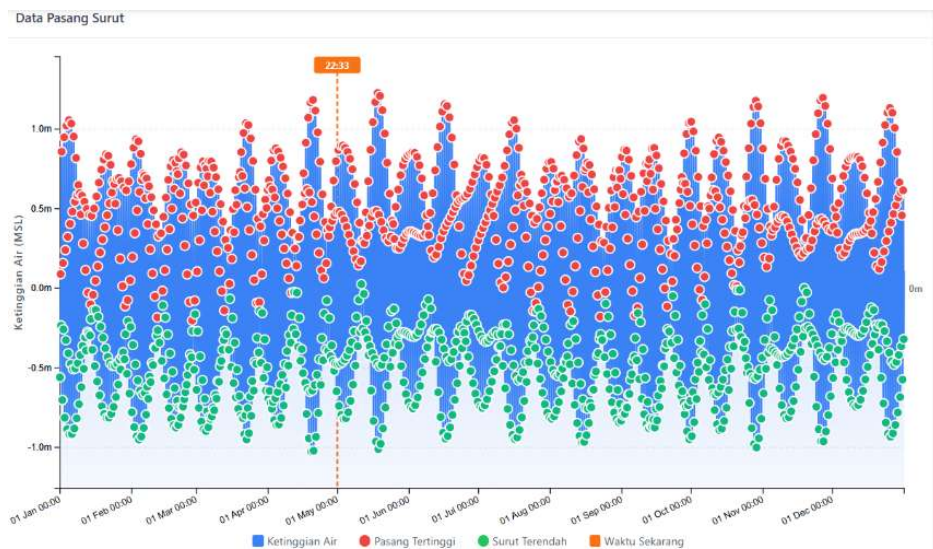
Tabel 4. 1 Data ukuran utama KM. Jasa Mulya II (Sumber: Garini, 2019)

KM. Jasa Mulya II	
LOA	17,20M
BREADTH	6,70 M
DRAFT	1,50 M
GT	30

Dimensi tersebut dipilih karena mewakili karakteristik kapal ikan kayu berukuran menengah yang umum digunakan di wilayah Cilacap. Nilai panjang kapal sebesar 17,2 m dan lebar 6,7 m memberikan rasio yang sesuai untuk kapal penangkap ikan, sehingga mampu mendukung stabilitas dan performa operasional kapal. Dimensi kapal rencana ini

selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan berbagai parameter desain, termasuk penentuan ukuran slipway, dimensi cradle, serta tata letak galangan secara keseluruhan.

Selain data kapal, kondisi lingkungan perairan juga menjadi salah satu faktor penting dalam perencanaan galangan kapal, khususnya dalam menentukan parameter desain slipway. Salah satu parameter lingkungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasang surut air laut di wilayah Pelabuhan Perikanan Samudera Cilacap. Kondisi pasang surut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan elevasi muka air laut yang terjadi secara periodik. Perubahan ini menyebabkan variasi kedalaman perairan yang harus diperhitungkan dalam perencanaan fasilitas galangan, terutama yang berkaitan dengan proses keluar-masuk kapal, kegiatan docking, serta operasional lainnya yang membutuhkan kedalaman air tertentu. Dalam perencanaan slipway, data pasang surut digunakan untuk menentukan batas kondisi operasional, baik pada saat muka air laut berada pada kondisi tertinggi maupun terendah. Hal ini penting agar fasilitas yang dirancang tetap dapat berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi pasang surut yang terjadi di lapangan. Selain itu, data ini juga berperan dalam menentukan kedalaman minimum yang harus tersedia pada ujung slipway, sehingga kapal tetap dapat mengapung saat proses docking maupun launching dilakukan.



Gambar 4. 2 Data pasang surut Cilacap (Sumber: maritime.bmkg.go.id)

Data raentang pasang surut rata-rata tahunan diperoleh dari selisih antara elevasi rata-rata pasang tertinggi sebesar +0,53 m dan elevasi rata-rata surut terendah sebesar -0,52 m terhadap Mean Sea Level (MSL). Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh range pasang surut rata-rata tahunan sebesar 1,05 m. Nilai tersebut menunjukkan bahwa muka air laut di lokasi penelitian mengalami fluktuasi vertikal sekitar 1 meter sepanjang tahun. Kondisi ini menjadi salah satu parameter penting dalam perencanaan slipway, khususnya dalam menentukan panjang rel terendam, kedalaman operasional docking, dan elevasi struktur slipway terhadap muka air laut.

4.2 Perencanaan Slipway

Perencanaan slipway merupakan tahap utama dalam perancangan galangan kapal, karena slipway berfungsi sebagai fasilitas utama untuk proses docking dan launching kapal. Slipway yang direncanakan pada penelitian ini merupakan jenis *marine railway*, yaitu sistem penarikan kapal menggunakan cradle beroda yang bergerak di atas rel. Pemilihan sistem slipway jenis ini didasarkan pada kesesuaiannya untuk galangan kapal skala kecil hingga menengah, khususnya untuk kapal ikan kayu dengan kapasitas hingga 30 GT. Selain itu, sistem ini memiliki konstruksi yang relatif sederhana, biaya pembangunan yang lebih rendah, serta mudah dalam pengoperasiannya dibandingkan dengan jenis dock lainnya. Dalam perencanaan slipway, terdapat beberapa parameter utama yang harus ditentukan, antara lain kemiringan slipway, panjang slipway darat dan laut, kedalaman ujung slipway, serta lebar area slipway. berdasarkan dimensi kapal rencana dan kondisi lingkungan perairan, khususnya data pasang surut.

4.2.1 Kemiringan Slipway

Berdasarkan literatur perencanaan struktur pelabuhan, kemiringan slipway umumnya tidak ditentukan melalui persamaan matematis tertentu, melainkan berdasarkan nilai empiris yang diperoleh dari praktik perancangan dan pengalaman lapangan. Menurut Tsinker (1995), perancangan struktur kelautan dilakukan dengan mengacu pada pedoman umum serta pertimbangan engineering judgement.

Dalam praktiknya, kemiringan slipway untuk galangan kapal skala kecil hingga menengah umumnya berada pada kisaran 1:8 hingga 1:15. Oleh karena itu, dalam perencanaan ini dipilih kemiringan sebesar 1:12, yang berada di tengah rentang tersebut, sehingga dapat memberikan keseimbangan antara kemudahan proses penarikan kapal dan efisiensi panjang

slipway. Kemiringan slipway dapat dinyatakan dalam bentuk sudut kemiringan terhadap bidang horizontal, yang dihitung.

4.2.2 Panjang Slipway Darat

Panjang slipway darat merupakan bagian dari slipway yang berada di atas permukaan tanah dan digunakan sebagai area penempatan kapal saat proses perawatan dan perbaikan berlangsung. Penentuan panjang slipway darat harus mempertimbangkan panjang kapal rencana serta ruang tambahan untuk kegiatan operasional dan akses pekerja di sekitar kapal. Menurut Tsinker (1995), panjang slipway darat dapat ditentukan berdasarkan panjang maksimum kapal yang direncanakan dengan menambahkan ruang bebas di bagian depan dan belakang kapal serta ruang kerja di sekeliling kapal. Secara umum, panjang slipway darat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$L_r = L_c + 2a + 2b$$

dimana:

L_r = Panjang slipway darat

L_c = Panjang kapal

$2a$ = Jarak tambahan untuk perancah

$2b$ = Jarak tambahan untuk akses

Sehingga:

$$L_r = 17,20 + 2(1) + 2(1)$$

$$L_r = 21,5 \text{ m. diambil } 25 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh panjang minimum slipway darat sebesar 21,2 m. Namun, untuk memberikan ruang kerja yang lebih luas serta mengantisipasi kebutuhan operasional di lapangan, maka panjang slipway darat dalam perencanaan ini dibulatkan menjadi 25 m. Slipway dirancang untuk dua kapal maka panjang slipway 25 m dikali 2 sehingga panjang slipway darat 50 m.

4.2.3 Penentuan Sarat Kapal Kosong

Nilai sarat kapal kosong digunakan untuk menentukan kedalaman minimum perairan pada ujung slipway, panjang rel yang terendam, serta kondisi kapal saat dinaikkan menggunakan cradle. Oleh karena itu, diperlukan estimasi sarat kapal kosong yang representatif terhadap kondisi operasi kapal. Secara teoritis, hubungan antara displacement, lightship weight (LWT), dan deadweight (DWT) dapat dinyatakan

sebagai: $\Delta=LWT+DW$ TD Displacement kapal merupakan jumlah berat kapal kosong Salah satu parameter yang dan seluruh muatan yang dibawa kapal, sehingga apabila data *lightship weight* tidak tersedia maka nilainya dapat diperkirakan dari hubungan antara displacement dan *deadweight* kapal (Rawson & Tupper, 2001).

Drift	DisplFW	Displ.	LCB	VCB	TCB	KMT	KMI	MCI	tpcm
m	t	t	m	m	m	m	m	t ³ m/cm	t/cm
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000
0.050	0.362	0.371	8.318	0.029	0.000	2.362	301.466	0.07	0.111
0.100	1.078	1.105	8.218	0.061	0.000	3.652	157.377	0.10	0.181
0.150	2.119	2.172	8.176	0.093	0.000	4.562	107.513	0.14	0.244
0.200	3.435	3.521	8.163	0.125	0.000	4.896	80.847	0.17	0.294
0.250	4.967	5.091	8.170	0.156	0.000	4.837	64.593	0.19	0.333
0.300	6.669	6.835	8.189	0.186	0.000	4.655	53.656	0.21	0.364
0.350	8.510	8.723	8.214	0.216	0.000	4.458	46.030	0.23	0.391
0.400	10.472	10.734	8.242	0.246	0.000	4.267	40.141	0.25	0.414
0.450	12.541	12.854	8.272	0.276	0.000	4.099	35.778	0.27	0.435
0.500	14.705	15.073	8.302	0.305	0.000	3.957	32.183	0.28	0.453
0.550	16.958	17.382	8.332	0.334	0.000	3.834	29.380	0.29	0.471
0.600	19.291	19.774	8.362	0.363	0.000	3.724	26.924	0.31	0.486
0.650	21.701	22.243	8.391	0.392	0.000	3.629	24.936	0.32	0.501
0.700	24.181	24.786	8.420	0.421	0.000	3.549	23.466	0.33	0.517
0.750	26.729	27.397	8.448	0.450	0.000	3.472	21.915	0.34	0.529
0.800	29.341	30.075	8.475	0.479	0.000	3.404	20.663	0.35	0.542
0.850	32.015	32.815	8.501	0.508	0.000	3.343	19.602	0.36	0.554
0.900	34.748	35.617	8.526	0.537	0.000	3.288	18.708	0.38	0.567
0.950	37.541	38.479	8.549	0.566	0.000	3.239	17.952	0.39	0.579
1.000	40.391	41.401	8.571	0.595	0.000	3.195	17.326	0.40	0.591
1.050	43.301	44.383	8.591	0.624	0.000	3.155	16.801	0.42	0.603
1.100	46.269	47.426	8.609	0.653	0.000	3.120	16.377	0.43	0.615
1.150	49.298	50.530	8.625	0.682	0.000	3.087	16.054	0.45	0.627
1.200	52.388	53.698	8.639	0.711	0.000	3.058	15.865	0.47	0.641
1.250	55.546	56.935	8.650	0.740	0.000	3.033	15.805	0.50	0.655
1.300	58.779	60.248	8.657	0.769	0.000	3.012	15.898	0.53	0.671
1.350	62.093	63.646	8.660	0.799	0.000	2.995	16.122	0.57	0.688
1.400	65.495	67.133	8.659	0.829	0.000	2.981	16.426	0.61	0.707
1.450	68.986	70.711	8.654	0.859	0.000	2.968	16.765	0.65	0.725
1.500	72.565	74.379	8.644	0.890	0.000	2.957	17.028	0.70	0.743

Gambar 4. 3 Tabel Hidrostatis (Sumber : Penulis,2026)

Pada penelitian ini, data *lightship weight* kapal tidak tersedia sehingga dilakukan pendekatan menggunakan metode *preliminary ship design*. Estimasi berat kapal pada tahap awal perancangan dapat dilakukan menggunakan rasio antara *deadweight* dan displacement berdasarkan jenis kapal yang direncanakan (Watson, 1998; Schneekluth & Bertram, 1998; Rawson & Tupper, 2001). Untuk kapal penangkap ikan (*fishing vessel*), nilai *deadweight fraction* umumnya berada pada kisaran 35–45% dari displacement penuh. Dalam penelitian ini digunakan nilai tengah sebesar 40% sebagai pendekatan estimasi.

Berdasarkan hasil analisis hidrostatis menggunakan perangkat lunak Delftship, diperoleh displacement penuh kapal sebesar 72,565 ton pada sarat desain 1,50 m. Dengan

menggunakan rasio DWT sebesar 40% dari displacement penuh, maka diperoleh:

$$DWT = 0,40 \times \Delta$$

$$DWT = 0,40 \times 72,565$$

$$DWT = 29,03 \text{ ton}$$

Selanjutnya berat kapal kosong (*lightship weight*) dihitung menggunakan Persamaan (4.X), yaitu:

$$LWT = \Delta - DWT$$

$$LWT = 72,565 - 29,03$$

$$LWT = 43,54 \text{ ton}$$

Nilai *lightship weight* yang diperoleh kemudian dicocokkan dengan data hidrostatis kapal untuk menentukan sarat kapal kosong. Berdasarkan tabel hidrostatis Delftship, pada draft 1,05 m displacement kapal sebesar 43,301 ton, sedangkan pada draft 1,10 m displacement kapal sebesar 46,269 ton. Karena nilai LWT hasil perhitungan sebesar 43,54 ton berada di antara kedua nilai displacement tersebut, maka dilakukan interpolasi linier. Hasil interpolasi menunjukkan bahwa displacement sebesar 43,54 ton berkorelasi dengan draft sekitar 1,05 m.

4.2.4 Cradle

Cradle merupakan struktur penumpu kapal yang berfungsi untuk menyalurkan beban kapal menuju sistem roda dan rel pada fasilitas slipway. Pada saat proses penarikan kapal dari perairan menuju daratan, cradle berperan sebagai media transfer beban sehingga stabilitas kapal tetap terjaga selama proses hauling berlangsung. Oleh karena itu, dimensi dan konfigurasi cradle harus disesuaikan dengan ukuran kapal yang akan dilayani serta kondisi operasional fasilitas slipway.

Perencanaan cradle pada penelitian ini mengacu pada desain cradle yang digunakan pada fasilitas slipway PT. Dok Along Jaya, Kabupaten Batang, Jawa Tengah. Pemilihan desain tersebut didasarkan pada kesamaan karakteristik kapal yang dilayani, yaitu kapal perikanan kayu dengan panjang sekitar 17–20 meter. Selain itu, berdasarkan hasil observasi lapangan diketahui bahwa sebagian kapal yang melakukan kegiatan docking dan reparasi di PT. Dok Along Jaya berasal dari wilayah Cilacap dengan ukuran dan spesifikasi yang relatif serupa dengan kapal objek penelitian. Dengan demikian, penggunaan desain cradle eksisting tersebut dinilai representatif sebagai acuan perencanaan.

Cradle yang direncanakan memiliki panjang total 14,1 m. Tinggi cradle dari permukaan rel ditetapkan sebesar 340 mm sesuai hasil pengukuran lapangan dan konfigurasi konstruksi yang digunakan pada fasilitas pembanding. Struktur utama cradle terdiri atas dua buah main girder memanjang yang berfungsi sebagai elemen penahan beban utama, serta beberapa cross beam yang menghubungkan kedua main girder sehingga terbentuk sistem rangka yang kaku dan stabil.

4.2.5 Panjang Slipway Laut

Kedalaman ujung slipway merupakan salah satu parameter penting dalam perencanaan slipway, karena menentukan apakah kapal dapat mengapung dengan aman pada saat proses docking maupun launching. Kedalaman ini harus cukup untuk mengakomodasi sarat kapal serta mempertimbangkan kondisi pasang surut air laut. Menurut Tsinker (1995), kedalaman ujung slipway dapat ditentukan dengan mempertimbangkan sarat kapal, tinggi cradle, serta variasi muka air laut. Secara umum, kedalaman ujung slipway dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$hp = 1.25 (hd + hs) + hw$$

dimana:

$$hd = 1,05 \text{ m (sarat kapal kosong)}$$

$$hs = 0,34 \text{ (tinggi cradle)}$$

$$hw = 1,05 \text{ m (rentang pasang surut)}$$

sehingga:

$$hp = 1,25 (1,05 + 0,34) + 1,05$$

$$hp = 2,78 \text{ m}$$

Nilai kedalaman sebesar 2,78 m diambil nilai menjadi 2,5 m menunjukkan bahwa ujung slipway harus berada pada kedalaman tersebut agar kapal tetap dapat mengapung dengan aman, bahkan pada kondisi muka air laut terendah. Panjang slipway laut ditentukan berdasarkan kedalaman ujung slipway dan kemiringan slipway yang telah direncanakan sebelumnya. Secara geometris, hubungan antara panjang slipway laut dan kedalaman ujung slipway dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$L_w = \frac{hp}{\tan\beta}$$

$$L_w = \frac{2,5}{\frac{1}{12}}$$

$$L_w = 30 \text{ m}$$

Panjang total slipway merupakan keseluruhan panjang jalur slipway yang terdiri dari bagian darat dan bagian laut. Panjang ini menggambarkan total panjang rel yang dibutuhkan untuk mendukung proses docking dan launching kapal secara menyeluruh.

$$L_{\text{total}} = L_r + L_w$$

$$L_{\text{total}} = 50 \text{ m} + 30 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = 80 \text{ m}$$

4.2.6 Lebar Slipway

Lebar slipway merupakan salah satu parameter penting dalam perencanaan fasilitas galangan kapal, karena berpengaruh terhadap kelancaran aktivitas operasional, khususnya pada saat proses docking dan perawatan kapal. Lebar slipway harus mampu mengakomodasi dimensi kapal rencana serta menyediakan ruang kerja yang cukup bagi pekerja dan peralatan di sisi kiri dan kanan kapal. Penentuan lebar slipway dilakukan dengan mempertimbangkan lebar kapal rencana dan kebutuhan ruang bebas di sekeliling kapal. Ruang bebas ini diperlukan untuk memberikan akses bagi pekerja dalam melakukan inspeksi, perbaikan, serta perawatan kapal selama berada di atas slipway. Secara umum, lebar slipway dapat ditentukan dengan pendekatan sebagai berikut:

$$B_s = B + 2c$$

dimana:

Bs = lebar slipway (m)

B = lebar kapal rencana (m)

c = ruang bebas untuk aktivitas kerja pada tiap sisi kapal (m)

Dalam perencanaan ini, ruang bebas pada masing-masing sisi kapal diasumsikan sebesar 2 m, yang dinilai cukup untuk mendukung aktivitas pekerja serta peralatan ringan selama proses perawatan berlangsung.

$$Bs = 6.7 + 2(2) = 10.7 \text{ m}$$

$$Bs = 11 \text{ m}$$

Slipway direncanakan sebanyak 2 unit sehingga lebar untuk slipway keseluruhan

$$Bs = 11 \times 2 = 22 \text{ m}$$

Lebar slipway sebesar 22 m memberikan ruang yang cukup bagi kapal rencana serta aktivitas pekerja di sekelilingnya. Selain itu, dimensi ini juga memungkinkan penempatan sistem rel dan cradle secara optimal tanpa mengganggu ruang kerja, sehingga proses docking dan perawatan kapal dapat dilakukan dengan lebih aman dan efisien.

Jarak antar rel merupakan parameter penting dalam perencanaan slipway, karena berkaitan langsung dengan kestabilan cradle serta distribusi beban kapal selama proses docking dan launching. Jarak rel harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan beban kapal secara merata, serta memberikan kestabilan lateral pada saat cradle bergerak di atas rel. Penentuan jarak rel tidak dilakukan berdasarkan lebar slipway secara keseluruhan, melainkan disesuaikan dengan sistem cradle dan distribusi beban kapal. Dalam praktiknya, jarak rel umumnya ditentukan sebagai persentase dari lebar kapal, sehingga posisi rel berada di bawah area struktur utama kapal yang mampu menahan beban.

Dalam praktik perancangan slipway, jarak rel umumnya diambil sebesar 0,35 hingga 0,50 dari lebar kapal, sehingga posisi rel berada pada area struktur utama kapal yang mampu

menahan beban. Oleh karena itu, dalam perencanaan ini mengambil nilai tengah yaitu 0,40 dan didapatkan hasil:

$$Sr = 0,40 \times B$$

$$Sr = 0,40 \times 6,70 \text{ m}$$

$$Sr = 2,68 \text{ m}$$

$$Sr = 2,6 \text{ m}$$

Pemilihan jarak rel sebesar 2,6 m berada di tengah rentang nilai yang direkomendasikan, sehingga mampu memberikan keseimbangan antara stabilitas cradle dan efisiensi struktur. Jarak ini memungkinkan roda cradle berada tepat di bawah struktur utama (main beam), sehingga distribusi beban dapat diteruskan secara langsung ke rel. Selain itu, jarak rel yang terlalu sempit dapat menyebabkan ketidakstabilan lateral, sedangkan jarak yang terlalu lebar dapat meningkatkan momen pada struktur cradle. Oleh karena itu, pemilihan nilai tengah dianggap sebagai solusi yang paling optimal untuk kondisi perencanaan ini.

4.2.7 Desain Railway

Railway merupakan komponen utama pada sistem slipway yang berfungsi sebagai jalur pergerakan roda (*wheel assembly*) dan cradle selama proses peluncuran (*launching*) maupun penarikan kapal (*hauling*). Oleh karena itu, pemilihan profil rel harus mempertimbangkan kapasitas beban, kemudahan konstruksi, serta kesesuaian dengan kondisi lapangan.

Pada penelitian ini, dilakukan survei lapangan pada fasilitas slipway eksisting di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh tinggi rel eksisting sebesar sekitar 60



Gambar 4. 5 Tinggi railway lapangan (Sumber: Dokumentasi pribadi)

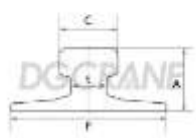
mm. Dimensi tersebut menunjukkan bahwa rel yang digunakan termasuk kategori rel berprofil rendah (*low-profile rail*) yang

umum digunakan pada fasilitas slipway kapal berukuran kecil hingga menengah.

Untuk keperluan perencanaan, digunakan profil rel yang memiliki dimensi mendekati kondisi eksisting agar desain yang dihasilkan tetap realistis dan sesuai dengan praktik yang telah diterapkan di lapangan. Berdasarkan studi katalog teknis yang diperoleh dari produsen rel industri, ditemukan profil rel dengan tinggi 65 mm yang memiliki karakteristik geometris dan fungsi yang serupa dengan rel hasil survei lapangan. Oleh karena itu, profil rel dengan tinggi 65 mm dipilih sebagai acuan dalam perencanaan railway slipway pada penelitian ini.

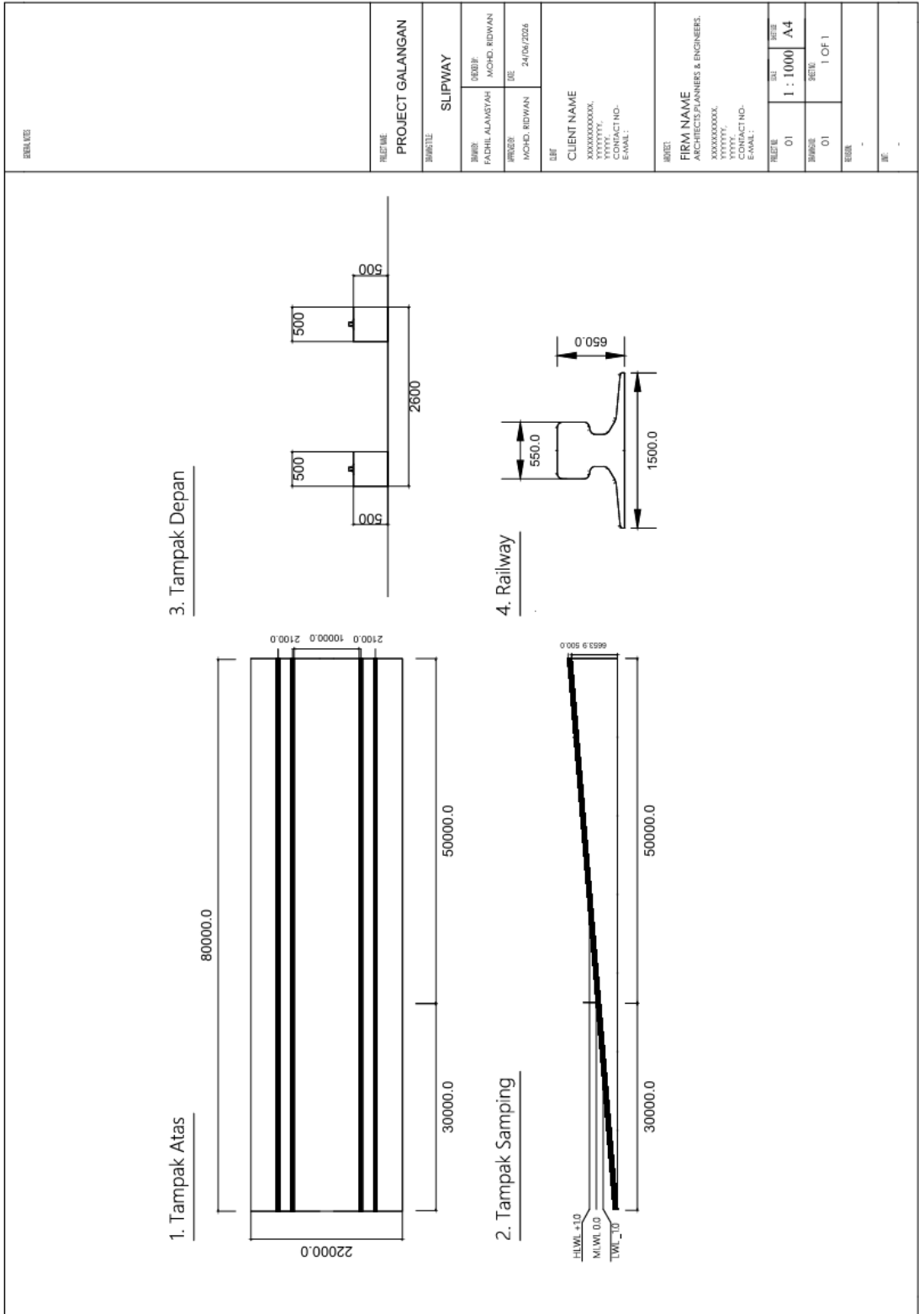
Pemilihan rel setinggi 65 mm dilakukan karena selisih dimensinya relatif kecil terhadap rel eksisting, yaitu hanya sebesar 5 mm atau sekitar 8,3% dari tinggi rel hasil pengukuran lapangan. Dengan perbedaan yang tidak signifikan tersebut, profil rel 65 mm dinilai masih dapat merepresentasikan kondisi aktual fasilitas slipway yang terdapat di lokasi penelitian. Selain itu, penggunaan profil rel yang tersedia dalam katalog teknis memberikan keuntungan berupa ketersediaan data dimensi yang lengkap sehingga memudahkan proses pemodelan dan perancangan struktur railway.

Selanjutnya, profil rel 65 mm tersebut digunakan sebagai dasar dalam perencanaan sistem railway, termasuk penentuan elevasi rel, desain wheel assembly, serta perhitungan geometri cradle pada fasilitas slipway yang direncanakan.



Type of Rail	Standard	Dimension mm				Steel Grade	Weight/kg
		A	B	C	F		
A65 crane rail	DIN 536 PL11991	35,00	125,00	45,00	24,00	S08Mn	22,10
A65 crane rail	DIN 536 PL11991	40,00	150,00	55,00	31,00	S08Mn	31,80
A65 crane rail	DIN 536 PL11991	50,00	175,00	65,00	38,00	S08Mn	43,10
A75 crane rail	DIN 536 PL11991	65,00	200,00	75,00	45,00	U71Mn	56,20
A700 crane rail	DIN 536 PL11991	95,00	250,00	100,00	60,00	U71Mn	74,30

Gambar 4. 6 Profil railway perencanaan (Sumber: www.dgcrane.com)



Gambar 4. 7 Desain Slipway (Sumber: Penulis, 2026)

4.3 Tata Letak Fasilitas Galangan

4.3.1 Identifikasi Fasilitas Galangan

Tahap awal dalam perancangan tata letak fasilitas galangan reparasi kapal ikan kayu 30 GT adalah melakukan identifikasi terhadap fasilitas-fasilitas yang dibutuhkan untuk menunjang seluruh aktivitas operasional galangan. Identifikasi fasilitas dilakukan berdasarkan analisis proses operasional reparasi kapal, kebutuhan ruang kerja, serta fungsi pendukung aktivitas utama galangan. Berdasarkan hasil identifikasi, fasilitas yang dibutuhkan pada galangan reparasi kapal ikan kayu 30 GT terdiri atas delapan fasilitas utama, yaitu slipway dock, gudang material, gudang penyimpanan, bengkel permesinan, kantor operasional, post satpam, toilet, dan area parkir. Masing-masing fasilitas memiliki fungsi sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Fungsi utama fasilitas

No	Fasilitas	Fungsi Utama
1	Slipway Dock	Area utama docking, reparasi, dan peluncuran kapal
2	Gudang Material	Menyimpan material reparasi seperti kayu, cat, paku, resin, dan bahan habis pakai
3	Gudang Penyimpanan	Menyimpan material reparasi seperti kayu, cat, paku, resin, dan bahan habis pakai
4	Bengkel Permesinan	Area reparasi komponen mesin, shaft, propeller, dan sistem mekanikal kapal
5	Kantor Operasional	Pusat administrasi, perencanaan pekerjaan, dan pengawasan operasional galangan
6	Post Satpam	Pengawasan akses keluar-masuk area galangan
7	Toilet	Fasilitas sanitasi bagi pekerja dan staf galangan
8	Area Parkir	Area parkir kendaraan pekerja, tamu, dan kendaraan operasional

Fasilitas-fasilitas tersebut dipilih dengan mempertimbangkan kebutuhan minimum operasional galangan reparasi kapal kayu skala kecil hingga menengah yang menangani kapal ikan kayu hingga 30 GT. Slipway dock

berfungsi sebagai pusat aktivitas utama galangan karena menjadi lokasi utama pelaksanaan docking dan reparasi kapal. Fasilitas pendukung seperti gudang material, gudang penyimpanan, dan bengkel permesinan dirancang untuk menunjang kelancaran proses reparasi serta meminimalkan jarak perpindahan material dan alat kerja menuju area slipway.

Sementara itu, fasilitas penunjang seperti kantor operasional, post satpam, toilet, dan area parkir disediakan untuk mendukung aktivitas administrasi, pengawasan keamanan, kebutuhan sanitasi pekerja, serta aksesibilitas kendaraan di dalam kawasan galangan.

Hasil identifikasi fasilitas ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan kebutuhan luas fasilitas serta analisis hubungan kedekatan antar fasilitas pada tahap perancangan tata letak menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP).

4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Luas Fasilitas

Setelah fasilitas galangan teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menentukan kebutuhan luas masing-masing fasilitas sebagai dasar dalam penyusunan tata letak galangan. Perhitungan kebutuhan luas dilakukan berdasarkan dimensi fisik peralatan, furnitur, dan area kerja pada masing-masing fasilitas yang kemudian ditambahkan allowance sesuai kebutuhan sirkulasi, ruang operasi, dan keselamatan kerja. Penentuan allowance ruang mempertimbangkan karakteristik aktivitas pada masing-masing fasilitas. Fasilitas dengan aktivitas administratif menggunakan allowance yang lebih kecil dibandingkan fasilitas produksi dan penyimpanan yang membutuhkan ruang handling material, operasi peralatan, dan area gerak pekerja lebih besar

Penentuan allowance ruang mempertimbangkan karakteristik aktivitas pada masing-masing fasilitas. Fasilitas dengan aktivitas administratif menggunakan allowance yang lebih kecil dibandingkan fasilitas produksi dan penyimpanan yang membutuhkan ruang handling material, operasi peralatan, dan area gerak pekerja lebih besar. Penentuan kebutuhan luas fasilitas pada penelitian ini dilakukan berdasarkan luas dasar fasilitas yang diperoleh dari dimensi peralatan, area kerja, kebutuhan operasional, serta fungsi masing-masing fasilitas. Selain luas dasar, perhitungan juga mempertimbangkan kebutuhan ruang sirkulasi dan ruang gerak guna mendukung

kelancaran aktivitas operasional di dalam kawasan galangan reparasi kapal. Kebutuhan ruang sirkulasi tersebut penting untuk menjamin perpindahan pekerja, material, peralatan, serta kendaraan operasional dapat berlangsung dengan aman dan efisien.

Pertimbangan penyediaan ruang sirkulasi mengacu pada prinsip kemudahan akses, ruang bebas, dan aksesibilitas bangunan sebagaimana diatur dalam Permen PU Nomor 30/PRT/M/2006 tentang Pedoman Teknis Fasilitas dan Aksesibilitas pada Bangunan Gedung dan Lingkungan serta Permen PUPR Nomor 14/PRT/M/2017 tentang Persyaratan Kemudahan Bangunan Gedung. Kedua regulasi tersebut menekankan pentingnya penyediaan ruang yang memadai untuk mendukung pergerakan pengguna dan menjamin keselamatan dalam aktivitas operasional. Oleh karena itu, pada penelitian ini ditambahkan allowance sebagai ruang sirkulasi dan ruang gerak operasional pada setiap fasilitas yang direncanakan.

Besarnya allowance ditentukan berdasarkan karakteristik aktivitas yang berlangsung pada masing-masing fasilitas. Fasilitas dengan intensitas pergerakan material dan pekerja yang tinggi diberikan allowance yang lebih besar dibandingkan fasilitas administrasi. Bengkel permesinan memperoleh allowance sebesar 100% dari luas dasar karena aktivitas reparasi mesin memerlukan area kerja yang luas untuk pembongkaran komponen, penempatan peralatan kerja, perpindahan material, serta ruang aman bagi pekerja selama proses reparasi berlangsung. Gudang material dan gudang penyimpanan diberikan allowance sebesar 75% untuk mengakomodasi aktivitas material handling, akses pengambilan barang, serta ruang sirkulasi di antara area penyimpanan.

Sementara itu, kantor operasional, pos satpam, dan toilet diberikan allowance sebesar 50% untuk memenuhi kebutuhan ruang gerak pengguna, sirkulasi internal, serta kenyamanan operasional. Area parkir tidak diberikan allowance tambahan karena luas yang dihitung telah mempertimbangkan kebutuhan manuver kendaraan dan ruang sirkulasi sesuai fungsi fasilitas. Adapun fasilitas slipway dock tidak menggunakan pendekatan allowance karena dimensinya ditentukan langsung berdasarkan ukuran kapal rencana, kebutuhan docking dan launching, serta ruang kerja yang diperlukan selama proses reparasi kapal.

Penerapan allowance pada penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan tata letak fasilitas yang tidak hanya memenuhi kebutuhan ruang minimum, tetapi juga mampu mendukung kelancaran aliran material, meningkatkan keselamatan kerja, serta memberikan fleksibilitas operasional dalam kegiatan reparasi kapal ikan kayu. Dengan adanya ruang sirkulasi yang memadai, potensi terjadinya hambatan pergerakan pekerja maupun material dapat diminimalkan sehingga efisiensi operasional galangan dapat ditingkatkan.

Gudang Penyimpanan	Dimensi Alat/Perlengkapan				Jumlah	Luas	Subtotal	Allowance		Jumlah Luas	Jumlah Diambil
	Panjang	Lebar	Tinggi	M2				Presentase	Jumlah		
Rak Spare Part	1.2	0.5	2	0.6	2	1.2	8.21	100%	8.21	16.42	20
Lemari	0.9	0.45	1.8	0.405	1	0.405					
Toolbox	0.8	0.6	0.9	0.48	1	0.48					
Bench Inspeksi	1.5	0.75	0.9	1.125	1	1.125					
Winch	2.5	2	1.5	5	1	5					

Gambar 4. 11 Luas total keterbutuhan Gudang Penyimpanan (Sumber: Penulis,2026)

Bengkel Permesinat	Dimensi Alat/Perlengkapan				Jumlah	Luas	Subtotal	Allowance		Jumlah Luas	Jumlah Diambil
	Panjang	Lebar	Tinggi	M2				Presentase	Jumlah		
Meja Kerja mekanik	1.5	0.75	0.9	1.125	2	2.25	13.35	100%	13.35	26.7	30
Mesin Bubut	2	1	1.5	2	1	2					
Drill Press	0.8	0.8	1.8	0.64	1	0.64					
Gerinda Duduk	0.7	0.6	1.2	0.42	1	0.42					
Tool Cabinet	0.8	0.6	1.2	0.48	1	0.48					
Kompresor Udara	1.2	0.8	1.2	0.96	1	0.96					
Engine Overhaul Area	3	2	2	6	1	6					
Rak Spare Part	1.2	0.5	2	0.6	1	0.6					

Gambar 4. 10 Luas total keterbutuhan Bengkel Permesinan (Sumber: Penulis,2026)

Kantor Operasional	Dimensi Alat/Perlengkapan				Jumlah	Luas	Subtotal	Allowance		Jumlah Luas	Jumlah Diambil
	Panjang	Lebar	Tinggi	M2				Presentase	Jumlah		
Planning Room	4	3	2.5	12	1	12	23	80%	18.4	41.4	45
HR Room	2	2	2.5	4	1	4					
Administration	2	2	2.5	4	1	4					
Toilet	2	1.5	2.5	3	1	3					

Gambar 4. 9 Luas total keterbutuhan Kantor Operasional (Sumber: Penulis,2026)

Gudang Material	Dimensi Alat/Perlengkapan				Jumlah	Luas	Subtotal	Allowance		Jumlah Luas	Jumlah Diambil
	Panjang	Lebar	Tinggi	M2				Presentase	Jumlah		
Area Stok Papan Kayu	4	2	2	8	2	16	24.32	50%	12.16	36.48	40
Rak Besi	1.2	0.6	2	0.72	2	1.44					
Rak Cat	1	0.5	2	0.5	1	0.5					
Rak Resin	1	0.5	2	0.5	1	0.5					
Pallet Material Umum	1.2	1.2	1.5	1.44	2	2.88					
Area Inspeksi	2	1.5	1	3	1	3					

Gambar 4. 8 Luas total keterbutuhan Gudang Material (Sumber: Penulis,2026)

Post Security	Dimensi Alat/Perlengkapan				Jumlah	Luas	Subtotal	Allowance		Jumlah Luas	Jumlah Diambil
	Panjang	Lebar	Tinggi	M2				Presentase	Jumlah		
Meja Security	1.2	0.7	0.75	0.84	1	0.84	1.56	100%	1.56	3.12	4
Kursi	0.6	0.6	1	0.36	1	0.36					
Lemari Loker	0.8	0.45	1.8	0.36	1	0.36					

Gambar 4. 12 Luas total keterbutuhan Post Security (Sumber: Penulis,2026)

Area Parkir	Dimensi Alat/Perlengkapan				Jumlah	Luas	Subtotal	Allowance		Jumlah Luas	Jumlah Diambil
	Panjang	Lebar	Tinggi	M2				Presentase	Jumlah		
Parkir Motor	2	1	2.5	2	20	40	102.5	40%	41	143,5	145
Parkir Mobil	5	2.5	2.5	12.5	5	62.5					

Gambar 4. 13 Luas total keterbutuhan Area Parkir (Sumber: Penulis,2026)

Slipway	Dimensi Alat/Perlengkapan				Jumlah	Luas	Subtotal	Allowance		Jumlah Luas	Jumlah Diambil
	Panjang	Lebar	Tinggi	M2				Presentase	Jumlah		
Slipway	80	22		1760	1	1760	1760	0	0	1760	1760

Gambar 4. 14 Luas total keterbutuhan Slipway (Sumber: Penulis,2026)

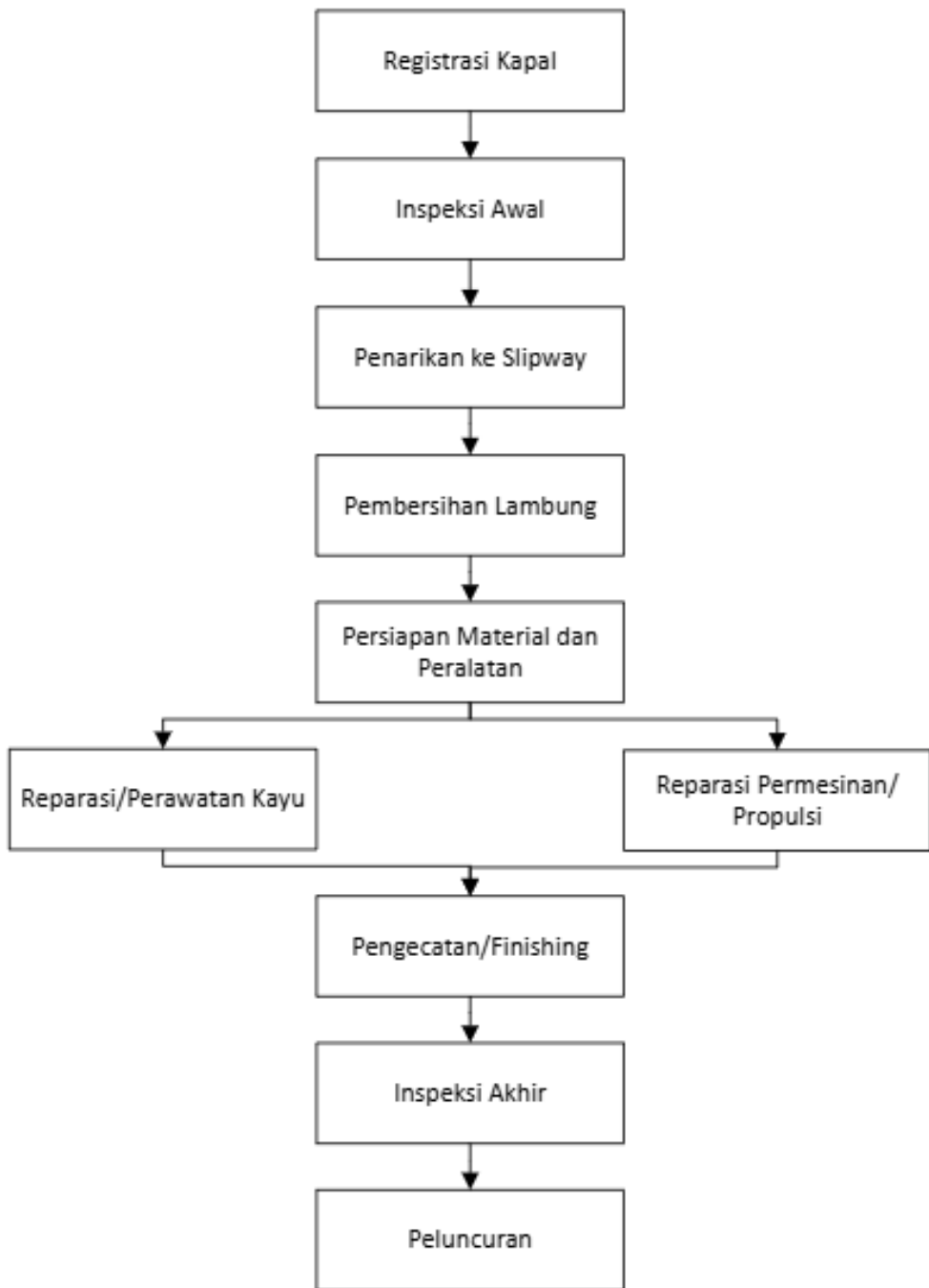
Toilet Umum	Dimensi Alat/Perlengkapan				Jumlah	Luas	Subtotal	Allowance		Jumlah Luas	Jumlah Diambil
	Panjang	Lebar	Tinggi	M2				Presentase	Jumlah		
Toilet Umum	2	1.5	2.5	3	2	6	6	0%	0	6	6

Gambar 4. 15 Luas total keterbutuhan Toilet umum (Sumber: Penulis,2026)

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan luas fasilitas, diketahui bahwa fasilitas dengan kebutuhan area terbesar adalah slipway dock sebagai area utama pelaksanaan docking dan reparasi kapal. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas utama galangan masih terpusat pada area produksi dan penanganan material. Perhitungan kebutuhan luas ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan hubungan kedekatan antar fasilitas melalui analisis aktivitas operasional dan penyusunan Activity Relationship Chart (ARC).

4.3.3 Analisis Alur Proses Reparasi Galangan

Analisis aktivitas operasional dilakukan untuk mengidentifikasi alur proses utama dalam kegiatan reparasi kapal ikan kayu pada galangan yang dirancang. Analisis ini bertujuan untuk memahami keterkaitan antar aktivitas operasional sehingga dapat menjadi dasar dalam menentukan



Gambar 4. 16 Alur proses reparasi (Sumber: Penulis,2026)

Berdasarkan analisis alur proses operasional tersebut, dapat diketahui bahwa slipway dock merupakan pusat aktivitas utama galangan karena sebagian besar pekerjaan reparasi dilakukan pada area tersebut. Selain itu, fasilitas seperti gudang material, gudang penyimpanan, dan bengkel permesinan memiliki keterkaitan operasional yang tinggi dengan slipway dock karena berperan langsung dalam mendukung proses reparasi kapal. Hasil analisis aktivitas operasional ini selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara aktivitas dengan fasilitas yang dibutuhkan dalam operasional galangan.

4.3.4 Penyusunan Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart (ARC) disusun untuk menentukan tingkat kedekatan antar fasilitas dalam kawasan galangan reparasi kapal kayu berdasarkan hubungan aktivitas operasional yang telah dianalisis sebelumnya. Penentuan hubungan kedekatan antar fasilitas dilakukan menggunakan metode penilaian kedekatan berdasarkan prinsip Systematic Layout Planning (SLP), dengan mempertimbangkan keterkaitan proses kerja, aliran material, perpindahan alat, kebutuhan pengawasan, akses personel, dan faktor keselamatan kerja.

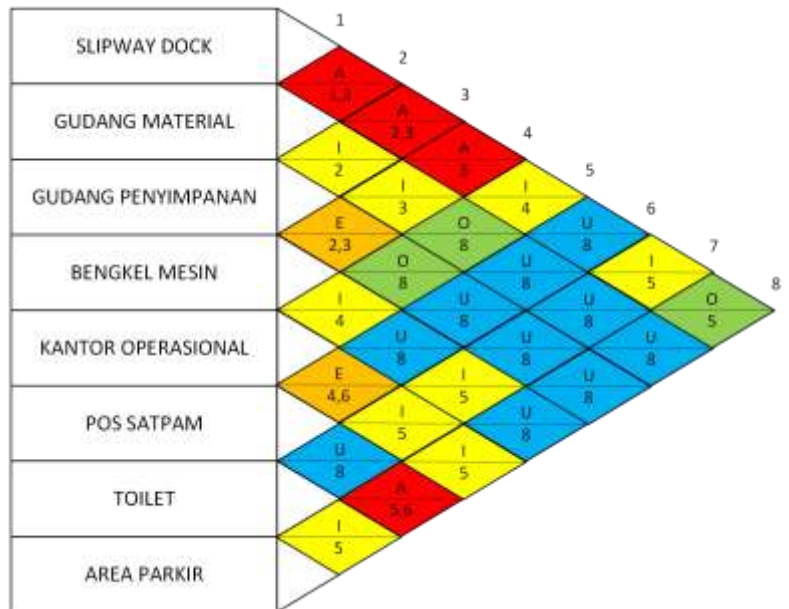
Tabel 4. 3 Kode Warna ARC (Sumber: Penulis,2026)

Kode	Arti	Warna
A	Absolutely Necessary	Red
E	Especially Important	Orange
I	Important	Yellow
O	Ordinary	Green
U	Unimportant	Blue
X	Udesireable	Purple

Penentuan tingkat kedekatan dilakukan berdasarkan alasan hubungan antar fasilitas yang ditunjukkan pada Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Alasan Kedekatan (Sumber: Penulis,2026)

Kode	Alasan Hubungan Kedekatan
1	Frekuensi aliran material tinggi
2	Frekuensi perpindahan alat/perkakas tinggi
3	Hubungan proses kerja langsung
4	Hubungan proses kerja langsung
5	Akses personel tinggi
6	Faktor keselamatan / keamanan
7	Kebisingan / gangguan operasi
8	Tidak ada hubungan langsung



Gambar 4. 17 ARC (Sumber: Penulis, 2026)

Berdasarkan hasil ARC tersebut, dapat diketahui bahwa slipway dock memiliki tingkat hubungan kedekatan tertinggi dengan gudang material, gudang penyimpanan, dan bengkel mesin. Hal ini menunjukkan bahwa slipway dock merupakan pusat aktivitas utama galangan yang memerlukan dukungan langsung dari fasilitas penyimpanan material, peralatan, serta fasilitas reparasi mekanikal. Selain itu, post satpam memiliki hubungan kedekatan tertinggi dengan area parkir karena kedua

fasilitas tersebut sama-sama berkaitan dengan pengendalian akses masuk dan keluar area galangan. Kantor operasional memiliki hubungan penting dengan slipway dock dan bengkel mesin untuk mendukung fungsi pengawasan serta koordinasi kegiatan operasional galangan. Hasil Activity Relationship Chart ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan Activity Relationship Diagram (ARD) untuk menentukan konfigurasi kedekatan spasial antar fasilitas dalam layout galangan.

4.3.5 Penyusunan Activity Relationship Diagram

Setelah Activity Relationship Chart (ARC) disusun, langkah selanjutnya adalah menyusun Activity Relationship Diagram (ARD). ARD merupakan visualisasi hubungan kedekatan antar fasilitas dalam bentuk diagram kedekatan spasial yang digunakan untuk membantu penentuan susunan awal tata letak fasilitas berdasarkan tingkat kedekatan hubungan pada ARC. Dalam penyusunan ARD, fasilitas dengan tingkat hubungan kedekatan tertinggi ditempatkan berdekatan terlebih dahulu, kemudian diikuti oleh fasilitas dengan tingkat hubungan lebih rendah. Berdasarkan hasil Activity Relationship Chart, slipway dock menjadi pusat utama dalam penyusunan ARD karena memiliki hubungan kedekatan tertinggi dengan beberapa fasilitas pendukung utama galangan. Adapun susunan hubungan kedekatan antar fasilitas berdasarkan hasil ARD ditunjukkan pada Gambar 4.18

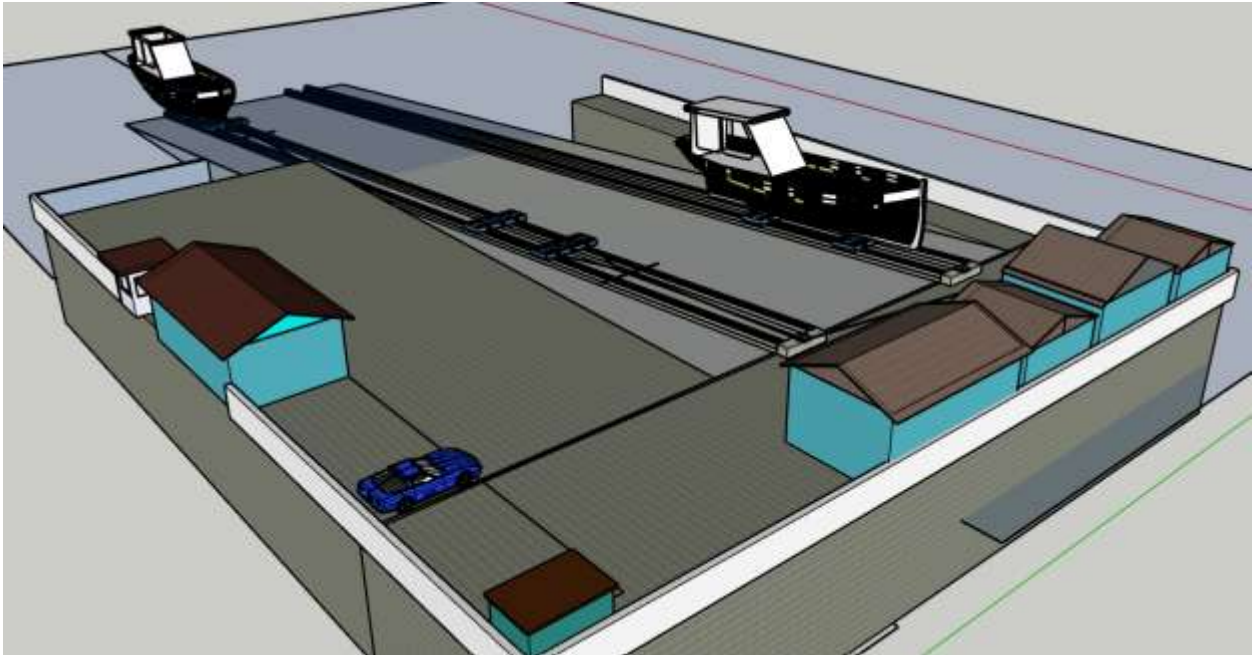


Gambar 4. 18 ARD (Sumber: Penulis, 2026)

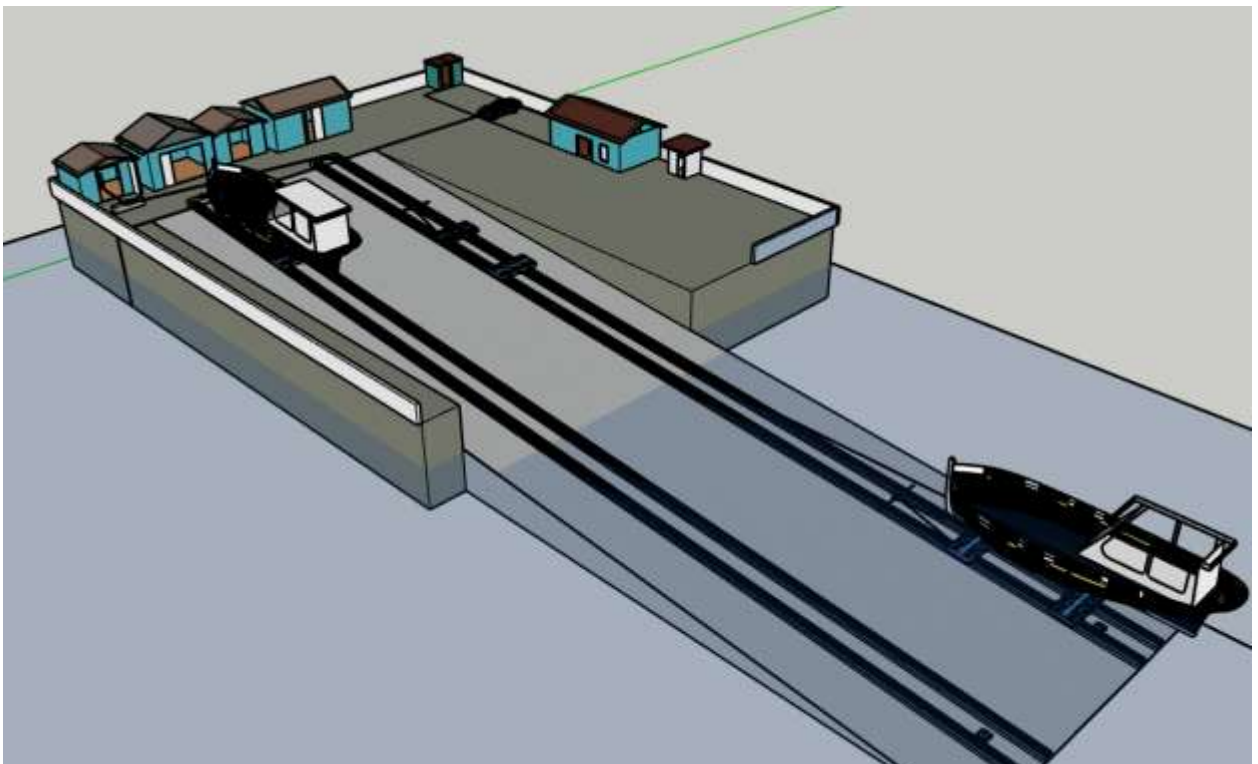
Berdasarkan Activity Relationship Diagram tersebut, slipway dock ditempatkan sebagai pusat layout karena merupakan area utama pelaksanaan aktivitas reparasi kapal. Gudang material, gudang penyimpanan, dan bengkel mesin ditempatkan berdekatan dengan slipway dock untuk meminimalkan jarak perpindahan material, alat, dan komponen selama proses reparasi. Kantor operasional ditempatkan pada area yang masih memiliki akses visual dan koordinatif terhadap area produksi, namun tidak terlalu dekat dengan slipway dock guna mengurangi gangguan kebisingan dan meningkatkan kenyamanan kerja administratif. Post satpam dan area parkir ditempatkan pada area terdepan kawasan galangan untuk memudahkan pengawasan akses keluar masuk kendaraan dan personel. Hasil Activity Relationship Diagram ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penyusunan block layout atau tata letak akhir fasilitas galangan reparasi kapal kayu.

4.3.6 Penyusunan Tata Letak Galangan

Berdasarkan hasil Activity Relationship Diagram (ARD) dan kebutuhan luas masing-masing fasilitas, dilakukan penyusunan block layout sebagai rancangan tata letak akhir fasilitas galangan reparasi kapal kayu 30 GT. Perancangan layout dilakukan dengan mempertimbangkan hubungan kedekatan antar fasilitas, efisiensi aliran material, aksesibilitas kendaraan, keselamatan kerja, serta kondisi operasional galangan reparasi kapal.



Gambar 4. 20 Visualisasi Layout Galangan



Gambar 4. 21 Visualisasi Layout Galangan