

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kapal Yang Direparasi

Objek penelitian pada tugas akhir ini adalah kapal tugboat Karya Pacific 37 yang sedang menjalani proses repair dan maintenance di galangan kapal. Kapal tersebut dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki aktivitas perbaikan yang cukup kompleks sehingga sesuai untuk dianalisis menggunakan metode Critical Chain Project Management (CCPM) dan simulasi Monte Carlo dalam pengendalian jadwal proyek. Data kapal yang digunakan dalam penelitian meliputi data umum kapal, ukuran utama kapal, dokumen repair, serta daftar pekerjaan perbaikan yang dilakukan selama proses docking. Data tersebut diperoleh dari dokumen proyek yang dimiliki oleh pihak galangan, seperti project planner, dock document, repair list, dan laporan pekerjaan perbaikan kapal.

Tabel 4. 1 *Principal Dimension*

<i>Name of Ship</i>	<i>Tugboat Karya Pacific 37</i>
<i>Length Overall</i>	27 m
<i>Length</i>	24,97 m
<i>Breadth</i>	8,20 m
<i>Depth</i>	4 m
<i>GT/NT</i>	207 T/63 T



Gambar 4. 1 *Tugboat Karya Pacific 37*

Tabel 4.2 Data Penjadwalan Proyek Reparasi

No.	Aktivitas	Durasi (days)	Mulai	Selesai
	<i>General Service</i>			
1	Sandar Jetty sebelum <i>Docking</i>	7 hari	26 feb 2025	1 mar 2025
2	Dilakukan <i>Dock Trial</i>	2 hari	1 mar 2025	2 maret 2025
3	<i>Docking</i>	2 hari	2 maret 2025	3 Maret 2025

4	Pemadam kebakaran	2 hari	2 maret 2025	3 Maret 2025
5	Pemakaian Alat Berat	2 hari	2 maret 2025	3 Maret 2025
6	Free Gas	2 hari	2 maret 2025	3 Maret 2025
7	<i>Housekeeping (Sampah & Scrap)</i>	2 hari	2 maret 2025	3 Maret 2025
	<i>Inspection & Reporting</i>	22 hari		
8	<i>Marking And Drawing</i>	2 Hari	2 Maret 2025	3 Maret 2025
9	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Propeller & Report</i>	2 Hari	21 Maret 2025	22 Maret 2025
10	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report</i>	8 Hari	9 Maret 2025	17 Maret 2025
11	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	2 Hari	9 Maret 2025	10 Maret 2025
12	Dilakukan NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft	2 Hari	9 Maret 2025	10 Maret 2025
13	Dilakukan Pengukuran Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report	2 Hari	4 Maret 2025	5 Maret 2025
14	Dilakukan Pengukuran Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report	2 Hari	3 Maret 2025	4 Maret 2025
15	Dilakukan Pengukuran Chain Calibration & Report	2 Hari	4 Maret 2025	5 Maret 2025
16	Dilakukan Megger Test & Report	2 Hari	3 Maret 2025	4 Maret 2025
17	Dilakukan Crankshaft Deflection ME P/S & Report	2 Hari	25 Maret 2025	26 Maret 2025
18	Dilakukan Cek Kelurusan Shaft Propeller P/S & Report	2 Hari	5 Maret 2025	6 Maret 2025
19	Dilakukan Cek Alignment Shaft P/S & Report	2 Hari	9 Maret 2025	10 Maret 2025
20	Dilakukan UT Scan SS2 & Report	2 Hari	3 Maret 2025	4 Maret 2025

21	Dilakukan UT <i>Scan Area Got Tengah E/R, Area Got Shaft, dan Area Got GB P/S & Report</i>	2 Hari	6 Maret 2025	7 Maret 2025
22	Dilakukan UT <i>Scan Bolder Haluan & Report</i>	2 Hari	4 Maret 2025	5 Maret 2025
	<i>Blasting Painting</i>	17 hari		
23	<i>Underwater</i>	12 Hari	9 Maret 2025	19 Maret 2025
24	<i>Topside & External Bulwark</i>	14 Hari	9 Maret 2025	22 Maret 2025
25	<i>Rudder Blade</i>	8 Hari	9 Maret 2025	16 Maret 2025
26	Jangkar & Rantai Jangkar	3 Hari	13 Maret 2025	15 Maret 2025
27	<i>Tug Pusher</i>	5 Hari	13 Maret 2025	17 Maret 2025
28	<i>Rudder Stock</i>	2 Hari	5 Maret 2025	6 Maret 2025
29	<i>Pipa Seachest</i>	2 Hari	5 Maret 2025	6 Maret 2025
30	<i>Strainer Seachest</i>	2 Hari	5 Maret 2025	6 Maret 2025
31	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	2 Hari	6 Maret 2025	7 Maret 2025
32	Pengelasan / <i>list draft</i> antara <i>bottom</i> , <i>top side</i>	2 Hari	18 Maret 2025	19 Maret 2025
34	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama <i>register</i>	2 Hari	18 Maret 2025	19 Maret 2025
35	Cat draft kapal lambung kanan , kiri & <i>plimsoll mark line</i>	2 Hari	18 Maret 2025	19 Maret 2025
	<i>General Work</i>			
36	<i>Transfer</i> BBM dari FOD Tank ke Tangki	2 Hari	21 Maret 2025	22 Maret 2025
37	<i>Cleaning</i>	15 Hari	2 Maret	16 Maret 2025
38	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	4 Hari	2 Maret 2025	5 Maret 2025
39	<i>Assistensi Scaffolding</i>	4 Hari	9 Maret 2025	12 Maret 2025
	<i>Propulsion</i>			

40	<i>Rudder Blade P/S</i>	10 Hari	2 Maret 2025	24 Maret 2025
41	<i>Rudder Stock P/S</i>	12 Hari	3 Maret 2025	26 Maret 2025
42	<i>Propeller P/S</i>	27 Hari	2 Maret 2025	27 Maret 2025
43	<i>Shaft Propeller P/S</i>	22 Hari	3 Maret 2025	26 Maret 2025
44	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	14 Hari	5 Maret 2025	25 Maret 2025
45	<i>Plummer Block P/S</i>	16 Hari	3 Maret 2025	26 Maret 2025
	<i>Hull Construction Outfitting Hull</i>			
46	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	4 Hari	7 Maret 2025	11 Maret 2025
47	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	6 Hari	10 Maret 2025	15 Maret 2025
48	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23-26 Lj. K/A</i>	7 Hari	10 Maret 2025	16 Maret 2025
49	<i>Asistensi Bongkar Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S</i>	5 Hari	6 Maret 2025	10 Maret 2025
50	<i>Replating Gading - Gading Area Steering Room</i>	4 Hari	14 Maret 2025	17 Maret 2025
	<i>Outfitting Hull</i>			
51	<i>Ganti Baru Ban Dapra</i>	15 Hari	3 Maret 2025	27 Maret 2025
52	<i>Ganti Baru Zinc Anode</i>	10 Hari	6 Maret 2025	15 Maret 2025
53	<i>Ganti Baru Kupingan Dapra</i>	10 Hari	3 Maret 2025	12 Maret 2025
54	<i>Buka & Tutup Grating Seachest</i>	4 Hari	2 Maret 2025	20 Maret 2025
55	<i>Perbaikan Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar</i>	4 Hari	9 Maret 2025	13 Maret 2025
56	<i>Perbaikan tug pusher</i>	4 Hari	13 Maret 2025	17 Maret 2025
57	<i>Rewelding Dudukan ecosounder</i>	4 Hari	14 Maret	18 Maret 2025
	<i>Outfitting Deck</i>			

58	<i>Top Deck</i>	10 Hari	3 Maret 2025	12 Maret 2025
59	<i>Bridge Deck</i>	14 Hari	3 Maret 2025	27 Maret 2025
60	<i>Main Deck</i>	37 Hari	4 Maret 2025	9 April 2025
	<i>Outfitting Engine Room</i>			
61	<i>Pipping System</i>	14 Hari	4 Maret 2025	18 Maret 2025
62	<i>Valve System</i>	11 Hari	3 Maret 2025	28 Maret 2025
63	Lain-Lain	18 Hari	2 Maret 2025	27 Maret 2025
	<i>Mechanical</i>			
64	<i>General Overhaul ME P/S</i>	40 Hari	3 Maret 2025	11 April 2025
65	<i>General Overhaul AE P/S</i>	22 Hari	3 Maret 2025	25 Maret 2025
	<i>Electrical</i>			
66	<i>Top Deck</i>	6 Hari	4 Maret 2025	9 Maret 2025
67	<i>Outside Bridge Deck</i>	14 Hari	6 Maret 2025	19 Maret 2025
68	Anjungan	6 Hari	5 Maret 2025	10 Maret 2025
69	<i>Outside Main Deck</i>	4 Hari	5 Maret 2025	8 Maret 2025
70	<i>Area Mess Room</i>	2 Hari	4 Maret 2025	5 Maret 2025
71	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	6 Hari	5 Maret 2025	10 Maret 2025
72	<i>Area Cabin Crew</i>	6 Hari	9 Maret 2025	14 Maret 2025
73	<i>Steering Room</i>	8 Hari	5 Maret 2025	12 Maret 2025
74	<i>Area Engine Room</i>	8 Hari	6 Maret 2025	13 Maret 2025
75	<i>Main Engine</i>	14 Hari	3 Maret 2025	16 Maret 2025
76	<i>Aux. Engine</i>	9 Hari	7 Maret 2025	15 Maret 2025
77	<i>Asistensi</i>	2 Hari	3 Maret 2025	4 Maret 2025
	<i>Carpenter</i>			

78	Anjungan	8 Hari	10 Maret 2025	24 Maret 2025
79	<i>Mess Room</i>	8 Hari	4 Maret 2025	23 Maret 2025
80	<i>Galley</i>	4 Hari	7 Maret 2025	24 Maret 2025
81	<i>Toilet</i>	4 Hari	13 Maret 2025	16 Maret 2025
82	Kamar KKM	4 Hari	12 Maret 2025	15 Maret 2025
83	<i>Cabin Crew</i>	6 Hari	7 Maret 2025	23 Maret 2025
84	<i>Engine Room</i>	10 Hari	10 Maret 2025	19 Maret 2025
85	<i>Docking Report</i>	14 hari	18 Maret 2025	1 April 2025
86	Persiapan <i>Undocking</i>	2 hari	12 april 2025	13 April 2025
87	<i>Undocking</i>	2 hari	13 April 2025	14 April 2025
88	Dilakukan <i>Sea Trial & Report</i>	2 Hari	15 April 2025	16 April 2025

4.2 Identifikasi dan Klasifikasi Aktivitas Proyek

Tabel 4.3 Identifikasi dan Klasifikasi Aktivitas Proyek

NO	Aktivitas	<i>Predecessors</i>	<i>Succesors</i>
	<i>General Service</i>		
1	Sandar Jetty sebelum <i>Docking</i>	<i>Start</i>	2
2	Dilakukan <i>Dock Trial</i>	1	3
3	<i>Docking</i>	2	4,5,6,36,38,39,40,5 1,56,57,61,78,85
4	Pemadam kebakaran	3	7
5	Pemakaian Alat Berat	3	8
6	<i>Free Gas</i>	3	8
7	<i>Housekeeping (Sampah & Scrap)</i>	4	37
	<i>Inspection & Reporting</i>		
8	<i>Marking And Drawing</i>	5;6;85	20;21;22;46
9	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Propeller & Report</i>	42	88
10	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report</i>	43	88

11	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	44	88
12	Dilakukan NDT Baut & <i>Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft</i>	44	88
13	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Pintel & As</i> Kemudi P/S & <i>Report</i>	41	88
14	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Shaft Luar & Dalam</i> P/S & <i>Report</i>	43	18
15	Dilakukan Pengukuran <i>Chain Calibration & Report</i>	38	88
16	Dilakukan <i>Megger Test & Report</i>	66;67;68;69;70;71;72;73;74;75;76	88
17	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection ME</i> P/S & <i>Report</i>	65	88
18	Dilakukan Cek Kelurusan <i>Shaft Propeller</i> P/S & <i>Report</i>	43	19
19	Dilakukan Cek <i>Alignment Shaft</i> P/S & <i>Report</i>	18	88
20	Dilakukan <i>UT Scan SS2 & Report</i>	8	46
21	Dilakukan <i>UT Scan Area Got</i> Tengah E/R, Area Got <i>Shaft</i> , dan Area Got GB P/S & <i>Report</i>	8	46
22	Dilakukan <i>UT Scan Bolder Haluan & Report</i>	8	46
<i>Blasting Painting</i>			
23	<i>Underwater</i>	50	24;32
24	<i>Topside & External Bulwark</i>	23	34;35
25	<i>Rudder Blade</i>	40	88
26	Jangkar & Rantai Jangkar	55	88

27	<i>Tug Pusher</i>	56	88
28	<i>Rudder Stock</i>	41	88
29	<i>Pipa Seachest</i>	54	88
30	<i>Strainer Seachest</i>	54	88
31	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	44	88
32	Pengelasan / list draft antara bottom , top side	23	34
34	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama register	32	35
35	Cat draft kapal lambung kanan , kiri & plimsoll mark line	34	86
	General Work		
36	Transfer BBM dari FOD Tank ke Tangki	3	65;65
37	<i>Cleaning</i>	7;88	86
38	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	3	15;55
39	<i>Assistensi Scaffolding</i>	3	46;58;;66
	Propulsion		
40	<i>Rudder Blade P/S</i>	3	41
41	<i>Rudder Stock P/S</i>	40	13;28;42
42	<i>Propeller P/S</i>	41	9;43
43	<i>Shaft Propeller P/S</i>	42	10;14;18;44
44	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	43	11;12;31;45
45	<i>Plummer Block P/S</i>	44	64
	Hull Construction Outfitting Hull		
46	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	8;20;21;22	47

47	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	46	48
48	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23-26 Lj. K/A</i>	47	49
49	<i>Asistensi Bongkar Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S</i>	48	50
50	<i>Replating Gading - Gading Area Steering Room</i>	49	23
	<i>Outfitting Hull</i>		
51	Ganti Baru Ban Dapra	3	52
52	Ganti Baru <i>Zinc Anode</i>	51	53
53	Ganti Baru Kupingan Dapra	52	54
54	Buka & Tutup <i>Grating Seachest</i>	53	29;30
55	Perbaiki Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar	38	26
56	Perbaiki <i>tug pusher</i>	3	27
57	<i>Rewelding Dudukan ecosounder</i>	3	88
	<i>Outfitting Deck</i>		
58	<i>Top Deck</i>	39	59
59	<i>Bridge Deck</i>	58	60
60	<i>Main Deck</i>	59	88
	<i>Outfitting Engine Room</i>		
61	<i>Pipping System</i>	3	62
62	<i>Valve System</i>	61	63
63	Lain-Lain	62	88
	<i>Mechanical</i>		
64	<i>General Overhaul ME P/S</i>	36;45	17;88
65	<i>General Overhaul AE P/S</i>	36	88

	Electrical		
66	<i>Top Deck</i>	39	67
67	<i>Outside Bridge Deck</i>	66	68
68	<i>Anjungan</i>	67	69
69	<i>Outside Main Deck</i>	68	70
70	<i>Area Mess Room</i>	69	71
71	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	70	72
72	<i>Area Cabin Crew</i>	71	73
73	<i>Steering Room</i>	72	74
74	<i>Area Engine Room</i>	73	75
75	<i>Main Engine</i>	74	76
76	<i>Aux. Engine</i>	75	77
77	<i>Asistensi</i>	76	16
	Carpenter		
78	<i>Anjungan</i>	3	79
79	<i>Mess Room</i>	78	80
80	<i>Galley</i>	79	81
81	<i>Toilet</i>	80	82
82	<i>Kamar KKM</i>	81	83
83	<i>Cabin Crew</i>	82	84
84	<i>Engine Room</i>	83	88
85	<i>Docking Report</i>	3	8
86	<i>Persiapan Undocking</i>	35;37;88	87
87	<i>Undocking</i>	86	88
88	<i>Dilakukan Sea Trial & Report</i>	9;10;11;12;13;15 ;16;17;19;25;26;	<i>FINISH</i>

		27;28;29;30;31;57;60;63;64;65;84,85,86,87	
--	--	---	--

4.3 Penyusunan Jadwal CPM

Tabel 4.4 Penyusunan Jadwal Menggunakan Microsoft Excel

No.	Aktivitas	Predecessors	Succesors
	General Service		
1	Sandar Jetty sebelum Docking	Start	2
2	Dilakukan Dock Trial	1	2
3	Docking	2	3
4	Pemadam kebakaran	3	4;5;6;36;39;85
5	Pemakaian Alat Berat	3	7
6	Free Gas	3	46;51
7	Housekeeping (Sampah & Scrap)	4	37
	Inspection & Reporting		
8	Marking And Drawing	6;85	20;21;22;46
9	Dilakukan Dye Penetrant Test Propeller & Report	42	88
10	Dilakukan Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report	43	88
11	Dilakukan Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report	44	88
12	Dilakukan NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft	44	88
13	Dilakukan Pengukuran Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report	41	88
14	Dilakukan Pengukuran Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report	43	18
15	Dilakukan Pengukuran Chain Calibration & Report	38	88

16	Dilakukan <i>Megger Test & Report</i>	66;67;68;69;70;71;72;73;74;75;76	88
17	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection ME P/S & Report</i>	65	88
18	Dilakukan Cek Kelurusan <i>Shaft Propeller P/S & Report</i>	43	19
19	Dilakukan Cek <i>Alignment Shaft P/S & Report</i>	18	88
20	Dilakukan <i>UT Scan SS2 & Report</i>	8	46
21	Dilakukan <i>UT Scan Area Got Tengah E/R, Area Got Shaft, dan Area Got GB P/S & Report</i>	8	46
22	Dilakukan <i>UT Scan Bolder Haluan & Report</i>	8	46
	<i>Blasting Painting</i>		
23	<i>Underwater</i>	50	24;32
24	<i>Topside & External Bulwark</i>	23	34;35
25	<i>Rudder Blade</i>	40	88
26	Jangkar & Rantai Jangkar	55	88
27	<i>Tug Pusher</i>	56	88
28	<i>Rudder Stock</i>	41	88
29	<i>Pipa Seachest</i>	54	88
30	<i>Strainer Seachest</i>	54	88
31	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	44	88
32	Pengelisan / <i>list draft</i> antara <i>bottom , top side</i>	23	34
34	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama <i>register</i>	32	35

35	Cat draft kapal lambung kanan , kiri & <i>plimsoll mark line</i>	34	86
	<i>General Work</i>		
36	<i>Transfer</i> BBM dari FOD Tank ke Tangki	3	65;65
37	<i>Cleaning</i>	7;88	86
38	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	3	15;55
39	<i>Assistensi Scaffolding</i>	3	46;58;;66
	<i>Propulsion</i>		
40	<i>Rudder Blade P/S</i>	3	41
41	<i>Rudder Stock P/S</i>	40	13;28;42
42	<i>Propeller P/S</i>	41	9;43
43	<i>Shaft Propeller P/S</i>	42	10;14;18;44
44	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	43	11;12;31;45
45	<i>Plummer Block P/S</i>	44	64
	<i>Hull Construction Outfitting Hull</i>		
46	<i>Replating</i> Sekat FOT 2C	8;20;21;22	47
47	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port</i> Fr. 19-20	46	48
48	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom</i> Fr. 23-26 Lj. K/A	47	49
49	Asistensi Bongkar Pasang <i>Frame Area Shaft Tunnel</i> P/S	48	50
50	<i>Replating Gading - Gading Area Steering Room</i>	49	23
	<i>Outfitting Hull</i>		
51	Ganti Baru Ban Dapra	3	52

52	Ganti Baru Zinc Anode	51	53
53	Ganti Baru Kupingan Dapra	52	54
54	Buka & Tutup <i>Grating Seachest</i>	53	29;30
55	Perbaiki Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar	38	26
56	Perbaiki tug pusher	3	27
57	Rewelding Dudukan ecosounder	3	88
	<i>Outfitting Deck</i>		
58	<i>Top Deck</i>	39	59
59	<i>Bridge Deck</i>	58	60
60	<i>Main Deck</i>	59	88
	<i>Outfitting Engine Room</i>		
61	<i>Pipping System</i>	3	62
62	<i>Valve System</i>	61	63
63	Lain-Lain	62	88
	<i>Mechanical</i>		
64	<i>General Overhaul ME P/S</i>	36;45	17;88
65	<i>General Overhaul AE P/S</i>	36	88
	<i>Electrical</i>		
66	<i>Top Deck</i>	39	67
67	<i>Outside Bridge Deck</i>	66	68
68	Anjungan	67	69
69	<i>Outside Main Deck</i>	68	70
70	<i>Area Mess Room</i>	69	71
71	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	70	72
72	<i>Area Cabin Crew</i>	71	73

73	<i>Steering Room</i>	72	74
74	<i>Area Engine Room</i>	73	75
75	<i>Main Engine</i>	74	76
76	<i>Aux. Engine</i>	75	77
77	<i>Asistensi</i>	76	16
	<i>Carpenter</i>		
78	Anjungan	3	79
79	<i>Mess Room</i>	78	80
80	<i>Galley</i>	79	81
81	<i>Toilet</i>	80	82
82	Kamar <i>KKM</i>	81	83
83	<i>Cabin Crew</i>	82	84
84	<i>Engine Room</i>	83	88
85	<i>Docking Report</i>	3	8
86	Persiapan <i>Undocking</i>	35;37;88	87
87	<i>Undocking</i>	86	<i>FINISH</i>
88	Dilakukan <i>Sea Trial & Report</i>	9;10;11;12;13;15 ;16;17;19;25;26; 27;28;29;30;31;5 7;60;63;64;65;84	86

4.3.1 Lintasan Kritis

Lintasan kritis (*critical path*) merupakan rangkaian aktivitas proyek yang memiliki total durasi terpanjang dan tidak memiliki kelonggaran waktu (*float/slack*). Aktivitas yang berada pada lintasan kritis harus diselesaikan tepat waktu karena keterlambatan pada satu aktivitas akan menyebabkan keterlambatan terhadap keseluruhan proyek repair kapal. Oleh karena itu, identifikasi lintasan kritis sangat penting dalam pengendalian jadwal proyek *docking* dan *repair Tugboat KP 37*.

Penentuan lintasan kritis pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode Critical Path Method (CPM) melalui penyusunan hubungan predecessor dan successor pada setiap aktivitas pekerjaan repair kapal. Selanjutnya dilakukan perhitungan Early Start (ES), Early Finish (EF), Late Start (LS), dan Late Finish (LF) untuk mengetahui aktivitas-aktivitas yang memiliki nilai float sama dengan nol. Aktivitas dengan nilai

float nol dikategorikan sebagai aktivitas kritis karena tidak memiliki toleransi keterlambatan.

Tabel 4.5 Tabel Lintasan Kritis

NO	Aktivitas	Acitivity ID	Predecessors
	<i>General Service</i>		
1	Sandar Jetty sebelum <i>Docking</i>	A	-
2	Dilakukan <i>Dock Trial</i>	AA	A
3	<i>Docking</i>	AB	AA
4	Pemadam kebakaran	AC	AB
5	Pemakaian Alat Berat	AD	AB
6	<i>Free Gas</i>	AE	AB
7	<i>Housekeeping (Sampah & Scrap)</i>	AF	AC
	<i>Inspection & Reporting</i>		
8	<i>Marking And Drawing</i>	AG	AE
9	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Propeller & Report</i>	AH	AG
10	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report</i>	AI	AG
11	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	AJ	AG
12	Dilakukan NDT Baut & <i>Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft</i>	AK	AG
13	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report</i>	AL	AG
14	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report</i>	AM	AG
15	Dilakukan Pengukuran <i>Chain Calibration & Report</i>	AN	AM
16	Dilakukan <i>Megger Test & Report</i>	AO	AG

17	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection ME P/S & Report</i>	AP	BU
18	Dilakukan <i>Cek Kelurusan Shaft Propeller P/S & Report</i>	AQ	AP
19	Dilakukan <i>Cek Alignment Shaft P/S & Report</i>	AR	AQ
20	Dilakukan <i>UT Scan SS2 & Report</i>	AS	AR
21	Dilakukan <i>UT Scan Area Got Tengah E/R, Area Got Shaft, dan Area Got GB P/S & Report</i>	AT	AG
22	Dilakukan <i>UT Scan Bolder Haluan & Report</i>	AU	AG
	<i>Blasting Painting</i>		
23	<i>Underwater</i>	AV	AG
24	<i>Topside & External Bulwark</i>	AW	AG
25	<i>Rudder Blade</i>	AX	AO
26	Jangkar & Rantai Jangkar	AY	BC
27	<i>Tug Pusher</i>	AZ	BD
28	<i>Rudder Stock</i>	BA	AP
29	<i>Pipa Seachest</i>	BB	BJ
30	<i>Strainer Seachest</i>	BC	BJ
31	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	BD	AS
32	Pengelisan / <i>list draft</i> antara <i>bottom , top side</i>	BE	AV
34	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama <i>register</i>	BF	BE

35	Cat draft kapal lambung kanan , kiri & <i>plimsoll mark line</i>	BG	BF
	<i>General Work</i>		
36	<i>Transfer</i> BBM dari FOD Tank ke Tangki	BH	AB
37	<i>Cleaning</i>	BI	AF
38	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	BJ	AB
39	<i>Assistensi Scaffolding</i>	BK	AB
	<i>Propulsion</i>		
40	<i>Rudder Blade P/S</i>	BL	AB
41	<i>Rudder Stock P/S</i>	BM	BL
42	<i>Propeller P/S</i>	BN	BM
43	<i>Shaft Propeller P/S</i>	BO	BN
44	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	BP	BO
45	<i>Plummer Block P/S</i>	BQ	BP
	<i>Hull Construction Outfitting Hull</i>		
46	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	BR	AS
47	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	BS	BR
48	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23-26 Lj. K/A</i>	BT	BS
49	Asistensi Bongkar Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S	BU	BT
50	<i>Replating Gading - Gading Area Steering Room</i>	BV	BU
	<i>Outfitting Hull</i>		

51	Ganti Baru Ban Dapra	BW	AB
52	Ganti Baru <i>Zinc Anode</i>	BX	BW
53	Ganti Baru Kupingan Dapra	BY	BX
54	Buka & Tutup <i>Grating Seachest</i>	BZ	BJ
55	Perbaiki Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar	CA	BJ
56	Perbaiki <i>tug pusher</i>	CB	AB
57	Rewelding Dudukan <i>ecosounder</i>	CC	AB
	<i>Outfitting Deck</i>		
58	<i>Top Deck</i>	CD	BK
59	<i>Bridge Deck</i>	CE	CD
60	<i>Main Deck</i>	CF	CE
	<i>Outfitting Engine Room</i>		
61	<i>Pipping System</i>	CG	AB
62	<i>Valve System</i>	CH	CG
63	Lain-Lain	CI	CH
	<i>Mechanical</i>		
64	<i>General Overhaul ME P/S</i>	CJ	BQ
65	<i>General Overhaul AE P/S</i>	CK	BH,BI
	<i>Electrical</i>		
66	<i>Top Deck</i>	CL	BK
67	<i>Outside Bridge Deck</i>	CM	CL
68	Anjungan	CN	CM
69	<i>Outside Main Deck</i>	CO	CN
70	<i>Area Mess Room</i>	CP	CO

71	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	CQ	CP
72	<i>Area Cabin Crew</i>	CR	CQ
73	<i>Steering Room</i>	CS	CR
74	<i>Area Engine Room</i>	CT	CS
75	<i>Main Engine</i>	CU	CT
76	<i>Aux. Engine</i>	CV	CU
77	<i>Asistensi</i>	CW	CV
	<i>Carpenter</i>		
78	<i>Anjungan</i>	CX	AB
79	<i>Mess Room</i>	CY	CX
80	<i>Galley</i>	CZ	CY
81	<i>Toilet</i>	DA	CZ
82	<i>Kamar KKM</i>	DB	DA
83	<i>Cabin Crew</i>	DC	DB
84	<i>Engine Room</i>	DD	DC
85	<i>Docking Report</i>	DE	CJ,CK,CF,DD
86	<i>Persiapan Undocking</i>	DF	DE
87	<i>Undocking</i>	DG	DF
88	<i>Dilakukan Sea Trial & Report</i>	DH	DG,CJ,CK

Tabel 4.6 Perhitungan Maju CPM

NO	Aktivitas	Durasi (days)	Activity ID	ES	EF
	<i>General Service</i>				
1	<i>Sandar Jetty sebelum Docking</i>	7 hari	A	0	7

2	Dilakukan <i>Dock Trial & Report</i>	2 Hari	AA	7	9
3	<i>Docking</i>	2 hari	AB	9	11
4	Pemadam kebakaran	2 hari	AC	9	11
5	Pemakaian Alat Berat	2 hari	AD	9	11
6	<i>Free Gas</i>	2 hari	AE	9	11
7	<i>Housekeeping (Sampah & Scrap)</i>	2 hari	AF	9	11
	<i>Inspection & Reporting</i>				
8	<i>Marking And Drawing</i>	2 Hari	AG	11	13
9	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Propeller & Report</i>	2 Hari	AH	28	30
10	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report</i>	8 Hari	AI	16	24
11	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	2 Hari	AJ	16	18
12	Dilakukan <i>NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft</i>	2 Hari	AK	16	18
13	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report</i>	2 Hari	AL	13	15

14	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Shaft</i> Luar & Dalam P/S & <i>Report</i>	2 Hari	AM	11	13
15	Dilakukan Pengukuran <i>Chain Calibration</i> & <i>Report</i>	2 Hari	AN	13	15
16	Dilakukan <i>Megger Test</i> & <i>Report</i>	2 Hari	AO	11	13
17	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection</i> ME P/S & <i>Report</i>	2 Hari	AP	32	34
18	Dilakukan Cek Kelurusan <i>Shaft Propeller</i> P/S & <i>Report</i>	2 Hari	AQ	13	15
19	Dilakukan Cek Alignment <i>Shaft</i> P/S & <i>Report</i>	2 Hari	AR	16	18
20	Dilakukan UT <i>Scan SS2</i> & <i>Report</i>	2 Hari	AS	11	13
21	Dilakukan UT <i>Scan Area</i> Got Tengah E/R, Area Got <i>Shaft</i> , dan Area Got GB P/S & <i>Report</i>	2 Hari	AT	15	17
22	Dilakukan UT <i>Scan Bolder</i> Haluan & <i>Report</i>	2 Hari	AU	13	15

	Blasting Painting				
23	<i>Underwater</i>	12 Hari	AV	24	36
24	<i>Topside & External Bulwark</i>	14 Hari	AW	18	32
25	<i>Rudder Blade</i>	8 Hari	AX	15	23
26	Jangkar & Rantai Jangkar	3 Hari	AY	15	23
27	<i>Tug Pusher</i>	5 Hari	AZ	11	16
28	<i>Rudder Stock</i>	2 Hari	BA	13	15
29	<i>Pipa Seachest</i>	2 Hari	BB	11	13
30	<i>Strainer Seachest</i>	2 Hari	BC	11	13
31	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	2 Hari	BD	18	20
32	Pengelisan / list <i>draft</i> antara <i>bottom</i> , <i>top side</i>	2 Hari	BE	36	38
34	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama <i>register</i>	2 Hari	BF	32	34
35	Cat <i>draft</i> kapal lambung kanan , kiri & <i>plimsoll mark line</i>	2 Hari	BG	32	34
	General Work				
36	Transfer BBM dari FOD Tank ke Tangki Darat	2 Hari	BH	30	32

37	<i>Cleaning</i>	15 Hari	BI	11	26
38	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	4 Hari	BJ	11	15
39	<i>Assistensi Scaffolding</i>	4 Hari	BK	16	20
	<i>Propulsion</i>				
40	<i>Rudder Blade P/S</i>	10 Hari	BL	11	21
41	<i>Rudder Stock P/S</i>	12 Hari	BM	11	23
42	<i>Propeller P/S</i>	27 Hari	BN	11	38
43	<i>Shaft Propeller P/S</i>	22 Hari	BO	24	46
44	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	14 Hari	BP	18	32
45	<i>Plummer Block P/S</i>	16 Hari	BQ	15	31
	<i>Hull Construction Outfitting Hull</i>				
46	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	4 Hari	BR	11	15
47	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	6 Hari	BS	11	17
48	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23- 26 Lj. K/A</i>	7 Hari	BT	11	18
49	<i>Asistensi Bongkar</i>	5 Hari	BU	17	22

	<i>Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S</i>				
50	Replating Gading - Gading Area Steering Room	4 Hari	BV	11	15
	<i>Outfitting Hull</i>				
51	Ganti Baru Ban Dapra	15 Hari	BW	18	33
52	Ganti Baru Zinc Anode	10 Hari	BX	11	21
53	Ganti Baru Kupingan Dapra	10 Hari	BY	11	21
54	Buka & Tutup Grating Seachest	4 Hari	BZ	11	15
55	Perbaikan Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar	4 Hari	CA	15	19
56	Perbaikan tug pusher	4 Hari	CB	19	22
57	Rewelding Dudukan ecosounder	4 Hari	CC	19	22
	<i>Outfitting Deck</i>				
58	Top Deck	10 Hari	CD	11	21
59	Bridge Deck	14 Hari	CE	11	25
60	Main Deck	37 Hari	CF	13	49
	<i>Outfitting Engine Room</i>				
61	Pipping System	14 Hari	CG	17	31

62	<i>Valve System</i>	11 Hari	CH	11	22
63	Lain-Lain	18 Hari	CI	11	29
	<i>Mechanical</i>				
64	<i>General Overhaul ME P/S</i>	42 Hari	CJ	7	49
65	<i>General Overhaul AE P/S</i>	22 Hari	CK	20	42
	<i>Electrical</i>				
66	<i>Top Deck</i>	6 Hari	CL	13	19
67	<i>Outside Bridge Deck</i>	14 Hari	CM	15	29
68	<i>Anjungan</i>	6 Hari	CN	14	20
69	<i>Outside Main Deck</i>	4 Hari	CO	14	18
70	<i>Area Mess Room</i>	2 Hari	CP	13	15
71	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	6 Hari	CQ	14	20
72	<i>Area Cabin Crew</i>	6 Hari	CR	18	24
73	<i>Steering Room</i>	8 Hari	CS	14	22
74	<i>Area Engine Room</i>	8 Hari	CT	15	23
75	<i>Main Engine</i>	14 Hari	CU	11	25
76	<i>Aux. Engine</i>	9 Hari	CV	16	25
77	<i>Asistensi</i>	2 Hari	CW	11	13
	<i>Carpenter</i>				
78	<i>Anjungan</i>	8 Hari	CX	19	27

79	<i>Mess Room</i>	8 Hari	CY	13	21
80	<i>Galley</i>	4 Hari	CZ	16	20
81	<i>Toilet</i>	4 Hari	DA	22	26
82	<i>Kamar KKM</i>	4 Hari	DB	21	25
83	<i>Cabin Crew</i>	6 Hari	DC	16	22
84	<i>Engine Room</i>	10 Hari	DD	19	29
85	<i>Docking Report</i>	14 hari	DE	25	39
86	<i>Persiapan Undocking</i>	2 hari	DF	45	47
87	<i>Undocking</i>	2 hari	DG	47	49
88	<i>Dilakukan Sea Trial & Report</i>	2 Hari	DH	49	50

Tabel 4.7 Perhitungan Mundur CPM

NO	Aktivitas	Durasi (days)	Activity ID	LS	LF
	<i>General Service</i>				
1	Sandar Jetty sebelum <i>Docking</i>	7 hari	A	0	7
2	Dilakukan <i>Dock Trial & Report</i>	2 Hari	AA	7	9
3	<i>Docking</i>	2 hari	AB	9	11
4	Pemadam kebakaran	2 hari	AC	9	11
5	Pemakaian Alat Berat	2 hari	AD	9	11
6	<i>Free Gas</i>	2 hari	AE	9	11
7	<i>Housekeeping (Sampah & Scrap)</i>	2 hari	AF	9	11
	<i>Inspection & Reporting</i>				
8	<i>Marking And Drawing</i>	2 Hari	AG	11	13
9	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Propeller & Report</i>	2 Hari	AH	28	30
10	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report</i>	8 Hari	AI	16	24

11	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	2 Hari	AJ	16	18
12	Dilakukan <i>NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft</i>	2 Hari	AK	16	18
13	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report</i>	2 Hari	AL	13	15
14	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report</i>	2 Hari	AM	11	13
15	Dilakukan Pengukuran <i>Chain Calibration & Report</i>	2 Hari	AN	13	15
16	Dilakukan <i>Megger Test & Report</i>	2 Hari	AO	11	13
17	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection ME P/S & Report</i>	2 Hari	AP	32	34
18	Dilakukan Cek Kelurusan <i>Shaft Propeller P/S & Report</i>	2 Hari	AQ	13	15
19	Dilakukan Cek Alignment <i>Shaft P/S & Report</i>	2 Hari	AR	16	18
20	Dilakukan <i>UT Scan SS2 & Report</i>	2 Hari	AS	11	13
21	Dilakukan <i>UT Scan Area Got Tengah E/R, Area Got Shaft, dan Area Got GB P/S & Report</i>	2 Hari	AT	15	17
22	Dilakukan <i>UT Scan Bolder Haluan & Report</i>	2 Hari	AU	13	15
	<i>Blasting Painting</i>				
23	<i>Underwater</i>	12 Hari	AV	24	36
24	<i>Topside & External Bulwark</i>	14 Hari	AW	18	32
25	<i>Rudder Blade</i>	8 Hari	AX	15	23
26	Jangkar & Rantai Jangkar	3 Hari	AY	15	23
27	<i>Tug Pusher</i>	5 Hari	AZ	11	16

28	<i>Rudder Stock</i>	2 Hari	BA	13	15
29	<i>Pipa Seachest</i>	2 Hari	BB	11	13
30	<i>Strainer Seachest</i>	2 Hari	BC	11	13
31	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	2 Hari	BD	18	20
32	<i>Pengelisan / list draft antara bottom , top side</i>	2 Hari	BE	36	38
34	<i>Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama register</i>	2 Hari	BF	32	34
35	<i>Cat draft kapal lambung kanan , kiri & plimsoll mark line</i>	2 Hari	BG	32	34
	<i>General Work</i>				
36	<i>Transfer BBM dari FOD Tank ke Tangki Darat</i>	2 Hari	BH	30	32
37	<i>Cleaning</i>	15 Hari	BI	11	26
38	<i>Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai</i>	4 Hari	BJ	11	15
39	<i>Assistensi Scaffolding</i>	4 Hari	BK	16	20
	<i>Propulsion</i>				
40	<i>Rudder Blade P/S</i>	10 Hari	BL	11	21
41	<i>Rudder Stock P/S</i>	12 Hari	BM	11	23
42	<i>Propeller P/S</i>	27 Hari	BN	11	38
43	<i>Shaft Propeller P/S</i>	22 Hari	BO	24	46
44	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	14 Hari	BP	18	32
45	<i>Plummer Block P/S</i>	16 Hari	BQ	15	31
	<i>Hull Construction Outfitting Hull</i>				
46	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	4 Hari	BR	11	15
47	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	6 Hari	BS	11	17

48	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23-26 Lj. K/A</i>	7 Hari	BT	11	18
49	<i>Asistensi Bongkar Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S</i>	5 Hari	BU	17	22
50	<i>Replating Gading - Gading Area Steering Room</i>	4 Hari	BV	11	15
	<i>Outfitting Hull</i>				
51	<i>Ganti Baru Ban Dapra</i>	15 Hari	BW	18	33
52	<i>Ganti Baru Zinc Anode</i>	10 Hari	BX	11	21
53	<i>Ganti Baru Kupingan Dapra</i>	10 Hari	BY	11	21
54	<i>Buka & Tutup Grating Seachest</i>	4 Hari	BZ	11	15
55	<i>Perbaikan Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar</i>	4 Hari	CA	15	19
56	<i>Perbaikan tug pusher</i>	4 Hari	CB	19	22
57	<i>Rewelding Dudukan ecosounder</i>	4 Hari	CC	19	22
	<i>Outfitting Deck</i>				
58	<i>Top Deck</i>	10 Hari	CD	11	21
59	<i>Bridge Deck</i>	14 Hari	CE	11	25
60	<i>Main Deck</i>	37 Hari	CF	13	49
	<i>Outfitting Engine Room</i>				
61	<i>Pipping System</i>	14 Hari	CG	17	31
62	<i>Valve System</i>	11 Hari	CH	11	22
63	<i>Lain-Lain</i>	18 Hari	CI	11	29
	<i>Mechanical</i>				
64	<i>General Overhaul ME P/S</i>	40 Hari	CJ	7	47
65	<i>General Overhaul AE P/S</i>	22 Hari	CK	20	42
	<i>Electrical</i>				
66	<i>Top Deck</i>	6 Hari	CL	13	19

67	<i>Outside Bridge Deck</i>	14 Hari	CM	15	29
68	<i>Anjungan</i>	6 Hari	CN	14	20
69	<i>Outside Main Deck</i>	4 Hari	CO	14	18
70	<i>Area Mess Room</i>	2 Hari	CP	13	15
71	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	6 Hari	CQ	14	20
72	<i>Area Cabin Crew</i>	6 Hari	CR	18	24
73	<i>Steering Room</i>	8 Hari	CS	14	22
74	<i>Area Engine Room</i>	8 Hari	CT	15	23
75	<i>Main Engine</i>	14 Hari	CU	11	25
76	<i>Aux. Engine</i>	9 Hari	CV	16	25
77	<i>Asistensi</i>	2 Hari	CW	11	13
	<i>Carpenter</i>				
78	<i>Anjungan</i>	8 Hari	CX	19	27
79	<i>Mess Room</i>	8 Hari	CY	13	21
80	<i>Galley</i>	4 Hari	CZ	16	20
81	<i>Toilet</i>	4 Hari	DA	22	26
82	<i>Kamar KKM</i>	4 Hari	DB	21	25
83	<i>Cabin Crew</i>	6 Hari	DC	16	22
84	<i>Engine Room</i>	10 Hari	DD	19	29
85	<i>Docking Report</i>	14 hari	DE	25	39
86	<i>Persiapan Undocking</i>	2 hari	DF	45	47
87	<i>Undocking</i>	2 hari	DG	47	49
88	<i>Dilakukan Sea Trial & Report</i>	2 Hari	DH	49	50

Dari perhitungan table diatas, metode CPM menghasilkan waktu total penyelesaian selama 50 Hari.

4.4 Aplikasi *Critical Chain Project Management*

4.4.1 Perhitungan Safety Time

Dalam penerapan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM), tahap awal yang dilakukan adalah melakukan penyesuaian terhadap durasi setiap aktivitas proyek. Durasi kegiatan pada tahap persiapan dikurangi sebesar 50%, sedangkan durasi kegiatan pada tahap pelaksanaan atau eksekusi dikurangi sebesar 20%. Pengurangan durasi tersebut bertujuan untuk menghilangkan *safety time* yang umumnya ditambahkan pada estimasi waktu pekerjaan. Dengan demikian, berbagai permasalahan yang sering terjadi dalam manajemen proyek, seperti *Student Syndrome*, *Parkinson's Law*, *multitasking*, serta kecenderungan *overestimation* terhadap durasi aktivitas dapat diminimalkan. Hasil perhitungan pengurangan durasi pada masing-masing aktivitas proyek disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Safety Time

No.	Aktivitas	Activity ID	CPM DURATION	CCPM DURATION
	General Service			
1	Sandar Jetty sebelum <i>Docking</i>	A	7	3,5= 4
2	Dilakukan <i>Dock Trial & Report</i>	AA	2	1
3	<i>Docking</i>	AB	2	1
4	Pemadam kebakaran	AC	2	1
5	Pemakaian Alat Berat	AD	2	1
6	<i>Free Gas</i>	AE	2	1
7	<i>Housekeeping</i> (Sampah & <i>Scrap</i>)	AF	2	1
	Inspection & Reporting			
8	<i>Marking And Drawing</i>	AG	2	1
9	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Propeller & Report</i>	AH	2	1
10	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report</i>	AI	8	4
11	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	AJ	2	1
12	Dilakukan <i>NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft</i>	AK	2	1

13	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report</i>	AL	2	1
14	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report</i>	AM	2	1
15	Dilakukan Pengukuran <i>Chain Calibration & Report</i>	AN	2	1
16	Dilakukan <i>Megger Test & Report</i>	AO	2	1
17	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection ME P/S & Report</i>	AP	2	1
18	Dilakukan Cek Kelurusan <i>Shaft Propeller P/S & Report</i>	AQ	2	1
19	Dilakukan Cek Alignment <i>Shaft P/S & Report</i>	AR	2	1
20	Dilakukan <i>UT Scan SS2 & Report</i>	AS	2	1
21	Dilakukan <i>UT Scan Area Got Tengah E/R, Area Got Shaft, dan Area Got GB P/S & Report</i>	AT	2	1
22	Dilakukan <i>UT Scan Bolder Haluan & Report</i>	AU	2	1
	<i>Blasting Painting</i>			
23	<i>Underwater</i>	AV	12	6
24	<i>Topside & External Bulwark</i>	AW	14	7
25	<i>Rudder Blade</i>	AX	8	4
26	Jangkar & Rantai Jangkar	AY	3	2,5
27	<i>Tug Pusher</i>	AZ	5	2,5
28	<i>Rudder Stock</i>	BA	2	1
29	<i>Pipa Seachest</i>	BB	2	1
30	<i>Strainer Seachest</i>	BC	2	1

31	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	BD	2	1
32	Pengelasan / list <i>draft</i> antara <i>bottom</i> , <i>top side</i>	BE	2	1
34	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama <i>register</i>	BF	2	1
35	Cat <i>draft</i> kapal lambung kanan , kiri & <i>plimsoll mark line</i>	BG	2	1
	General Work			
36	<i>Transfer</i> BBM dari FOD Tank ke Tangki Darat	BH	2	1
37	<i>Cleaning</i>	BI	15	7,5 = 8
38	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	BJ	4	2
39	<i>Assistensi Scaffolding</i>	BK	4	2
	Propulsion			
40	<i>Rudder Blade P/S</i>	BL	10	5
41	<i>Rudder Stock P/S</i>	BM	12	6
42	<i>Propeller P/S</i>	BN	27	18,5 = 19
43	<i>Shaft Propeller P/S</i>	BO	22	11
44	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	BP	14	7
45	<i>Plummer Block P/S</i>	BQ	16	8
	Hull Construction Outfitting Hull			
46	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	BR	4	2
47	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	BS	6	3
48	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23-26 Lj. K/A</i>	BT	7	3,5 = 4

49	<i>Asistensi Bongkar Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S</i>	BU	5	2,5 = 3
50	<i>Replating Gading - Gading Area Steering Room</i>	BV	4	2
	<i>Outfitting Hull</i>			
51	<i>Ganti Baru Ban Dapra</i>	BW	15	7,5 = 8
52	<i>Ganti Baru Zinc Anode</i>	BX	10	5
53	<i>Ganti Baru Kupingan Dapra</i>	BY	10	5
54	<i>Buka & Tutup Grating Seachest</i>	BZ	4	2
55	<i>Perbaikan Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar</i>	CA	4	2
56	<i>Perbaikan tug pusher</i>	CB	4	2
57	<i>Rewelding Dudukan ecosounder</i>	CC	4	2
	<i>Outfitting Deck</i>			
58	<i>Top Deck</i>	CD	10	5
59	<i>Bridge Deck</i>	CE	14	7
60	<i>Main Deck</i>	CF	37	18,5 = 19
	<i>Outfitting Engine Room</i>			
61	<i>Pipping System</i>	CG	14	7
62	<i>Valve System</i>	CH	11	5,5 = 6
63	<i>Lain-Lain</i>	CI	18	9
	<i>Mechanical</i>			
64	<i>General Overhaul ME P/S</i>	CJ	42	21
65	<i>General Overhaul AE P/S</i>	CK	22	11
	<i>Electrical</i>			
66	<i>Top Deck</i>	CL	6	3
67	<i>Outside Bridge Deck</i>	CM	14	7

68	<i>Anjungan</i>	CN	6	3
69	<i>Outside Main Deck</i>	CO	4	2
70	<i>Area Mess Room</i>	CP	2	1
71	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	CQ	6	3
72	<i>Area Cabin Crew</i>	CR	6	3
73	<i>Steering Room</i>	CS	8	4
74	<i>Area Engine Room</i>	CT	8	4
75	<i>Main Engine</i>	CU	14	7
76	<i>Aux. Engine</i>	CV	9	4,5 = 5
77	<i>Asistensi</i>	CW	2	1
	<i>Carpenter</i>			
78	<i>Anjungan</i>	CX	8	4
79	<i>Mess Room</i>	CY	8	4
80	<i>Galley</i>	CZ	4	2
81	<i>Toilet</i>	DA	4	2
82	<i>Kamar KKM</i>	DB	4	2
83	<i>Cabin Crew</i>	DC	6	3
84	<i>Engine Room</i>	DD	10	5
85	<i>Docking Report</i>	DE	14	7
86	<i>Persiapan Undocking</i>	DF	2	1
87	<i>Undocking</i>	DG	2	1
88	<i>Dilakukan Sea Trial & Report</i>	DH	2	1

4.4.2 Perhitungan Buffer CCPM

Metode Critical Chain Project Management (CCPM) menggunakan buffer sebagai cadangan waktu untuk mengantisipasi ketidakpastian dan potensi keterlambatan selama pelaksanaan proyek. Pada metode CCPM, waktu pengaman tidak ditempatkan pada setiap aktivitas seperti pada metode konvensional, melainkan dikumpulkan dan ditempatkan pada titik tertentu dalam jaringan proyek. Penerapan buffer bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pengendalian jadwal serta menjaga agar penyelesaian proyek tetap sesuai target waktu yang telah direncanakan. Besarnya buffer didapat dengan menyelesaikan persamaan (Newbold, 1998);

Dimana;

$$Buffer\ Size = 2 \times \sqrt{\frac{(S_1 - A_1)^2}{2} + \frac{(S_2 - A_2)^2}{2} + \dots + \frac{(S_n - A_n)^2}{2}}$$

S: Durasi CPM

A: Durasi CCPM

Tabel 4.9 Perhitungan *Buffer* CCPM

No.	Aktivitas	Activity ID	CPM DURAT ION	CCPM DURAT ION	(S-A)/2	((S-A)/2) ²
	General Service					
1	Sandar Jetty sebelum Docking	A	7	3,5	1,75	3,062
2	Dilakukan Dock Trial & Report	AA	2	1	0,5	0,25
3	Docking	AB	2	1	0,5	0,25
4	Pemadam kebakaran	AC	2	1	0,5	0,25
5	Pemakaian Alat Berat	AD	2	1	0,5	0,25
6	Free Gas	AE	2	1	0,5	0,25
7	Housekeeping (Sampah & Scrap)	AF	2	1	0,5	0,25
	Inspection & Reporting					
8	Marking And Drawing	AG	2	1	0,5	0,25
9	Dilakukan Dye Penetrant Test Propeller & Report	AH	2	1	0,5	0,25
10	Dilakukan Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report	AI	8	4	2	4

11	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	AJ	2	1	0,5	0,25
12	Dilakukan <i>NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft</i>	AK	2	1	0,5	0,25
13	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report</i>	AL	2	1	0,5	0,25
14	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report</i>	AM	2	1	0,5	0,25
15	Dilakukan Pengukuran <i>Chain Calibration & Report</i>	AN	2	1	0,5	0,25
16	Dilakukan <i>Megger Test & Report</i>	AO	2	1	0,5	0,25
17	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection ME P/S & Report</i>	AP	2	1	0,5	0,25
18	Dilakukan Cek Kelurusan <i>Shaft Propeller P/S & Report</i>	AQ	2	1	0,5	0,25
19	Dilakukan Cek Alignment <i>Shaft P/S & Report</i>	AR	2	1	0,5	0,25
20	Dilakukan <i>UT Scan SS2 & Report</i>	AS	2	1	0,5	0,25
21	Dilakukan <i>UT Scan Area Got Tengah E/R, Area Got Shaft, dan Area Got GB P/S & Report</i>	AT	2	1	0,5	0,25
22	Dilakukan <i>UT Scan Bolder Haluan & Report</i>	AU	2	1	0,5	0,25
	<i>Blasting Painting</i>					
23	<i>Underwater</i>	AV	12	6	3	9
24	<i>Topside & External Bulwark</i>	AW	14	7	3,5	12,25
25	<i>Rudder Blade</i>	AX	8	4	2	4

26	Jangkar & Rantai Jangkar	AY	3	2,5	1,25	1,5625
27	<i>Tug Pusher</i>	AZ	5	2,5	1,25	1,5625
28	<i>Rudder Stock</i>	BA	2	1	0,5	0,25
29	<i>Pipa Seachest</i>	BB	2	1	0,5	0,25
30	<i>Strainer Seachest</i>	BC	2	1	0,5	0,25
31	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	BD	2	1	0,5	0,25
32	Pengelasan / list draft antara bottom , top side	BE	2	1	0,5	0,25
34	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama register	BF	2	1	0,5	0,25
35	Cat draft kapal lambung kanan , kiri & plimsoll mark line	BG	2	1	0,5	0,25
	General Work					
36	Transfer BBM dari FOD Tank ke Tangki Darat	BH	2	1	0,5	0,25
37	<i>Cleaning</i>	BI	15	7,5	3,75	14,0625
38	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	BJ	4	2	1	1
39	<i>Assistensi Scaffolding</i>	BK	4	2	1	1
	Propulsion					
40	<i>Rudder Blade P/S</i>	BL	10	5	2,5	6,25
41	<i>Rudder Stock P/S</i>	BM	12	6	3	9
42	<i>Propeller P/S</i>	BN	27	18,5	9,25	85,5625
43	<i>Shaft Propeller P/S</i>	BO	22	11	5,5	30,25
44	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	BP	14	7	3,5	12,25
45	<i>Plummer Block P/S</i>	BQ	16	8	4	16
	Hull Construction Outfitting Hull					

46	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	BR	4	2	1	1
47	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	BS	6	3	1,5	2,25
48	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23-26 Lj. K/A</i>	BT	7	3,5	1,75	3,0625
49	<i>Asistensi Bongkar Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S</i>	BU	5	2,5	1,25	1,5625
50	<i>Replating Gading - Gading Area Steering Room</i>	BV	4	2	1	1
	<i>Outfitting Hull</i>					
51	<i>Ganti Baru Ban Dapra</i>	BW	15	7,5	3,25	10,5625
52	<i>Ganti Baru Zinc Anode</i>	BX	10	5	2,5	6,25
53	<i>Ganti Baru Kupingan Dapra</i>	BY	10	5	2,5	6,25
54	<i>Buka & Tutup Grating Seachest</i>	BZ	4	2	1	1
55	<i>Perbaikan Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar</i>	CA	4	2	1	1
56	<i>Perbaikan tug pusher</i>	CB	4	2	1	1
57	<i>Rewelding Dudukan ecosounder</i>	CC	4	2	1	1
	<i>Outfitting Deck</i>					
58	<i>Top Deck</i>	CD	10	5	2,5	6,25
59	<i>Bridge Deck</i>	CE	14	7	3,5	12,25
60	<i>Main Deck</i>	CF	37	18,5	9,25	85,5625
	<i>Outfitting Engine Room</i>					
61	<i>Pipping System</i>	CG	14	7	3,5	12,25
62	<i>Valve System</i>	CH	11	5,5	2,75	7,5625
63	<i>Lain-Lain</i>	CI	18	9	4,5	20,25
	<i>Mechanical</i>					

64	<i>General Overhaul ME P/S</i>	CJ	42	21	10,5	110,25
65	<i>General Overhaul AE P/S</i>	CK	22	11	5,5	30,25
	<i>Electrical</i>					
66	<i>Top Deck</i>	CL	6	3	1,5	2,25
67	<i>Outside Bridge Deck</i>	CM	14	7	3,5	12,25
68	<i>Anjungan</i>	CN	6	3	1,5	2,25
69	<i>Outside Main Deck</i>	CO	4	2	1	1
70	<i>Area Mess Room</i>	CP	2	1	0,5	0,25
71	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	CQ	6	3	1,5	2,25
72	<i>Area Cabin Crew</i>	CR	6	3	1,5	2,25
73	<i>Steering Room</i>	CS	8	4	2	4
74	<i>Area Engine Room</i>	CT	8	4	2	4
75	<i>Main Engine</i>	CU	14	7	3,5	12,25
76	<i>Aux. Engine</i>	CV	9	4,5	2,25	5,0625
77	<i>Asistensi</i>	CW	2	1	0,5	0,25
	<i>Carpenter</i>					
78	<i>Anjungan</i>	CX	8	4	2	4
79	<i>Mess Room</i>	CY	8	4	2	4
80	<i>Galley</i>	CZ	4	2	1	1
81	<i>Toilet</i>	DA	4	2	1	1
82	<i>Kamar KKM</i>	DB	4	2	1	1
83	<i>Cabin Crew</i>	DC	6	3	1,5	2,25
84	<i>Engine Room</i>	DD	10	5	2,5	6,25
85	<i>Docking Report</i>	DE	14	7	3,5	12,25
86	<i>Persiapan Undocking</i>	DF	2	1	0,5	0,25

87	<i>Undocking</i>	DG	2	1	0,5	0,25
88	Dilakukan <i>Sea Trial & Report</i>	DH	2	1	0,5	0,25

Tabel 4.10 penempatan *Buffer*

No	<i>Buffer</i>	Buffer Placement (Network Planning)
1	<i>Fedding Buffer 1</i>	A-AA-FB1
2	<i>Fedding Buffer 2</i>	AC-AD-AE-AF-FB2
3	<i>Fedding Buffer 3</i>	AG-AH-AI-AJ-AK-AL-AM-AN-AO-AP-AQ-AR-AS-AT-AU-FB3
4	<i>Fedding Buffer 4</i>	AV-AW-AX-AY-AZ-BA-BB-BC-BD-BE-BF-BG-FB4
5	<i>Fedding Buffer 5</i>	BH-BI-BJ-BK-FB5
6	<i>Fedding Buffer 6</i>	BR-BS-BT-BU-BV-BX-BY-BZ-CA-CB-CC-FB6
7	<i>Fedding Buffer 7</i>	CG-CH-CI-FB7
8	<i>Project Buffer</i>	A-AB-AV-BN-CJ-CK-CU-DD-DE-DF-DG-PB

4.4.2.1 Perhitungan *Fedding Buffer*

Dalam metode *Critical Chain Project Management (CCPM)*, *feeding buffer* ditempatkan pada titik pertemuan antara jalur nonkritik dan rantai kritis. *Buffer* ini berfungsi sebagai cadangan waktu untuk mengantisipasi keterlambatan yang terjadi pada aktivitas-aktivitas di jalur nonkritik sehingga tidak mengganggu kelancaran pelaksanaan aktivitas pada rantai kritis. Dengan demikian, risiko keterlambatan penyelesaian proyek dapat diminimalkan.

Tabel 4.11 Perhitungan *feeding buffer*

NO	Aktivitas	ID	CPM DURATION	CCP M DURATION	(S-A)/2	((S-A)/2) ²
<i>Fedding Buffer 1</i>						
1	Sandar Jetty sebelum <i>Docking</i>	A	7	3,5	1,75	3,062
2	Dilakukan <i>Dock Trial & Report</i>	AA	2	1	0,5	0,25
						3,5625
Total Durasi						2 Day
<i>Fedding Buffer 2</i>						
3	Pemadam kebakaran	AC	2	1	0,5	0,25

4	Pemakaian Alat Berat	AD	2	1	0,5	0,25
5	<i>Housekeeping</i> (Sampah & Scrap)	AE	2	1	0,5	0,25
6	Free Gas	AF	2	1	0,5	0,25
						1
Total Durasi						1
<i>Fedding Buffer 3</i>						
7	<i>Marking And Drawing</i>	AG	2	1	0,5	0,25
8	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Propeller & Report</i>	AH	2	1	0,5	0,25
9	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report</i>	AI	8	4	2	4
10	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	AJ	2	1	0,5	0,25
11	Dilakukan <i>NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft</i>	AK	2	1	0,5	0,25
12	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report</i>	AL	2	1	0,5	0,25
13	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report</i>	AM	2	1	0,5	0,25
14	Dilakukan Pengukuran <i>Chain Calibration & Report</i>	AN	2	1	0,5	0,25
15	Dilakukan <i>Megger Test & Report</i>	AO	2	1	0,5	0,25
16	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection ME P/S & Report</i>	AP	2	1	0,5	0,25
17	Dilakukan Cek Kelurusan <i>Shaft Propeller P/S & Report</i>	AQ	2	1	0,5	0,25
18	Dilakukan Cek Alignment <i>Shaft P/S & Report</i>	AR	2	1	0,5	0,25
19	Dilakukan <i>UT Scan SS2 & Report</i>	AS	2	1	0,5	0,25

20	Dilakukan UT <i>Scan</i> Area Got Tengah E/R, Area Got <i>Shaft</i> , dan Area Got GB P/S & <i>Report</i>	AT	2	1	0,5	0,25
21	Dilakukan UT <i>Scan Bolder</i> Haluan & <i>Report</i>	AU	2	1	0,5	0,25
						20,5
Total Durasi						5
Fedding Buffer 4						
22	<i>Underwater</i>	AV	12	6	3	9
23	<i>Topside & External Bulwark</i>	AW	14	7	3,5	12,25
24	<i>Rudder Blade</i>	AX	8	4	2	4
25	<i>Jangkar & Rantai Jangkar</i>	AY	3	2,5	1,25	1,5625
26	<i>Tug Pusher</i>	AZ	5	2,5	1,25	1,5625
27	<i>Rudder Stock</i>	BA	2	1	0,5	0,25
28	<i>Pipa Seachest</i>	BB	2	1	0,5	0,25
29	<i>Strainer Seachest</i>	BC	2	1	0,5	0,25
30	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	BD	2	1	0,5	0,25
31	<i>Pengelisan / list draft antara bottom , top side</i>	BE	2	1	0,5	0,25
32	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama <i>register</i>	BF	2	1	0,5	0,25
33	Cat draft kapal lambung kanan , kiri & <i>plimsoll mark line</i>	BG	2	1	0,5	0,25
						28,875
Total Durasi						5
Fedding Buffer 5						
34	Transfer BBM dari FOD Tank ke Tangki Darat	BH	2	1	0,5	0,25
35	<i>Cleaning</i>	BI	15	7,5	3,75	14,0625
36	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	BJ	4	2	1	1

37	<i>Assistensi Scaffolding</i>	BK	4	2	1	1
						16,3125
Total Durasi						4
Fedding Buffer 6						
38	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	BR	4	2	1	1
39	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	BS	6	3	1,5	2,25
40	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23-26 Lj. K/A</i>	BT	7	3,5	1,75	3,0625
41	Asistensi Bongkar Pasang Frame Area <i>Shaft Tunnel P/S</i>	BU	5	2,5	1,25	1,5625
42	Replating Gading - Gading Area <i>Steering Room</i>	BV	4	2	1	1
43	Ganti Baru Ban Dapra	BW	15	7,5	3,25	10,5625
44	Ganti Baru <i>Zinc Anode</i>	BX	10	5	2,5	6,25
45	Ganti Baru Kupingan Dapra	BY	10	5	2,5	6,25
46	Buka & Tutup <i>Grating Seachest</i>	BZ	4	2	1	1
47	Perbaikan Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar	CA	4	2	1	1
48	Perbaikan Tugpusher	CB	4	2	1	1
49	<i>Rewelding Dudukan Ecosounder</i>	CC	4	2	1	1
						37,4375
Total Durasi						6
Fedding Buffer 7						
50	<i>Pipping System</i>	CG	14	7	3,5	12,25
51	<i>Valve System</i>	CH	11	5,5	2,75	7,5625
52	Lain-Lain	CI	18	9	4,5	20,25
						40,0625
Total Durasi						6

4.4.2.2 Perhitungan Project Buffer

Project Buffer merupakan cadangan waktu yang ditempatkan pada akhir rantai kritis (critical chain) sebelum aktivitas penyelesaian proyek (finish milestone). Dalam metode Critical Chain Project Management (CCPM), project buffer berfungsi sebagai pengaman terhadap berbagai ketidakpastian yang dapat menyebabkan keterlambatan pada aktivitas-aktivitas yang berada di rantai kritis. Dengan adanya project buffer, penyelesaian proyek tetap dapat dicapai sesuai jadwal meskipun terjadi deviasi durasi pada beberapa aktivitas kritis.

Tabel 4.12 perhitungan Project Buffer

ID	Aktivitas	CPM DURATION	CCPM DURATION	(S-A)/2	((S-A)/2) ²
A	Sandar Jetty sebelum docking	7	3,5	1,75	3,0625
AB	Docking	2	1	0,5	0,25
AV	Under Water	12	6	3	9
BN	Propeller	27	13,5	6,75	45,5625
CJ	General Overhaul ME	42	21	10,5	110,25
CK	General Overhaul AE	22	11	5,5	30,25
CU	Top Deck	10	5	2,5	6,25
DD	Engine Room	10	5	2,5	6,25
DE	Docking Report	14	7	3,5	12,25
DF	Persiapan Undocking	2	1	0,5	0,25
DG	Undocking	2	1	0,5	0,25
				√	229,625
Total Hari					15

4.4.3 Pembuatan Network Planning CCPM

Network planning pada metode Critical Chain Project Management (CCPM) merupakan representasi hubungan ketergantungan antaraktivitas proyek yang digunakan untuk mengidentifikasi rantai kritis (critical chain) serta menentukan urutan pelaksanaan pekerjaan secara efektif.

Tabel 4.13 Perhitung Maju CCPM

Activity ID	Aktivitas	Predecessors	CCPM Duration	ES	EF
	General Service				
A	Sandar Jetty sebelum Docking	-	3,5= 4	0	4
AA	Dilakukan Dock Trial & Report	A	1	4	5
AB	Docking	AA	1	5	6
AC	Pemadam kebakaran	AB	1	6	7

AD	Pemakaian Alat Berat	AB	1	6	7
AE	<i>Free Gas</i>	AB	1	6	7
AF	<i>Housekeeping (Sampah & Scrap)</i>	AB	1	6	7
	<i>Inspection & Reporting</i>				
AG	<i>Marking And Drawing</i>	AB	1	7	8
AH	<i>Dilakukan Dye Penetrant Test Propeller & Report</i>	AG	1	7	8
AI	<i>Dilakukan Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report</i>	AG	4	7	11
AJ	<i>Dilakukan Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	AG	1	9	10
AK	<i>Dilakukan NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft</i>	AG	1	9	10
AL	<i>Dilakukan Pengukuran Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report</i>	AG	1	13	14
AM	<i>Dilakukan Pengukuran Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report</i>	AG	1	11	12
AN	<i>Dilakukan Pengukuran Chain Calibration & Report</i>	AM	1	10	11
AO	<i>Dilakukan Megger Test & Report</i>	AG	1	10	11
AP	<i>Dilakukan Crankshaft Deflection ME P/S & Report</i>	BU	1	13	14
AQ	<i>Dilakukan Cek Kelurusan Shaft Propeller P/S & Report</i>	AP	1	13	14

AR	Dilakukan Cek Alignment <i>Shaft P/S & Report</i>	AQ	1	16	17
AS	Dilakukan UT <i>Scan SS2 & Report</i>	AR	1	9	10
AT	Dilakukan UT <i>Scan Area Got Tengah E/R, Area Got Shaft, dan Area Got GB P/S & Report</i>	AG	1	15	16
AU	Dilakukan UT <i>Scan Bolder Haluan & Report</i>	AG	1	13	14
	<i>Blasting Painting</i>				
AV	<i>Underwater</i>	AG	6	5	12
AW	<i>Topside & External Bulwark</i>	AG	7	5	13
AX	<i>Rudder Blade</i>	AO	4	10	14
AY	Jangkar & Rantai Jangkar	BC	2,5	11	14
AZ	<i>Tug Pusher</i>	BD	2,5	11	14
BA	<i>Rudder Stock</i>	AP	1	13	14
BB	<i>Pipa Seachest</i>	BJ	1	11	13
BC	<i>Strainer Seachest</i>	BJ	1	11	13
BD	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	AS	1	18	19
BE	Pengelasan / list <i>draft</i> antara <i>bottom</i> , <i>top side</i>	AV	1	19	20
BF	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama <i>register</i>	BE	1	19	20
BG	Cat <i>draft</i> kapal lambung kanan , kiri & <i>plimsoll mark line</i>	BF	1	21	22

	General Work				
BH	Transfer BBM dari FOD Tank ke Tangki Darat	AB	1	7	8
BI	Cleaning	AF	7,5 = 8	11	19
BJ	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	AB	2	11	13
BK	Assistensi Scaffolding	AB	2	16	18
	Propulsion				
BL	Rudder Blade P/S	AB	5	11	16
BM	Rudder Stock P/S	BL	6	11	17
BN	Propeller P/S	BM	18,5 = 19	7	26
BO	Shaft Propeller P/S	BN	11	14	26
BP	Intermediate Shaft P/S	BO	7	18	25
BQ	Plummer Block P/S	BP	8	15	23
	Hull Construction Outfitting Hull				
BR	Replating Sekat FOT 2C	AS	2	11	13
BS	Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20	BR	3	11	14
BT	Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23-26 Lj. K/A	BS	3,5 = 4	11	14
BU	Asistensi Bongkar Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S	BT	2,5 = 3	17	20
BV	Replating Gading - Gading Area Steering Room	BU	2	11	13
	Outfitting Hull				

BW	Ganti Baru Ban Dapra	AB	7,5 = 8	18	26
BX	Ganti Baru <i>Zinc Anode</i>	BW	5	11	16
BY	Ganti Baru Kupingan Dapra	BX	5	11	16
BZ	Buka & Tutup <i>Grating Seachest</i>	BJ	2	11	13
CA	Perbaiki Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar	BJ	2	15	17
CB	Perbaiki <i>tug pusher</i>	AB	2	19	21
CC	<i>Rewelding</i> Dudukan <i>ecosounder</i>	AB	2	19	21
	<i>Outfitting Deck</i>				
CD	<i>Top Deck</i>	BK	5	11	16
CE	<i>Bridge Deck</i>	CD	7	11	18
CF	<i>Main Deck</i>	CE	18,5 = 19	7	26
	<i>Outfitting Engine Room</i>				
CG	<i>Pipping System</i>	AB	7	17	24
CH	<i>Valve System</i>	CG	5,5 = 6	11	17
CI	Lain-Lain	CH	9	11	20
	<i>Mechanical</i>				
CJ	<i>General Overhaul ME P/S</i>	BQ	20	6	26
CK	<i>General Overhaul AE P/S</i>	BH,BI	11	15	26
	<i>Electrical</i>				
CL	<i>Top Deck</i>	BK	3	13	16
CM	<i>Outside Bridge Deck</i>	CL	7	15	22
CN	<i>Anjungan</i>	CM	3	14	17

CO	<i>Outside Main Deck</i>	CN	2	14	16
CP	<i>Area Mess Room</i>	CO	1	13	14
CQ	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	CP	3	14	17
CR	<i>Area Cabin Crew</i>	CQ	3	18	21
CS	<i>Steering Room</i>	CR	4	14	18
CT	<i>Area Engine Room</i>	CS	4	15	19
CU	<i>Main Engine</i>	CT	7	11	18
CV	<i>Aux. Engine</i>	CU	4,5 = 5	16	21
CW	<i>Asistensi</i>	CV	1	11	12
	<i>Carpenter</i>				
CX	<i>Anjungan</i>	AB	4	19	23
CY	<i>Mess Room</i>	CX	4	13	17
CZ	<i>Galley</i>	CY	2	16	18
DA	<i>Toilet</i>	CZ	2	22	24
DB	<i>Kamar KKM</i>	DA	2	21	23
DC	<i>Cabin Crew</i>	DB	3	16	19
DD	<i>Engine Room</i>	DC	5	19	26
DE	<i>Docking Report</i>	CJ,CK,CF	7	19	26
DF	<i>Persiapan Undocking</i>	DE	1	26	27
DG	<i>Undocking</i>	DF	1	28	29
DH	<i>Dilakukan Sea Trial & Report</i>	DG,CJ,CK	1	29	30

Tabel 4.14 Perhitungan Mundur CCPM

Activity ID	Aktivitas	Predecessors	CCPM Duration	LS	LF
	General Service				
A	Sandar Jetty sebelum Docking	-	3,5= 4	0	4
AA	Dilakukan Dock Trial & Report	A	1	5	6
AB	Docking	AA	1	5	6
AC	Pemadam kebakaran	AB	1	6	7
AD	Pemakaian Alat Berat	AB	1	7	8
AE	Free Gas	AB	1	7	8
AF	Housekeeping (Sampah & Scrap)	AB	1	7	8
	Inspection & Reporting				
AG	Marking And Drawing	AB	1	8	9
AH	Dilakukan Dye Penetrant Test Propeller & Report	AG	1	9	10
AI	Dilakukan Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report	AG	4	9	10
AJ	Dilakukan Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report	AG	1	9	10
AK	Dilakukan NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft	AG	1	9	10
AL	Dilakukan Pengukuran Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report	AG	1	13	14
AM	Dilakukan Pengukuran Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report	AG	1	11	12
AN	Dilakukan Pengukuran Chain Calibration & Report	AM	1	10	11

AO	Dilakukan <i>Megger Test & Report</i>	AG	1	10	11
AP	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection ME P/S & Report</i>	BU	1	13	14
AQ	Dilakukan Cek Kelurusan <i>Shaft Propeller P/S & Report</i>	AP	1	13	14
AR	Dilakukan Cek Alignment <i>Shaft P/S & Report</i>	AQ	1	16	17
AS	Dilakukan UT <i>Scan SS2 & Report</i>	AR	1	9	10
AT	Dilakukan UT <i>Scan Area Got Tengah E/R, Area Got Shaft, dan Area Got GB P/S & Report</i>	AG	1	15	16
AU	Dilakukan UT <i>Scan Bolder Haluan & Report</i>	AG	1	13	14
	<i>Blasting Painting</i>				
AV	<i>Underwater</i>	AG	6	6	13
AW	<i>Topside & External Bulwark</i>	AG	7	6	14
AX	<i>Rudder Blade</i>	AO	4	11	15
AY	Jangkar & Rantai Jangkar	BC	2,5	13	16
AZ	<i>Tug Pusher</i>	BD	2,5	11	14
BA	<i>Rudder Stock</i>	AP	1	13	14
BB	<i>Pipa Seachest</i>	BJ	1	11	13
BC	<i>Strainer Seachest</i>	BJ	1	13	15
BD	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	AS	1	18	19

BE	Pengelasan / list <i>draft</i> antara <i>bottom</i> , <i>top side</i>	AV	1	19	20
BF	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama <i>register</i>	BE	1	21	22
BG	Cat <i>draft</i> kapal lambung kanan , kiri & <i>plimsoll mark line</i>	BF	1	22	23
	General Work				
BH	<i>Transfer</i> BBM dari FOD Tank ke Tangki Darat	AB	1	8	10
BI	<i>Cleaning</i>	AF	7,5 = 8	11	19
BJ	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	AB	2	14	16
BK	<i>Assistensi Scaffolding</i>	AB	2	16	18
	Propulsion				
BL	<i>Rudder Blade P/S</i>	AB	5	11	16
BM	<i>Rudder Stock P/S</i>	BL	6	11	17
BN	<i>Propeller P/S</i>	BM	18,5 = 19	7	26
BO	<i>Shaft Propeller P/S</i>	BN	11	14	26
BP	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	BO	7	18	25
BQ	<i>Plummer Block P/S</i>	BP	8	15	23
	Hull Construction Outfitting Hull				
BR	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	AS	2	12	14
BS	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	BR	3	13	16

BT	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23-26 Lj. K/A</i>	BS	3,5 = 4	12	15
BU	<i>Asistensi Bongkar Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S</i>	BT	2,5 = 3	17	20
BV	<i>Replating Gading - Gading Area Steering Room</i>	BU	2	12	14
	<i>Outfitting Hull</i>				
BW	<i>Ganti Baru Ban Dapra</i>	AB	7,5 = 8	18	26
BX	<i>Ganti Baru Zinc Anode</i>	BW	5	12	17
BY	<i>Ganti Baru Kupingan Dapra</i>	BX	5	13	18
BZ	<i>Buka & Tutup Grating Seachest</i>	BJ	2	13	15
CA	<i>Perbaikan Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar</i>	BJ	2	15	17
CB	<i>Perbaikan tug pusher</i>	AB	2	19	21
CC	<i>Rewelding Dudukan ecosounder</i>	AB	2	20	22
	<i>Outfitting Deck</i>				
CD	<i>Top Deck</i>	BK	5	11	16
CE	<i>Bridge Deck</i>	CD	7	11	18
CF	<i>Main Deck</i>	CE	18,5 = 19	7	26
	<i>Outfitting Engine Room</i>				
CG	<i>Pipping System</i>	AB	7	17	24
CH	<i>Valve System</i>	CG	5,5 = 6	13	19
CI	<i>Lain-Lain</i>	CH	9	12	21
	<i>Mechanical</i>				

CJ	<i>General Overhaul ME P/S</i>	BQ	20	6	26
CK	<i>General Overhaul AE P/S</i>	BH,BI	11	15	26
	<i>Electrical</i>				
CL	<i>Top Deck</i>	BK	3	13	16
CM	<i>Outside Bridge Deck</i>	CL	7	15	22
CN	<i>Anjungan</i>	CM	3	14	17
CO	<i>Outside Main Deck</i>	CN	2	14	16
CP	<i>Area Mess Room</i>	CO	1	13	14
CQ	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	CP	3	14	17
CR	<i>Area Cabin Crew</i>	CQ	3	18	21
CS	<i>Steering Room</i>	CR	4	14	18
CT	<i>Area Engine Room</i>	CS	4	15	19
CU	<i>Main Engine</i>	CT	7	11	18
CV	<i>Aux. Engine</i>	CU	4,5 = 5	16	21
CW	<i>Asistensi</i>	CV	1	11	12
	<i>Carpenter</i>				
CX	<i>Anjungan</i>	AB	4	19	23
CY	<i>Mess Room</i>	CX	4	13	17
CZ	<i>Galley</i>	CY	2	16	18
DA	<i>Toilet</i>	CZ	2	22	24
DB	<i>Kamar KKM</i>	DA	2	21	23
DC	<i>Cabin Crew</i>	DB	3	16	19
DD	<i>Engine Room</i>	DC	5	19	26

DE	<i>Docking Report</i>	CJ,CK,CF	7	19	26
DF	<i>Persiapan Undocking</i>	DE	1	26	27
DG	<i>Undocking</i>	DF	1	28	29
DH	<i>Dilakukan Sea Trial & Report</i>	DG,CJ,CK	1	29	30

Setelah melakukan perhitungan maju dan mundur dan mendapatkan besarnya ES,EF,LS, dan LF maka selanjutnya bisa dilakukan identifikasi jalur kritis dengan Perhitungan Total Float yang dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perhitungan float

No.	Aktivitas	Durasi (days)	Activity ID	ES	EF	LS	LF	Float
	<i>General Service</i>							
1	Sandar Jetty sebelum <i>Docking</i>	3,5= 4	A	0	4	0	4	0
2	Dilakukan <i>Dock Trial & Report</i>	1	AA	4	5	5	6	1
3	<i>Docking</i>	1	AB	5	6	5	6	1
4	Pemadam kebakaran	1	AC	6	7	6	7	1
5	Pemakaian Alat Berat	1	AD	6	7	7	8	1
6	<i>Free Gas</i>	1	AE	6	7	7	8	1
7	<i>Housekeeping (Sampah & Scrap)</i>	1	AF	6	7	7	8	1
	<i>Inspection & Reporting</i>							
8	<i>Marking And Drawing</i>	1	AG	7	8	8	9	1
9	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Propeller & Report</i>	1	AH	7	8	9	10	2
10	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Propeller & Report</i>	4	AI	7	11	9	13	2
11	Dilakukan <i>Dye Penetrant Test Shaft Intermediate & Report</i>	1	AJ	9	10	9	10	0
12	Dilakukan <i>NDT Baut & Coupling Tail Shaft & Intermediate Shaft</i>	1	AK	9	10	9	10	0

13	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Pintel & As Kemudi P/S & Report</i>	1	AL	13	14	13	14	0
14	Dilakukan Pengukuran <i>Clearance Shaft Luar & Dalam P/S & Report</i>	1	AM	11	12	11	12	0
15	Dilakukan Pengukuran <i>Chain Calibration & Report</i>	1	AN	10	11	10	11	0
16	Dilakukan <i>Megger Test & Report</i>	1	AO	10	11	10	11	0
17	Dilakukan <i>Crankshaft Deflection ME P/S & Report</i>	1	AP	13	14	13	14	0
18	Dilakukan Cek Kelurusan <i>Shaft Propeller P/S & Report</i>	1	AQ	13	14	13	14	0
19	Dilakukan Cek <i>Alignment Shaft P/S & Report</i>	1	AR	16	17	16	17	0
20	Dilakukan <i>UT Scan SS2 & Report</i>	1	AS	9	10	9	10	0
21	Dilakukan <i>UT Scan Area Got Tengah E/R, Area Got Shaft, dan Area Got GB P/S & Report</i>	1	AT	15	16	15	16	0
22	Dilakukan <i>UT Scan Bolder Haluan & Report</i>	1	AU	13	14	13	14	0
	<i>Blasting Painting</i>							
23	<i>Underwater</i>	6	AV	5	12	6	13	1
24	<i>Topside & External Bulwark</i>	7	AW	5	13	6	14	1
25	<i>Rudder Blade</i>	4	AX	10	14	11	15	1

26	Jangkar & Rantai Jangkar	2,5	AY	11	14	13	16	2
27	<i>Tug Pusher</i>	2,5	AZ	11	14	11	14	0
28	<i>Rudder Stock</i>	1	BA	13	14	13	14	0
29	<i>Pipa Seachest</i>	1	BB	11	13	11	13	0
30	<i>Strainer Seachest</i>	1	BC	11	13	13	15	2
31	<i>Coupling & Intermediate Shaft P/S</i>	1	BD	18	19	18	19	0
32	Pengelasan / list draft antara <i>bottom</i> , <i>top side</i>	1	BE	19	20	19	20	0
33	Cat nama kapal dihaluan, buritan & nama <i>register</i>	1	BF	19	20	21	22	2
34	Cat <i>draft</i> kapal lambung kanan , kiri & <i>plimsoll mark line</i>	1	BG	21	22	22	23	1
	General Work							
35	<i>Transfer</i> BBM dari FOD Tank ke Tangki Darat	1	BH	7	8	8	10	2
36	<i>Cleaning</i>	7,5 = 8	BI	11	19	11	19	0
37	Naik, Turunkan, dan Perawatan Jangkar & Rantai	2	BJ	11	13	14	16	3
38	<i>Assistensi Scaffolding</i>	2	BK	16	18	16	18	0
	Propulsion							
39	<i>Rudder Blade P/S</i>	5	BL	11	16	11	16	0
40	<i>Rudder Stock P/S</i>	6	BM	11	17	11	17	0
41	<i>Propeller P/S</i>	18,5 = 19	BN	7	26	7	26	0
42	<i>Shaft Propeller P/S</i>	11	BO	14	26	14	26	1
43	<i>Intermediate Shaft P/S</i>	7	BP	18	25	18	25	0

44	<i>Plummer Block P/S</i>	8	BQ	15	23	15	23	0
	Hull Construction Outfitting Hull							
45	<i>Replating Sekat FOT 2C</i>	2	BR	11	13	12	14	1
46	<i>Replating Main Frame & Bracket Chine Port Fr. 19-20</i>	3	BS	11	14	13	16	2
47	<i>Replating dan Build Up Plat Bottom Fr. 23- 26 Lj. K/A</i>	3,5 = 4	BT	11	14	12	15	1
48	<i>Asistensi Bongkar Pasang Frame Area Shaft Tunnel P/S</i>	2,5 = 3	BU	17	20	17	20	0
49	<i>Replating Gading - Gading Area Steering Room</i>	2	BV	11	13	12	14	1
	Outfitting Hull							
50	<i>Ganti Baru Ban Dapra</i>	7,5 = 8	BW	18	26	18	26	0
51	<i>Ganti Baru Zinc Anode</i>	5	BX	11	16	12	17	1
52	<i>Ganti Baru Kupingan Dapra</i>	5	BY	11	16	13	18	2
53	<i>Buka & Tutup Grating Seachest</i>	2	BZ	11	13	13	15	2
54	<i>Perbaikan Aksesoris Jangkar dan Rantai Jangkar</i>	2	CA	15	17	15	17	0
55	<i>Perbaikan tug pusher</i>	2	CB	19	21	19	21	0
56	<i>Rewelding Dudukan ecosounder</i>	2	CC	19	21	20	22	1
	Outfitting Deck							
57	<i>Top Deck</i>	5	CD	11	16	11	16	0
58	<i>Bridge Deck</i>	7	CE	11	18	11	18	0

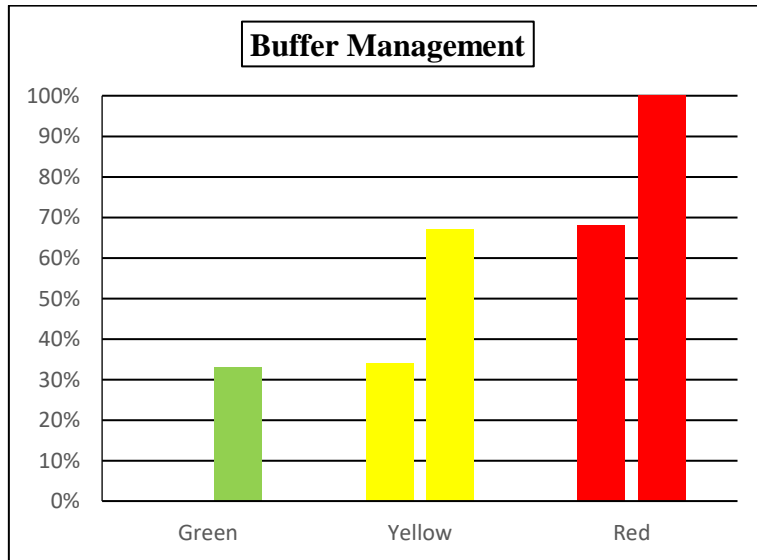
59	<i>Main Deck</i>	18,5 = 19	CF	7	26	7	26	0
	<i>Outfitting Engine Room</i>							
60	<i>Pipping System</i>	7	CG	17	24	17	24	0
61	<i>Valve System</i>	5,5 = 6	CH	11	17	13	19	2
62	<i>Lain-Lain</i>	9	CI	11	20	12	21	1
	<i>Mechanical</i>							
63	<i>General Overhaul ME P/S</i>	20	CJ	6	26	6	26	0
64	<i>General Overhaul AE P/S</i>	11	CK	15	26	15	26	0
	<i>Electrical</i>							
65	<i>Top Deck</i>	3	CL	13	16	13	16	0
66	<i>Outside Bridge Deck</i>	7	CM	15	22	15	22	0
67	<i>Anjungan</i>	3	CN	14	17	14	17	0
68	<i>Outside Main Deck</i>	2	CO	14	16	14	16	0
69	<i>Area Mess Room</i>	1	CP	13	14	13	14	0
70	<i>Area Kamar Captain & KKM</i>	3	CQ	14	17	14	17	0
71	<i>Area Cabin Crew</i>	3	CR	18	21	18	21	0
72	<i>Steering Room</i>	4	CS	14	18	14	18	0
73	<i>Area Engine Room</i>	4	CT	15	19	15	19	0
74	<i>Main Engine</i>	7	CU	11	18	11	18	0
75	<i>Aux. Engine</i>	4,5 = 5	CV	16	21	16	21	0
76	<i>Asistensi</i>	1	CW	11	12	11	12	0
	<i>Carpenter</i>							
77	<i>Anjungan</i>	4	CX	19	23	19	23	0

78	<i>Mess Room</i>	4	CY	13	17	13	17	0
79	<i>Galley</i>	2	CZ	16	18	16	18	0
80	<i>Toilet</i>	2	DA	22	24	22	24	0
82	<i>Kamar KKM</i>	2	DB	21	23	21	23	0
83	<i>Cabin Crew</i>	3	DC	16	19	16	19	0
84	<i>Engine Room</i>	5	DD	19	26	19	26	0
85	<i>Docking Report</i>	7	DE	19	26	19	26	0
86	<i>Persiapan Undocking</i>	1	DF	26	27	26	27	0
87	<i>Undocking</i>	1	DG	28	29	28	29	0
88	<i>Dilakukan Sea Trial & Report</i>	1	DH	29	30	29	30	0

Berdasarkan hasil perhitungan nilai Float yang ada pada tabel, Dapat diidentifikasi lintasan kritis proyek. Lintasan kritis merupakan rangkaian aktivitas yang memiliki nilai float = 0, sehingga setiap keterlambatan pada aktivitas tersebut akan secara langsung mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Dari tabel diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Waktu total penyelesaian proyek reparasi *tugboat* adalah 30 hari dengan *project buffer* sebesar 15 Hari menjadikan total proyek 45 Hari
2. Hasil yang didapatkan pada tabel sama seperti penjadwalan menggunakan Microsoft Excel
3. Hasil dari software Microsoft Excel dapat dilihat pada lampiran

4.4.4 Analisis Buffer Management



Gambar 4.2 Pembagian daerah penggunaan *Buffer*

Pengendalian *buffer* dalam metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) dilakukan dengan membagi kapasitas *project buffer* ke dalam tiga zona pengawasan, yaitu zona hijau, zona kuning, dan zona merah. Setiap zona merepresentasikan tingkat penggunaan *buffer* yang berbeda dan menjadi dasar bagi manajer proyek dalam menentukan tindakan yang perlu dilakukan. Zona hijau menunjukkan kondisi proyek yang masih terkendali, zona kuning mengindikasikan perlunya peningkatan perhatian dan langkah antisipatif, sedangkan zona merah menunjukkan bahwa tindakan korektif harus segera dilaksanakan. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, diperoleh nilai *project buffer* sebesar 15 hari yang kemudian dibagi menjadi tiga bagian yang sama sebagai batas masing-masing zona pengendalian. Pembagian tersebut digunakan untuk memantau kinerja jadwal proyek serta mengidentifikasi potensi keterlambatan sejak dini.

Tabel 4.16 pemakaian *Buffer*

Buffer Region	Range	Project Buffer	Used Duration
Green	0 % - 33 %	15	$\leq 4,9$
Yellow	34 % - 67 %	15	4,9 – 10,05
Red	68 % - 100 %	155	$\geq 10,05$

Penggunaan *project buffer* berfungsi sebagai alat pengendalian untuk memantau tingkat risiko keterlambatan proyek selama pelaksanaan pekerjaan. Informasi mengenai pemakaian *project buffer* dapat membantu pelaksana proyek dalam menentukan tindakan yang diperlukan untuk menjaga agar proyek tetap

berjalan sesuai jadwal. Semakin besar risiko yang terjadi, semakin besar pula pemakaian project buffer. Oleh karena itu, Tabel 4.16 digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pemakaian buffer berdasarkan zona hijau, kuning, dan merah. Apabila pemakaian buffer telah memasuki zona merah, maka diperlukan tindakan pengendalian yang lebih intensif guna menghindari keterlambatan penyelesaian proyek.

4.4.5 Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Perhitungan CPPM

1. Durasi Aktivitas Pekerjaan

Durasi aktivitas merupakan faktor utama yang mempengaruhi hasil penjadwalan menggunakan metode CCPM. Setiap aktivitas pada proyek reparasi kapal memiliki estimasi waktu penyelesaian yang berbeda sesuai dengan tingkat kesulitan pekerjaan, jumlah tenaga kerja, dan ketersediaan fasilitas pendukung. Semakin besar durasi suatu aktivitas yang berada pada rantai kritis (critical chain), maka semakin besar pula pengaruhnya terhadap total durasi proyek. Oleh karena itu, ketepatan dalam menentukan durasi aktivitas sangat penting untuk menghasilkan jadwal yang realistis dan dapat dicapai.

2. Hubungan Ketergantungan Antaraktivitas

Hubungan ketergantungan antaraktivitas menentukan urutan pelaksanaan pekerjaan dalam proyek. Pada proyek reparasi kapal, beberapa pekerjaan tidak dapat dimulai sebelum pekerjaan sebelumnya selesai dilaksanakan. Ketergantungan ini mempengaruhi terbentuknya rantai kritis yang menjadi dasar dalam metode CCPM. Semakin banyak hubungan ketergantungan yang dimiliki suatu aktivitas, maka semakin besar pengaruhnya terhadap kelancaran pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

3. Besarnya Safety Time

Safety time merupakan waktu cadangan yang biasanya disisipkan pada estimasi durasi aktivitas untuk mengantisipasi ketidakpastian selama pelaksanaan proyek. Dalam CCPM, safety time pada masing-masing aktivitas dikurangi dan dikumpulkan menjadi buffer proyek. Besarnya safety time yang digunakan akan mempengaruhi hasil pemangkasan durasi proyek. Semakin besar safety time yang tersedia, maka semakin besar peluang dilakukan percepatan jadwal melalui penerapan CCPM.

4. Project Buffer

Project buffer merupakan cadangan waktu yang ditempatkan pada akhir rantai kritis untuk melindungi tanggal penyelesaian proyek dari risiko keterlambatan. Besarnya project buffer dipengaruhi oleh tingkat ketidakpastian durasi aktivitas pada rantai kritis. Project buffer berfungsi sebagai alat pengendalian proyek sehingga keterlambatan pada beberapa aktivitas masih dapat ditoleransi tanpa mengubah target penyelesaian proyek secara keseluruhan.

5. Feeding Buffer

Feeding buffer adalah cadangan waktu yang ditempatkan pada jalur non-kritis yang bergabung dengan rantai kritis. Tujuan feeding buffer adalah mencegah keterlambatan pada aktivitas non-kritis mempengaruhi aktivitas yang berada pada critical chain. Semakin besar potensi ketidakpastian pada jalur non-kritis, maka

semakin besar feeding buffer yang dibutuhkan untuk menjaga stabilitas jadwal proyek.

6. Produktivitas Pekerja

Produktivitas pekerja berpengaruh langsung terhadap durasi penyelesaian aktivitas proyek. Produktivitas dipengaruhi oleh jumlah tenaga kerja, tingkat keterampilan, pengalaman kerja, serta kondisi lingkungan kerja. Pada proyek reparasi kapal, peningkatan produktivitas dapat mempercepat penyelesaian aktivitas sehingga mengurangi durasi proyek secara keseluruhan. Sebaliknya, produktivitas yang rendah dapat menyebabkan keterlambatan dan meningkatkan penggunaan buffer yang telah dialokasikan.

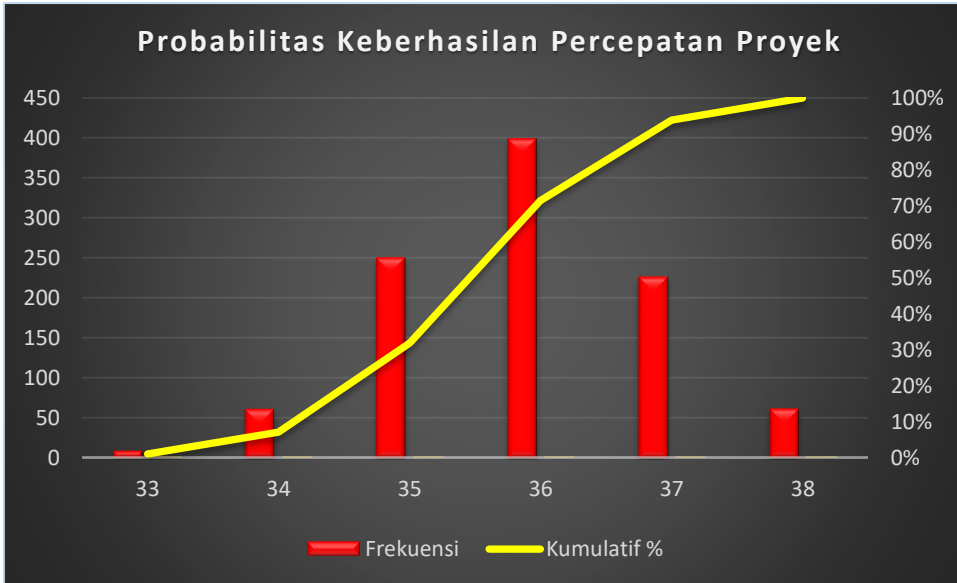
4.5 Simulasi Monte Carlo

Monte Carlo diterapkan untuk mengetahui peluang keberhasilan penyelesaian proyek berdasarkan jadwal yang telah mengalami percepatan. Dalam penelitian ini, proses simulasi dilakukan menggunakan perangkat Ms.Excel sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko ketidakpastian yang dapat memengaruhi durasi proyek. Hasil simulasi tersebut digunakan untuk menilai tingkat keandalan jadwal proyek setelah penerapan metode percepatan. Langkah-langkah pelaksanaan simulasi Monte Carlo pada penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Rekapitulasi berupa durasi optimis, realistis dan pesimis setiap pekerjaan.
2. Menetapkan 1.000 iterasi dengan variable secara acak.
3. Hasil Simulasi ditampilkan dalam diagram.

Tabel 4.17 Rekapitulasi Durasi

Daftar pekerjaan	optimis	most like	pessimis
General Service	1	1	2
Inspection & Reporting	1	1	2
Blasting Painting	2	3	4
General Work	1	2	3
Propulsion	2	3	4
Hull Construction	6	8	9
Outfitting Hull	3	4	5
Outfitting Deck	3	4	4
Outfitting Engine Room	4	4	4
Mechanical	5	5	6
Electrical	2	2	1
Carpenter	1	1	1
Total	30	38	45



Gambar 4.3 Probabilitas keberhasilan percepatan proyek

Berdasarkan Hasil Simulasi Monte Carlo Durasi CCPM yang telah dihitung, pada hari 36 memperoleh probabilitas keberhasilan proyek sebesar 80% .