

ESTIMASI WAKTU REPARASI KM. WILIS MENGGUNAKAN CRITICAL PATH METHODE

Muhammad Akhsal Idsan dan Taufiqur Rachman

Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa, Indonesia

Email: akhsalhanyut@gmail.com

Abstrak

Estimasi waktu yang akurat merupakan kunci keberhasilan kegiatan reparasi KM. Wilis di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero). Keterlambatan dalam kegiatan reparasi kapal akan dapat menyebabkan kerugian bagi pemilik kapal dalam pemenuhan jadwal layanan angkutan pelayaran. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun perencanaan reparasi KM. Wilis dengan *critical path method* agar diperoleh durasi pekerjaan reparasi yang optimal. Berdasarkan *repair list* KM. Wilis dilakukan identifikasi kegiatan reparasi menjadi komponen yang lebih kecil (*work breakdown structure*) untuk penentuan hubungan aktivitas yang mendahului dan didahului. *Repair list* juga digunakan sebagai pedoman analisis data, yang meliputi uraian pekerjaan, tenaga kerja, durasi, dan volume pekerjaan. *Critical Path Method* sebagai metode manajemen waktu digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Estimasi waktu reparasi KM. Wilis diperoleh durasi selama 33 hari dengan lintasan kritis pada kegiatan pelayanan *tug boat*, pelayanan *docking*, pekerjaan pembersihan lambung dengan *water jet*, pekerjaan pembersihan lambung dengan sekrap, bongkar *skerm bush pintle* dan pena daun kemudi, bongkar daun kemudi diturunkan di lantai *dock*, buat baru daun kemudi kiri, pemasangan kembali daun kemudi, pelayanan *undocking*, pelayanan kapal *tug boat* dan *sea trial*.

Kata Kunci: *Critical Path Methode*, KM. Wilis, Reparasi Kapal; *Repair List*

Abstract

Accurate time estimation is the key to the success of KM Wilis repair activities at PT Industri Kapal Indonesia (Persero). Delays in ship repair activities will be able to cause losses for shipowners in fulfilling shipping transport service schedules. This study aims to develop a reparation plan for KM. Wilis with critical path method in order to obtain the optimal duration of repair work. Based on the KM Wilis repair list, repair activities were identified into smaller components (work breakdown structure) to determine the relationship between preceding and preceded activities. The repair list is also used as a guideline for data analysis, which includes job descriptions, labour, duration, and work volume. Critical Path Method as a time management method is used to identify activities that are on the critical path. KM Wilis repair time estimation obtained a duration of 33 days with critical path activities including tug boat services, docking services, hull cleaning work with water jets, hull cleaning work with scrap, unloading skerm bush pintles and rudder leaf pens, dismantling of the lowered rudder leaf on the dock floor, making new left rudder leaves, reinstalling rudder leaves, undocking services, tug boat services and sea trials.

Keywords: *Critical Path Methode*; KM. Wilis; ship repair; repair list

PENDAHULUAN

Keberhasilan kegiatan reparasi kapal dapat dinilai dari ketepatan rencana estimasi waktu reparasi oleh pihak galangan. Kegiatan reparasi kapal meliputi tahap perencanaan, penganggaran, pengelolaan, dan pemenuhan kualitas sesuai standar klasifikasi. Manajemen waktu proyek sangat diperlukan agar pelaksanaan reparasi sesuai dengan waktu yang diinginkan tanpa pengabaian kualitas pekerjaan. Salah satu aspek yang penting dalam perencanaan adalah penjadwalan. Penjadwalan merupakan tahapan penentuan kebutuhan waktu dan urutan aktivitas dalam proses pelaksanaan kegiatan reparasi. Dalam penjadwalan ini ditentukan kapan mulai dan selesainya sebuah aktivitas. Penjadwalan akan sangat berpengaruh terhadap kebutuhan total waktu reparasi, sehingga dapat terhindar penambahan waktu kerja, keterlambatan *supply* material, dan pemborosan penggunaan sumber daya manusia. Perencanaan yang baik akan mengikat dan mengarahkan kegiatan reparasi



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

dengan pemanfaatan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mewujudkan tujuan dan sasaran [1].

Perencanaan waktu sebuah kegiatan reparasi selalu mengacu pada perkiraan saat rencana pembuatan jadwal dibuat, karena itu masalah dapat timbul apabila ada ketidaksesuaian antara rencana yang telah dibuat dengan pelaksanaan di galangan. Dalam perencanaan yang cermat, dapat disusun penjadwalan kegiatan yang tepat yang sesuai dengan kondisi lapangan. Perencanaan kegiatan reparasi meliputi penjadwalan dan pembagian waktu untuk seluruh item pekerjaan. Dengan adanya penjadwalan yang sistematis, maka proses reparasi lebih terarah dan dapat menghindari masalah yang dapat merugikan semua pihak [2].

Perbaikan kapal merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari dan apabila dibiarkan dapat berakibat fatal, bisa mengganggu kelancaran operasional sehingga diperlukan adanya optimalisasi dalam penggunaan waktu perbaikan kapal setiap tahunnya [3]. Pekerjaan tambah maupun kurang pada *docking repair* dapat berdampak pada *schedule* yang ada dan akan mempengaruhi waktu pengerjaan yang dapat mengakibatkan keterlambatan. Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan keterlambatan reparasi kapal. Hal ini dikarenakan fasilitas galangan yang kurang memadai, misalnya keterlambatan material, sumber daya manusia (SDM), peralatan, faktor cuaca yang tidak dapat diprediksi dan *financial* dari galangan tersebut [4].

PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) merupakan sebuah perusahaan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak di bidang *shipbuilding*, *docking*, dan industri lainnya yang berkaitan. Setiap tahunnya tidak dipungkiri terdapat kegiatan reparasi kapal yang mengalami keterlambatan karena manajemen waktu yang tidak efektif. Kegiatan reparasi galangan kapal membutuhkan *repair list* sebagai pedoman item reparasi yang dilakukan. *Repair list* memiliki data berupa uraian pekerjaan, *man power*, *duration*, volume dan satuan pekerjaan. Salah satu metode yang diterapkan untuk melakukan analisa manajemen waktu adalah *Critical Path methode* (CPM). Metode ini dapat menggambarkan suatu jaringan kerja, hubungan urutan pekerjaan yang harus mendahului dan didahului diidentifikasi dalam kaitannya dengan waktu dan dapat menentukan kritisnya suatu kegiatan [5].

KM. Wilis merupakan jenis kapal penumpang dengan kapasitas 1.000 penumpang. Kapal ini dibangun pada tahun 1999 milik PT. PELNI dan direparasi tahun 2023 di PT. IKI (Persero). KM. Wilis berlayar dibawah bendera Indonesia dengan nomor IMO 9157210 dan nomor MMSI saat ini adalah 525005038. Data kapal KM. WILIS disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. KM. Wilis [www.marinetraffic.com]

Tabel 1. Ukuran utama KM. Wilis

Uraian	Keterangan
Nama	KM. Wilis
Jenis kapal	<i>Passenger Ship</i>
Pemilik	PT. PELNI (Persero)
LOA	74,00 m
LBP	68,00 m
Lebar (B)	15,20 m
Tinggi (H)	8,50 m
Sarat air (T)	2,85 m
DWT	400 Ton

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk menyusun perencanaan reparasi KM. Wilis di PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) dengan metode jalur kritis (*critical path methode*). Perencanaan menggunakan manajemen waktu metode CPM diharapkan dapat mempermudah proses penjadwalan dan perencanaan aktivitas reparasi, serta diperoleh durasi reparasi yang efektif.

CRITICAL PATH METHODE (CPM)

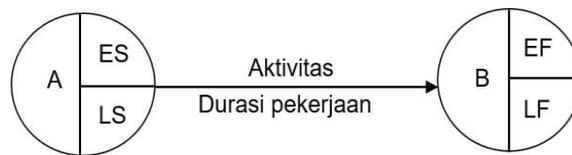
CPM atau metode jalur kritis merupakan analisa jaringan kerja guna percepatan waktu penyelesaian sebuah proyek. Dengan CPM, jaringan aktivitas sebuah proyek dapat dioptimalkan dengan mempersingkat waktu penyelesaian proyek



sehingga berdampak pada penurunan biaya proyek. Dalam CPM, penyelesaian urutan tugas terpanjang sebuah proyek dengan tepat waktu dikenal sebagai jalur kritis. Fokus CPM ditekankan pada penentuan durasi tugas, penemuan dependensi dan tugas terpenting dalam garis waktu sebuah proyek [6].

Sistematika dari proses perencanaan waktu dengan metode CPM adalah mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek. Data sekunder yang berupa data item pekerjaan, bobot, volume akan diidentifikasi dan diuraikan menjadi komponen yang lebih kecil (*work breakingdown structure*), untuk mendapatkan kerincian yang lebih tinggi. Semakin rinci kegiatan maka semakin rinci pula hubungannya dengan kegiatan lain [7].

Dalam CPM digunakan perhitungan maju (*forward pass*), perhitungan mundur (*backward pass*), dan *total float*. Dalam CPM juga diperoleh lintasan kritis yang menghubungkan kegiatan kritis yang tidak boleh terhambat pelaksanaannya [8]. Untuk mengetahui jalur kritis dari sebuah proyek maka perlu ditentukan nilai *ES* (*earliest start*), *LS* (*latest start*), *EF* (*earliest finish*), dan *LF* (*latest finish*), yang dihubungkan dalam diagram AOA (*activity on arrow*) seperti pada Gambar 2. Perhitungan maju dilakukan untuk mendapatkan waktu akhir dari rangkaian kegiatan reparasi, yakni didahului dari kegiatan awal dengan pengambilan nilai 0 dan diurutkan hingga item pekerjaan reparasi berakhir. Jika terdapat dua atau lebih waktu kejadian maka yang diambil adalah nilai terbesar. Nilai *EF* (waktu penyelesaian paling awal suatu kegiatan) diperoleh dari penjumlahan antara *ES* (waktu mulai paling awal suatu kegiatan) dan *t* (durasi pekerjaan) [9], sesuai Persamaan (1). Bila sebuah kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan terdahulu, maka nilai *ES* sama dengan nilai *EF* terbesar dari kegiatan terdahulu.



Gambar 2. Diagram AOA (*Activity on Arrow*)

$$EF = ES + t \tag{1}$$

Perhitungan mundur digunakan untuk memperoleh waktu awal dari rangkaian kegiatan reparasi dimulai. Analisa perhitungan mundur dilakukan dari akhir kegiatan dengan mengambil nilai selesai dan selanjutnya diurutkan sampai awal item kegiatan reparasi. Jika ada dua atau lebih waktu kejadian maka diambil nilai terkecil, dimana *LS* (waktu mulai paling akhir dari kegiatan) didapatkan dengan Persamaan (2), yakni pengurangan antara *LF* (waktu penyelesaian paling akhir suatu kegiatan) dan durasi pekerjaan [10].

$$LS = LF - t \tag{2}$$

Total float adalah jumlah waktu suatu kegiatan yang dapat ditunda tanpa memperlambat waktu penyelesaian proyek reparasi. Perhitungan *total float* diperoleh dengan Persamaan (3), yakni pengurangan *LF* terhadap *EF* [11]. Suatu aktifitas dinyatakan kritis jika nilai *total float*-nya sama dengan 0.

$$Total\ Float = EF - LF \tag{3}$$

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian diawali dengan pengumpulan data *repair list* KM. Wilis, identifikasi aktivitas yang dapat dilakukan lebih awal atau bersamaan, dan analisis data dengan membuat urutan aktivitas yang didasarkan *predecessor* dan *successor* guna penentuan waktu mulai dan selesai aktivitas. Urutan aktivitas disusun dengan *software primavera*, diikuti dengan identifikasi jalur kritis melalui perhitungan maju dan mundur untuk penentuan aktivitas yang mempengaruhi waktu penyelesaian kegiatan reparasi. Analisis jalur kritis dilakukan untuk memastikan bahwa semua aktivitas dijadwalkan dengan tepat agar terhindar dari potensi keterlambatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi aktivitas, durasi pekerjaan, dan keterkaitan aktivitas dalam kegiatan reparasi KM. Wilis

Penelitian ini diawali dengan penguraian proyek reparasi menjadi beberapa aktivitas. Identifikasi aktivitas meliputi jenis pekerjaan, kode dan waktu pelaksanaan untuk mengontrol setiap item pekerjaan [12]. Setelah dilakukan *breakdown*



structure repair list KM. Wilis, selanjutnya dibutuhkan hubungan keterkaitan antar aktivitas guna mengetahui hubungan dengan aktivitas sebelumnya dan aktivitas selanjutnya. Sebuah aktivitas berkemungkinan untuk memiliki banyak aktivitas pendahulu (*predecessor*) dan banyak aktivitas yang mengikuti (*successor*). Pada Tabel 2 ditunjukkan identifikasi aktivitas berdasarkan waktu rencana sesuai *repair list* KM. Wilis.

Penyusunan penjadwalan ulang pekerjaan reparasi dilakukan dengan *software Primavera*, dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk *bar charts* seperti pada Gambar 3. Pada sumbu vertikal mewakili informasi aktivitas, dan sumbu horizontal menunjukkan tanggal atau waktu sebagai durasi pekerjaan yang digambarkan dengan grafik batang horizontal sesuai waktu mulai dan waktu selesainya kegiatan reparasi.

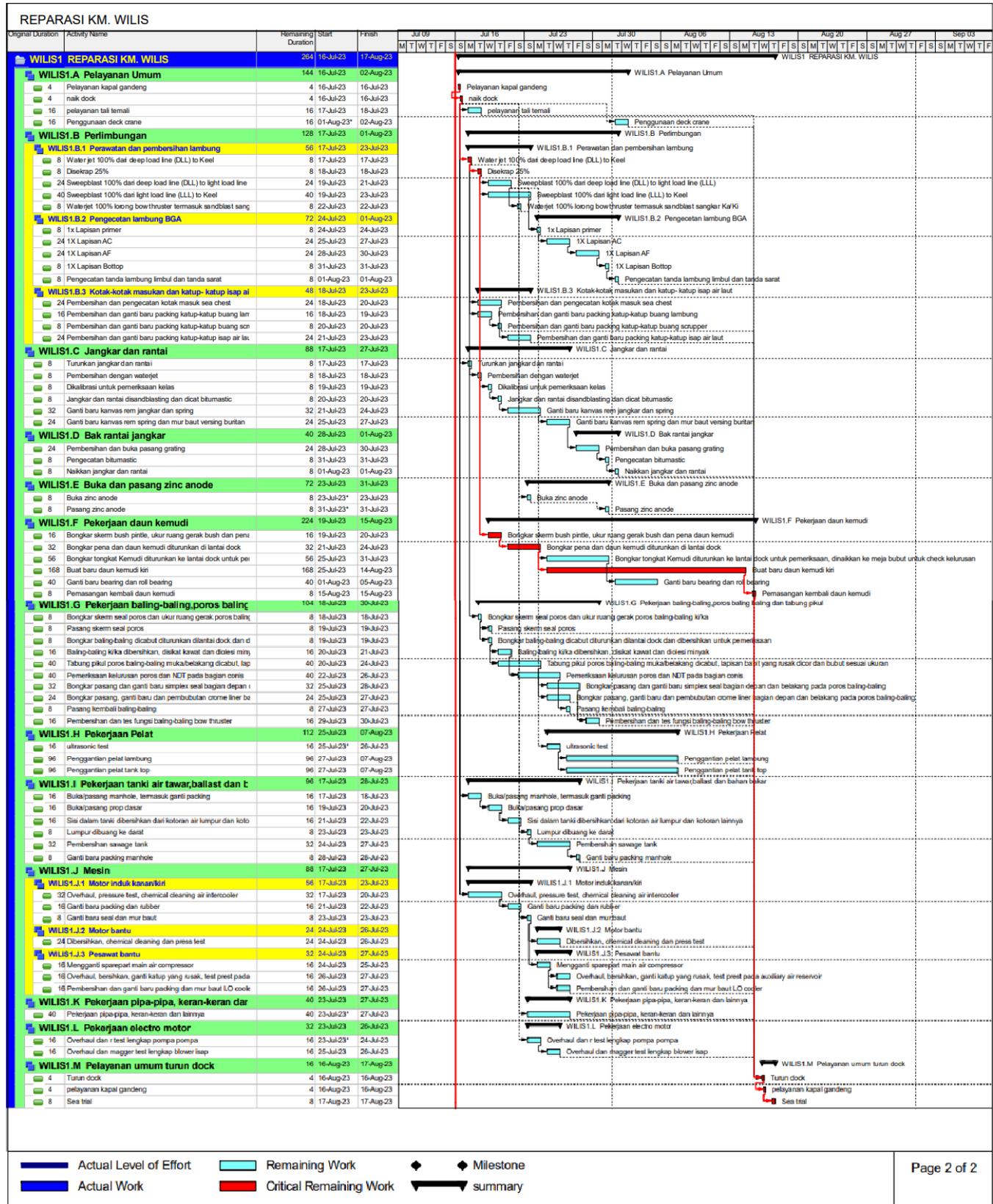
Tabel 2. Item aktivitas, durasi dan hubungan keterkaitan

No	Item Aktivitas	Kode	Durasi (hari)	Predecessor	Successor
Pelayanan umum					
1	Pelayanan <i>tug boat</i>	A	0,5	-	B
2	Pelayanan <i>docking</i>	B	0,5	A	C,D,E,S,AY, BC,BE,BL,BM
3	Pelayanan tali temali	C	2	B	BO
4	Penggunaan <i>deck crane</i>	D	2	B	BO
Perlindungan Perawatan dan pembersihan lambung					
5	<i>Water jet</i> 100% dari <i>deep load line (DLL) to Keel</i>	E	1	B	F,O,Q,AD,AL
6	Disekrap 25%	F	1	E	G,H,AF
7	<i>Sweepblast</i> 100% dari (<i>DLL</i>) to <i>light load line (LLL)</i>	G	3	F	I,J,AV
8	<i>Sweepblast</i> 100% dari <i>light load line (LLL) to Keel</i>	H	5	F	J
9	<i>Waterjet</i> 100% <i>lorong bow thruster</i> Ka/Ki	I	1	G	J
Pengecatan lambung BGA					
10	1x Lapisan <i>primer</i>	J	1	G,H,I	K
11	1X Lapisan AC	K	3	J	L
12	1X Lapisan AF	L	3	K	M
13	1X Lapisan Bottop	M	1	L	N
14	Tanda lambung timbul dan tanda sarat	N	1	M	BO
Kotak-kotak masukan dan katup-katup isap air laut					
15	Pembersihan dan pengecatan kotak masuk <i>sea chest</i>	O	3	E	P
16	Pembersihan dan ganti baru <i>packing</i> katup isap air laut	P	3	O	BO
17	Pembersihan dan ganti baru <i>packing</i> katup buang lambung	Q	2	E	Q
18	Pembersihan dan ganti baru <i>packing</i> katup buang <i>scrupper</i>	R	1	Q	BO
Jangkar dan rantai					
19	Turunkan jangkar dan rantai	S	1	B	T
20	Pembersihan dengan <i>waterjet</i>	T	1	S	U
21	Dikalibrasi untuk pemeriksaan kelas	U	1	T	V
22	Jangkar dan rantai <i>disandblasting</i> dan dicat <i>bitumastic</i>	V	1	U	W
23	Ganti baru kanvas rem jangkar dan spring	W	4	V	X
24	Ganti baru kanvas rem <i>spring</i> dan mur baut <i>versing</i> buritan	X	3	W	AA
Bak rantai jangkar					
25	Pembersihan dan buka pasang <i>grating</i>	AA	3	X	AB
26	Pengecatan <i>bitumastic</i>	AB	1	AA	AC
27	Naikkan jangkar dan rantai	AC	1	AB	BO
Buka dan pasang zinc anode					
28	Buka <i>zinc anode</i>	AD	1	E	AE
29	Pasang <i>zinc anode</i>	AE	1	AD	BO
Pekerjaan daun kemudi					
30	Bongkar <i>skerm bush pintle</i> , ukur ruang gerak <i>bush</i> dan pena daun kemudi	AF	2	F	AG
31	Bongkar pena dan daun kemudi diturunkan di lantai <i>dock</i>	AG	4	AF	AH,AJ



32	Bongkar tongkat Kemudi diturunkan ke lantai <i>dock</i>	AH	7	AG	AI
33	Ganti baru <i>bearing</i> dan <i>roll bearing</i>	AI	5	AH	AK
34	Buat baru daun kemudi kiri	AJ	21	AG	AK
35	Pemasangan kembali daun kemudi	AK	1	AJ	BO
Pekerjaan baling-baling,poros baling baling dan tabung pikul					
36	Bongkar <i>skerm seal</i> poros dan ukur ruang gerak poros baling-baling ki/ka	AL	1	E	AM,AN
37	Pasang <i>skerm seal</i> poros	AM	1	AL	BO
38	Bongkar baling-baling dicabut diturunkan dilantai <i>dock</i>	AN	1	AL	AO,AR
39	Baling-baling ki/ka dibersihkan, disikat kawat dan diolesi minyak	AO	2	AN	AP
40	Pemeriksaan kelurusan poros dan NDT pada bagian conis	AP	5	AO	AQ
41	Pasang kembali baling-baling	AQ	1	AP	BO
42	Tabung pikul poros baling-baling muka/belakang dicabut	AR	5	AN	AS,AT
43	Bongkar pasang dan ganti baru <i>simplex seal</i>	AS	4	AR	AU
44	Bongkar pasang, ganti baru dan pembubutan <i>crome liner</i> bagian depan dan belakang pada poros baling-baling	AT	3	AR	AU
45	Pembersihan dan tes fungsi baling-baling <i>bow thruster</i>	AU	2	AT,AS	BO
Pekerjaan Pelat					
46	<i>ultrasonic test</i>	AV	2	G	AW,AX
47	Penggantian pelat lambung	AW	12	AV	BO
48	Penggantian pelat <i>tank top</i>	AX	12	AV	BO
Pekerjaan tanki air tawar,ballast dan bahan bakar					
49	Buka/pasang <i>manhole</i> , termasuk ganti <i>packing</i>	AY	2	B	AZ
50	Buka/pasang prop dasar	AZ	2	AY	BA
51	Sisi dalam tanki dibersihkan dari kotoran air dan lumpur	BA	2	AZ	BB
52	Lumpur dibuang ke darat	BB	1	BA	BC
53	Pembersihan <i>sawage tank</i>	BC	4	B	BD
54	Ganti baru <i>packing manhole</i>	BD	1	BC	BO
Mesin					
Motor induk kanan/kiri					
55	<i>Overhaul, pressure test, chemical cleaning air intercooler</i>	BE	4	B	BF
56	Ganti baru <i>packing</i> dan <i>rubber</i>	BF	2	BE	BG
57	Ganti baru <i>seal</i> dan mur baut	BG	1	BF	BH,BI
Motor bantu					
58	Dibersihkan, <i>chemical cleaning</i> dan <i>press test</i>	BH	3	BG	BO
Pesawat bantu					
59	Mengganti <i>sparepart main air compressor</i>	BI	2	BG	BJ,BK
60	<i>Overhaul</i> , bersihkan, ganti katup yang rusak, <i>test prest</i> pada <i>auxiliary air reservoir</i>	BJ	2	BI	BK
61	Pembersihan dan ganti baru <i>packing</i> dan mur baut LO <i>cooler</i>	BK	2	BI	BO
62	Pekerjaan pipa-pipa, keran-keran dan lainnya	BL	5	B	BO
Pekerjaan electro motor					
63	<i>Overhaul</i> dan <i>magger test</i> lengkap pompa pompa	BM	2	B	BN
64	<i>Overhaul</i> dan <i>magger test</i> lengkap <i>blower</i> isap	BN	2	BM	BO
65	pelayanan <i>undocking</i>	BO	0,5	C,N,P,R,AC, AE,AK,AM, AQ,AS,AT,AU, AW,AX,BD,BH, BK,BL,BN	BP
66	Pelayanan <i>tug boat</i>	BP	0,5	BO	BQ
67	<i>Sea trial</i>	BQ	1	BP	BR

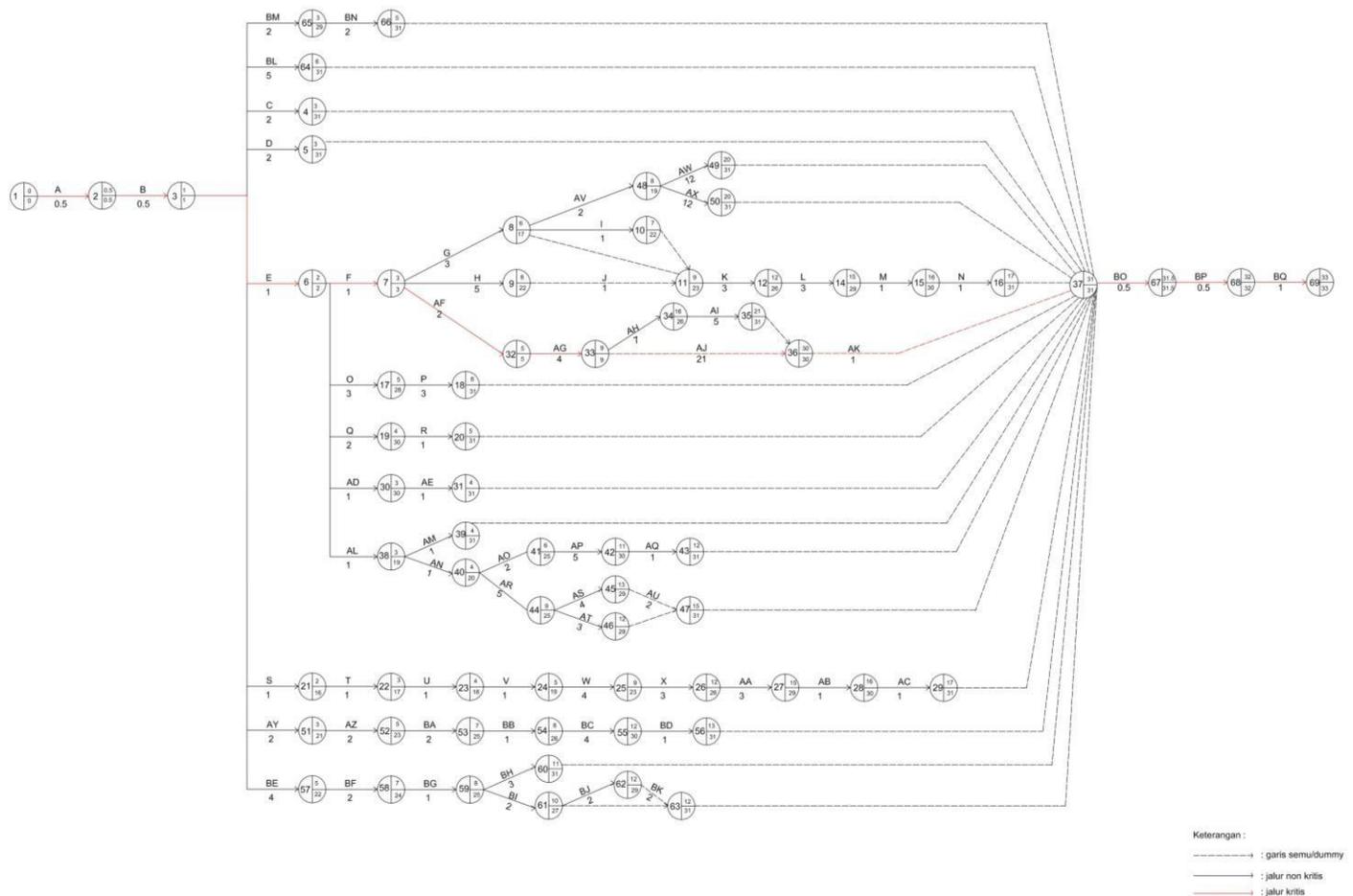




Gambar 3. Penjadwalan ulang hasil breakdown structure

Network Diagram

Network diagram merupakan visualisasi kegiatan berdasarkan *network planning* yang berisi alur pekerjaan yang dapat memperlihatkan pekerjaan pada jalur kritis dari awal mula pekerjaan sampai berakhirnya pekerjaan dalam suatu kegiatan reparasi. Network diagram dapat digunakan untuk melakukan perencanaan, pengontrolan dan juga memantau perkembangan item pekerjaan [13]. Jaringan kerja AOA (*activity on arrow*) reparasi KM Wilis disusun setelah penentuan urutan aktivitas pekerjaan, durasi dan hasil perhitungan nilai ES, EF, LS dan LF setiap aktivitas, seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram kerja KM. WILIS

Tanda panah merah pada Gambar 4 menunjukkan jalur kritis kegiatan reparasi KM. Wilis. Jalur kritis adalah lintasan dari kegiatan-kegiatan kritis. Kegiatan kritis adalah kegiatan dimana *ES* sama dengan *LF* yang tidak memiliki waktu tenggang (*float=0*). Item pekerjaan yang berada pada jalur kritis yaitu pelayanan *tug boat*, pelayanan *docking*, pekerjaan pembersihan lambung *water jet*, pekerjaan pembersihan lambung dengan sekrap, bongkar *skerm bush pintle* dan pena daun kemudi, bongkar daun kemudi diturunkan di lantai *dock*, buat baru daun kemudi kiri, pemasangan kembali daun kemudi, pelayanan *undocking*, serta pelayanan *tug boat* dan *sea trial*. Pada kegiatan-kegiatan ini estimasi waktu penyelesaian reparasi KM. Wilis dibutuhkan selama 33 hari. Perhitungan jalur kritis secara rinci ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jalur kritis kegiatan reparasi

No	Item pekerjaan	Kode	Perhitungan maju		Perhitungan mundur		Total float
			ES	EF	LS	LF	
1	Pelayanan <i>Tug Boat</i>	A	0	0,5	0	0,5	0
2	Pelayanan <i>docking</i>	B	0,5	1	0,5	1	0
3	Pekerjaan pembersihan lambung dengan <i>water jet</i>	E	1	2	1	2	0



4	Pekerjaan pembersihan lambung dengan sekrap	F	2	3	2	3	0
5	Bongkar pasang <i>skerm bush pintle</i> , ukur ruang gerak <i>bush</i> dan pena daun kemudi	AF	3	5	3	5	0
6	Bongkar daun kemudi di lantai <i>dock</i>	AG	5	9	5	9	0
7	Buat baru daun kemudi kiri	AJ	9	30	9	30	0
8	Pemasangan kembali daun kemudi	AK	30	31	30	31	0
9	Pelayanan <i>undocking</i>	BO	31	31,5	31	31,5	0
10	Pelayanan <i>Tug Boat</i>	BP	31,5	32	31,5	32	0
11	<i>Sea trial</i>	BQ	32	33	32	33	0

KESIMPULAN

Metode CPM memberikan keunggulan dalam estimasi waktu yang lebih pasti melalui identifikasi lintasan kritis dalam menguraikan urutan aktivitas yang mempengaruhi durasi pekerjaan. Hasil analisis estimasi waktu reparasi KM Wilis menunjukkan bahwa total waktu yang dibutuhkan adalah 33 hari. Lintasan kritis terdiri dari kegiatan pelayanan *tug boat*, pelayanan *docking*, pekerjaan pembersihan lambung *water jet*, pekerjaan pembersihan lambung dengan sekrap, bongkar *skerm bush pintle* dan pena daun kemudi, bongkar daun kemudi diturunkan di lantai *dock*, buat baru daun kemudi kiri, pemasangan kembali daun kemudi, pelayanan *undocking*, serta pelayanan *tug boat* dan *sea trial*. *Network diagram* merupakan visualisasi kegiatan berdasarkan *network planning* yang berisi alur pekerjaan yang dapat memperlihatkan pekerjaan pada jalur kritis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tarman, Ulum, R. B., Ramdhan, G., 2022, Penjadwalan Proyek Mini Market dengan Menggunakan Metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT di PT. Indomarco Prismatama, Jurnal Teknologika (Jurnal Teknik-Logika-Matematika).
- [2] Padaga, K. L., 2018, *Scheduling Based on Analyzing Factors of Delay on Ship Repair Projects : Study Case MV. Blossom*, Tugas Akhir, ITS.
- [3] Istiqomah, R. M., Mulyatno, P. I., Sisworo, J. S., Hadi, S. E., dan Mursid, O., 2021, Penjadwalan Ulang Kapal Reparasi TB. Patra Tunda 3001 dengan Metode Jalur Kritis, Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan, Vol. 12, Issue 2.
- [4] Andhani, K., Mulyatno, P., Wibawa, A., dan Santosa, B., 2020, *Reschedule* Reparasi Kapal KN. KUMBA 470 DWT dengan *Critical Path Method* di Galangan Semarang, Jurnal Teknik Perkapalan, Vol. 8 (3), <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>.
- [5] Sahril, 2022, Analisis Manajemen Waktu Menggunakan Metode CPM dan PERT pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Bangkisang, Tugas Akhir, Teknik Sipil, Universitas Islam Riau.
- [6] Hadicara, D., 2023, Penerapan metode PERT dan CPM pada pembangunan jalan tinjomoyo–Sekaran, Tesis, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- [7] Syaiful, A., 2018, Analisis Penjadwalan Ulang dengan Menggunakan Metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) (*Rescheduling Analysis With PERT Method*), Universitas Islam Indonesia, hal. 1–72.
- [8] Iwawo, E., Tjakra, J., dan Pratasis, P., 2016, Penerapan Metode CPM Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pembangunan Gedung Baru Kompleks Eben Haezar Manado), Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.9.
- [9] Barihazim, R., 2018, Analisa Perencanaan Proyek Decommissioning pada *Production Barge Seagood 101*, Tugas Akhir, ITS.
- [10] Wirawan, G., 2017, Penerapan Metode *Critical Chain Project Management* (CCPM) dan *Critical Path Method* (CPM) pada Penjadwalan Proyek Perbaikan Kapal BC30002, Tugas Akhir, ITS.
- [11] Somantri, A., 2005, Studi Tentang Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Penambahan Ruang Kelas di POLITEKNIK Manufaktur pada PT. Haryang Kuning, Skripsi, Universitas Widyatama.
- [12] Tardok, E. L., 2018, Analisis Percepatan Waktu Menggunakan Metode CPM dan PERT pada Proyek Pembangunan Dermaga Pelabuhan Tanjung Priok, Tugas Akhir, ITS.
- [13] Zanri, I., Santosa, B., dan Mulyatno, I., 2023, Optimalisasi Penjadwalan Ulang Perbaikan Kapal Hiu Macan Tutul dengan Menggunakan Metode CPM, Jurnal Teknik Perkapalan, Vol 11, No 1.

