THESIS – MN142532

JUDUL: PERENCANAAN REPARASI KAPAL FERRY UNTUK EFISIENSI WAKTU *DOCKING* DENGAN METODE *FLASH*

WISNU FIRSTDHITAMA
4115203008

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM

PROGRAM MAGISTER
TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER
SURABAYA
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

HALAMAN JUDUL

THESIS – MN142532

JUDUL: PERENCANAAN REPARASI KAPAL FERRY UNTUK EFISIENSI WAKTU *DOCKING* DENGAN METODE *FLASH*

WISNU FIRSTDHITAMA
4115203008

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM

PROGRAM MAGISTER
TEKNIK PRODUKSI DAN MATERIAL KELAUTAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER
SURABAYA
2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERENCANAAN REPARASI KAPAL FERRY UNTUK EFISIENSI WAKTU *DOCKING* DENGAN METODE *FLASH*

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Wisnu Firstdhitama
4115203008

Tanggal Ujian : 19 Januari 2018
Periode Wisuda : September 2018

Disetujui Oleh :

1. Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
   NIP. 19691231 200604 1 178 (Pembimbing I)

2. Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM.
   NIP. 19611015 198703 1 003 (Pembimbing II)

3. Prof. Ir. Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.D
   NIP. 19590505 198403 1 012 (Penguji)

4. Dr. Ir. Heri Supomo., M.Sc.
   NIP. 19640416 198903 1 003 (Penguji)

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Prof. Ir. Daniel Mohammad Rosyid,Ph.D
NIP. 19610702 198803 1 003

PERENCANAAN REPARASI KAPAL FERRY UNTUK EFISIENSI WAKTU *DOCKING* DENGAN METODE *FLASH*

Nama Mahasiswa : Wisnu Firstdhitama
NRP : 4115203008
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., M.M

ABSTRAK

Sebagai negara kepulauan di Indonesia kapal ferry mempunyai peran yang sangat vital untuk melayani angkutan penumpang dan barang dengan jarak pendek. Pada operasinya armada kapal ferry ini memiliki frekuensi kedatangan dan keberangkatan yang ketat, sehingga waktu *docking*nya harus dilakukan sesingkat mungkin dan terjadwal dengan baik. Namun pada kasusnya diperiode *spesial docking* ini dalam penyelesaiannya masih relatif cukup lama yakni 37 hari untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan reparasi.

Pada penelitian ini mengambil studi kasus reparasi kapal penumpang jenis ferry di salah satu galangan kapal di Madura. Permasalahan yang biasa terjadi di galangan kapal adalah penyelesaian pekerjaan kritis, dimana jika terjadi keterlambatan penyelesaian, maka pekerjaan reparasi lainnya juga akan terjadi keterlambatan dalam penyelesaiannya. Dengan demikian dari permasalahan tersebut perlu dilakukan penjadwalan ulang melalui metode *FLASH Fuzzy Logic Aplication for Schedulling* dimana metode ini lebih sistematis, sederhana dan akurat dalam merencanakan penjadwalan pekerjaan reparasi.

Penjadwalan ulang dengan metode *FLASH* ini dilakukan melalui analisis data *historical repair* yang sudah ada untuk menentukan waktu yang efisien dalam realisasi pekerjaan, selanjutnya dengan bantuan kuisioner didapatkan nilai tingkat kepercayaan pada beberapa faktor yang mempengaruhi keterlambatan dalam penjadwalan serta kesesuaian *class matter*. Dengan didapatkan data-data tersebut, selanjutnya dilakukan olah data dengan bantuan *software microsoft excel* 2010 ,QM-*window*s versi-4 dan matlab v-2.0. Dari hasil komputasi didapatkan efisiensi waktu dari pekerjaan reparasi dengan pengaturan penjadwalan penyelesaian 25 hari dengan tingkat kepercayaan sebesar 90 persen dan tingkat kesesuaian dari faktor yang mempengaruhi dalam penjadwalan sebesar 39 persen.

Kata kunci : Metode FLASH, Efisiensi waktu *docking*, Penjadwalan galangan kapal.

FERRY SHIP REPAIR PLANNING FOR EFFICIENT DOCKING TIME BY USING FLASH METHOD

Name of Student	: Wisnu Firstdhitama
Student Identity Number	: 4115203008
Supervisor	: Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc.
	Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., M.M

ABSTRACT

As an archipelagic country in Indonesia ferry has a very vital role to serve passenger and freight transport with short distance. In operation the fleet of ferry a have tight arrival and departure frequency, the docking time should be done as short as possible and well scheduled. But in the case of this special period of docking in completion is still relatively long enough that is 37 days to complete all the repairs work.

This study takes a case study of ferry passenger ship time in a shipyards in Madura. The common problem in the shipyard is time completion of repair critical works, where if there is a delay in settlement, other reparations work will also be delayed in the settlement. Thus from these problems need to be rescheduled through FLASH Fuzzy Logic Application for Scheduling method where this method is more systematic, simple and accurate in planning the scheduling of reparation work.

This rescheduling using FLASH method is done by analyzing historical historical data to determine the efficient time in the realization of the work. Furthermore, with the help of questionnaires, it is found that the level of confidence in several factors influences the delay in scheduling and class matter. With the data obtained, then done data though with the help of Microsoft Excel 2010 software, QM-windows version-4 and matlab v-2.0. From the computation results obtained the time efficiency of the reparation work with the arrangement of the scheduling of completion of 25 days with a confidence level of 90 percent and the level of suitability of the factors that affect the scheduling of 39 percent.

Keywords: FLASH method, Efficiency of docking time, Scheduling.

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya, sehingga penulisan tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tesis ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Pascasarjana Teknik Kelautan, Program Studi Teknik Produksi dan Material Kelautan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari dalam penulisan tesis ini dapat terselesaikan atas bantuan banyak pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Kepada kedua orang tua khususnya ibunda Sriyati yang telah memberikan doa serta dukungan moril dan materiil untuk dapat konsisten dalam melanjutkan study Pascasarjana hingga terselesaikannya tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. I Ketut Suastika, M.Sc. Sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan penuh kesabaran, ketulusan, dan ketekunan memberikan bimbingan serta dorongan demi terselesaikannya penulisan tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Buana Ma'ruf, M.Sc., MM. Sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan menyediakan waktu untuk asistensi serta memberikan pengarahan kepada penulis guna kesempurnaan penulisan tesis ini.
4. Bapak Prof. Ir.Achmad Zubaydi, M.Eng., Ph.d. dan Bapak Dr. Ir. Heri. Supomo., M.Sc. Sebagai Dosen Penguji yang telah menyempatkan waktu dalam menguji tesis ini.
5. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. Selaku Dosen wali dan Kepala Departemen Teknik Perkapalan.
6. Staf Departemen Teknik Perkapalan, khususnya Bapak Sudiono yang telah memberikan informasi akademis dan mempersiapkan segala hal bagi pelaksanaan ujian tesis ini.
7. Kepala Galangan Kapal PT. Ben Dockyard. cabang kamal Madura, Bapak Ir. Timbul Wijaya yang telah memberikan ijin untuk penelitian diarea galangan kapal.

8. Kepala Teknik dan Reparasi PT. Ben Dockyard. cabang kamal madura, Bapak Suwarno serta Wakil Kepala Teknik dan Reparasi Bapak Dedi Utomo, serta seluruh staf Galangan Kapal yang telah memberikan kontribusinya selama penulis melakukan penelitian di Galangan kapal.
9. Kepala cabang ASDP Surabaya beserta staf dan pegawai pelaksana pengedokan.
10. Seluruh Awak Buah Kapal (ABK) Departemen Deck dan Departemen Mesin yang juga turut memberikan kontribusi bagi penulis selama Kapal menjalani pengedokan.
11. Pihak Subkontraktor Galangan Kapal PT. Ben Dockyard cabang kamal Madura yang telah memberikan keterangan mengenai penyelesaian pekerjaan reparasi kapal.
12. Rekan-rekan Program Pasca Sarjana ITS tahun 2015, khususnya Program Studi Teknik Produksi dan Material Kelautan.
13. PT. Etam Kalimantan Raya, khususnya dukungan dari rekan kerja cabang gresik yang secara tidak langsung memberikan dukungan pada penyelesaian studi Pasca Sarjana dan penulisan tesis ini.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan, yang secara tidak langsung dengan berbagai cara telah membantu terselesaikannya penulisan tesis ini.

Akhirnya dengan segala upaya maksimal tesis ini telah tersusun, Semoga Allah SWT membalas segala bantuan yang telah diberikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini, oleh karena itu dengan penuh keterbukaan penulis bersedia menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan penulisan dimasa yang akan datang.

Akhir kata yang penulis sampaikan, semoga tesis ini bermanfaat sebagai literasi untuk dunia pendidikan dan dunia perkapalan khususnya untuk penulis sendiri.

Surabaya, 27 januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebagai negara kepulauan Indonesia terdiri atas 17.504 pulau baik pulau besar dan kecil, serta beberapa pulau yang dihubungkan oleh beberapa perairan selat. Maka untuk mendukung mobilitas distribusi ekonomi masyarakat antar pulau satu dengan pulau-pulau seberang lainnya, diperlukan peran dari transportasi penyeberangan yang secara terjadwal melayani kebutuhan angkutan penyeberangan tanpa kendala apapun.

Sebagai penunjang dalam memfasilitasi dan melayani kebutuhan angkutan penyeberangan, salah satu pihak operator kapal penyeberangan yakni. PT. ASDP Indonesia Ferry yang memiliki 30 rute jalur penyeberangan ferry diseluruh Indonesia secara konsisten melayani kebutuhan angkutan secara terjadwal dengan volume angkutan yang bertambah setiap tahunnya (ASDP, 2017). Ketersediaan jumlah armada dengan kebutuhan volume angkutan yang padat seringkali membuat armada kapal yang melayani penyeberangan menambah frekuensi kedatangan dan keberangkatan kapal, hal ini secara tidak langsung dapat berpengaruh pada kondisi fisik kapal, mengingat frekuensi sandar kapal di dermaga pelabuhan dibutuhkan olah gerak kapal yang cepat saat proses sandar. Dengan demikian potensi kerusakan dan keausan dapat terjadi meskipun tidak secara langsung dampaknya.

Untuk dapat mencegah, mengurangi serta menanggulangi dampak dari potensi kerusakan tersebut diperlukan aktifitas *preventive* (pencegahan) dan *corrective* (perbaikan) secara tepat dan sesuai dengan aturan dari yang disyaratkan klasifikasi kapal tersebut. Diantara ketentuan yang disyaratkan menurut jenis dan klasifikasi kapal yang diikuti adalah periode survey kapal, adapun jenis surveynya disesuaikan dengan jenis kapal dan operasi kapal tersebut.

Adapun periode survey yang disyaratkan adalah survey *docking* lah yang dijadikan acuan untuk mampu rawatan kapal secara menyeluruh terutama badan kapal dibawah garis air, selain itu dalam *docking* kapal dapat menjaga standar

performance kapal dan dapat menjamin pada operasi kapal hingga periode survey berikutnya. periode survey *docking* ini secara umum meliputi *annual survey* (survey tahunan), *intermediate survey* (survey pertengahan) dan *special survey* (survey khusus, 5 tahunan pembaharuan kelas).

Dalam kasus pada beberapa survey *docking* kasus *owner* (pemilik kapal) sulit menyesuaikan waktu *docking* kapal pada periode *special survey* atau *docking* 5 tahunan pembaharuan kelas yang tepat menurut jadwal operasi kapal serta menentukan galangan kapal dalam realisasinya, hal ini dapat dimengerti mengingat proses dari *docking special survey* ini membutuhkan waktu yang cukup panjang dalam penyelesaiannya di galangan kapal yang menyangkut item reparasi dari hasil inspeksi survey kelas.

Dilain pihak dari sudut pandang galangan kapal salah satu faktor yang dapat mendukung cepat atau lambannya penyelesaian proses *docking repair* adalah faktor kondisi dan usia kapal serta beberapa faktor yang lain. Dalam beberapa realisasi penyelesaian rata-rata reparasi kapal yang melakukan pengedokan, estimasi waktu penyelesaian adalah 14 hari pada pekerjaan reparasi umum di galangan kapal yang meliputi ; pekerjaan perawatan lambung kapal di bawah garis air, perawatan sistem propulsi, perawatan kemudi, serta perawatan peralatan tambat (*anchor handling*). Namun dalam kasusnya pada pengedokan kapal jenis ferry ini diperiode *special survey* masih relatif cukup lama yakni 37 hari pada penyelesaian *docking repair*. Asumsinya jika beberapa faktor kondisi dari kapal dapat mempengaruhi penambahan item reparasi dalam proses penyelesaianya, maka estimasi waktu penyelesaian dari pekerjaan reparasi dapat dipastikan bertambah.

Dengan demikian dapat dipahami dua sudut pandang tersebut adalah bagaimana dari kepentingan pihak pemilik kapal mempercayakan armadanya untuk dilakukan *docking repair* dengan waktu yang singkat sesuai standar yang disyaratkan, begitu juga pihak galangan kapal bagaimana memaksimalkan seluruh kemampuan galangan kapal dalam menangani order *docking* dengan realisasi durasi penyelesaian yang seefisien dan sesingkat mungkin.

Berkaitan dengan uraian sudut pandang permasalahan diatas maka dilakukan penelitian dilapangan pada salah satu galangan kapal PT. Ben Sentosa cabang Madura dan obyek penelitian pada salah satu kapal milik PT. ASDP Indonesia Ferry melakukan *docking repair* periode *special survey*. Dengan demikian dari penelitian tersebut akan didapatkan data *existing* mengenai sistem penjadwalan saat ini dan selanjutnya dilakukan sistem penjadwalan dengan metode *FLASH* efisiensi waktu penyelesaian dari realisasi pekerjaan *docking repair* di galangan kapal jika menangani reparasi pengedokan kapal jenis ferri, dan selanjutnya dijadikan pendekatan dalam menentukan waktu yang efisien dalam realisasi pekerjaan pengedokan kapal.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut maka akan dikaji dan dianalisis untuk selanjutnya dikembangkan melalui metode untuk mengatasi permasalahan yang diangkat pada penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana *scheduling* pekerjaan reparasi *(special survey)* yang ada dan aplikasinya digalangan kapal selama ini.
2. Bagaimana merencanakan *schedulling* reparasi kapal metode *schedule* yang lebih efisien dan paling tepat pada galangan kapal saat *docking* berdasarkan realisasi hasil survey klasifikasi kapal dan pengembangan pekerjaan reparasi kapal dari faktor kondisi kapal.
3. Bagaimana memberi rekomendasi kepada pihak galangan kapal tentang upaya percepatan pekerjaan reparasi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dalam penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan kondisi riil dan aplikasi dalam penjadwalan pekerjaan reparasi di galangan kapal, khususnya pekerjaan reparasi dari hasil survey klasifikasi kapal di periode *special survey docking*.
2. Menyusun *schedule* reparasi kapal yang efisien dan terencana berdasarkan penerapan teknik penjadwalan pekerjaan reparasi dengan

metode *fuzzy* yang menggunakan lingkup pekerjaan reparasi sebelumnya.

3. Memberikan masukan atau rekomendasi khususnya kepada galangan kapal sebagai pelaksana order reparasi kapal.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengestimasi lebih awal waktu yang dapat direalisasikan berdasarkan hasil survey, dan kondisi kapal
2. Merencanakan pola *schedule* pada masing-masing grup kerja dengan skema waktu yang efisien
3. Sebagai bahan masukan bagi pihak galangan kapal dalam perencanaan dan pengendalian jadwal pada pekerjaan reparasi, terkait realisasi dan pengembangan pekerjaan tambahan.

1.5. Hipotesa

Karakteristik tipe kapal ferry penyeberangan adalah manuver, kecepatan bongkar muat yang cepat dan tingkat frekuensi kunjungan kapal antar pelabuhan yang tinggi. Namun dengan tingkat frekuensi sandar di kedatangan antar pelabuhan sangat tinggi kemungkinan tingkat potensi kerusakan juga cukup tinggi. Sejalan dengan resiko kerusakan tersebut, salah satu upaya dalam meminimalkan potensi kerusakan adalah inspeksi di periode survey *docking* dengan demikian dapat ditentukan tingkat reparasi dan perbaikan secara maksimal. Namun jadwal pelayanan kapal penyeberangan yang padat, jadwal waktu *docking* untuk perbaikan pun singkat sehingga beberapa item dari pekerjaan reparasi mengalami penundaan untuk periode *docking* selanjutnya.

1.6. Batasan Masalah

Dari perumusan masalah tersebut, maka penelitian ini dibatasi pada beberapa hal sebagai berikut :

1. Fokus penelitian ini adalah pada *class matter* (sesuai *rules* klasifikasi) pada item pekerjaan reparasi, perbaikan, maupun perawatan berkala pekerjaan *docking*.
2. Data penelitian diperoleh berdasarkan data primer dan wawancara dengan pemilik kapal dan galangan kapal yang menjadi obyek studi kasus.
3. Obyek kapal yang diteliti adalah kapal ferry 1483 *gross tonage* dan data *historical repair (special survey)* dari tahun 2015 sampai dengan 2016 di lokasi galangan kapal Ben Sentosa cabang Madura.
4. Diasumsikan tidak ada penambahan fasilitas dan peralatan galangan kapal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2
KAJIAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Studi Kasus

Studi kasus pada penelitian ini difokuskan dan berlokasi di galangan kapal PT. Ben Sentosa cabang Madura. Menurut data yang diperoleh, galangan kapal PT. Ben sentosa merupakan galangan kapal yang didirikan tahun 1993 yang berkantor pusat berada di jalan nilam barat 20, dan sebagai pengembangan usaha galangan kapal, di tahun 1999 didirikan galangan kapal untuk kantor cabang di madura. Sebagai galangan kapal cabang yang memiliki 3 divisi yakni divisi produksi, pemasaran, dan keuangan yang seluruhnya terdiri dari beberapa kepala bagian termasuk kantor cabang galangan kapal. Dalam menjalankan fungsi dan tugas operasional galangan kapal, di galangan cabang madura ini memiliki fasilitas utama yaitu area lahan kering sepanjang 300 meter dan lebar 40 meter yang digunakan sebagai *dry docking area* dan fasilitas pendukung lainnya meliputi gudang material, bengkel pipa, bengkel *valve*/keran, bengkel *propeller* dan bengkel kelistrikan serta peralatan pendukung lainnya berupa *mobile crane*, *forklift*, mesin bending dan *roll* pelat serta kompressor. Selama didirikan hingga saat ini galangan kapal PT. Ben Sentosa cabang Madura telah melayani order reparasi kapal dari berbagai jenis mulai dari kapal *general cargo*, tanker, ferry, kapal ikan, *tug-boat*, tongkang, SPOB, juga kapal-kapal milik pemerintah.

Dalam penelitian ini ditujukan pada salah satu kapal penyeberangan selat, milik PT.ASDP Indonesia Ferry yang melakukan reparasi di periode *special docking*, dengan tonase 1483 GT *(gross tonage)* yang dibangun tahun 2005.

Secara rinci lingkup permasalahan pada kapal jenis ferry adalah frekuensi tingkat kedatangan dan sandar kapal antar pelabuhan sangat tinggi, maka kemungkinan tingkat potensi kerusakan cukup tinggi pula. Untuk meminimalisir potensi kerusakan yang lebih besar adalah dengan dilakukan perawatan secara berkala, namun karena tingkat operasi kapal yang tinggi, kegiatan perawatan berkala kemungkinan kurang maksimal dan hampir tidak mungkin dilakukan

kecuali jika dalam kondisi darurat. Dengan demikian salah satu kegiatan yang dapat secara maksimal dalam perawatan maupun reparasi kapal adalah saat kapal memasuki periode *docking* secara berkala, dengan beberapa item survey dan hasil rekomendasi untuk mereparasi kondisi kapal yang nantinya akan dilaksanakan oleh pihak galangan kapal. Namun dalam psosesnya beberapa pekerjaan reparasi masih terjadi keterlambatan dalam penyelesaiannya, dan dalam hal ini mempengaruhi penyelesaian pekerjaan lainnya, sehingga terjadi perpanjangan waktu penyelesaian reparasi kapal *(docking days)*.

Pada satu kasus *docking repair* kapal jenis ferry ro-ro diperiode *special docking* dalam realisasi penyelesaian reparasi kapal selama 37 hari, hal ini terjadi karena faktor yang berupa hambatan teknis diawal, sehingga menghambat kelancaran dalam penyelesaian reparasi kapal. Dalam proses *docking* kapal, kelancaran dalam pelaksanaan reparasi kapal merupakan harapan kedua belah pihak yakni pemilik kapal *(owner)* dan galangan kapal *(dockyard),* selain karena efisiensi waktu dan sumber daya juga menyangkut kuantitas dan kualitas galangan kapal dalam merealisasikan order *docking kapal*.

Dengan demikian dalam penjadwalan pekerjaan reparasi kapal jenis ferry ro-ro untuk dapat semaksimal mungkin pekerjaan terealisasi seluruhnya saat kapal berada diatas *dock,* sehingga setelah kapal turun *dock* tidak mengganggu pekerjaan untuk persiapan operasi kapal setelah *docking*.

2.2. Tinjauan Reparasi Kapal

Sebagai negara maritim, peran industri galangan kapal nasional sangat penting di dalam menunjang perekonomian nasional, khususnya di sektor transportasi laut, baik untuk peremajaan/pengadaan armada kapal nasional maupun sebagai sarana perawatan/perbaikannya (Ma'ruf, 2006). Secara umum dalam sistem pemeliharaan struktur hasil rekayasa teknik, menjaga dan mempertahankan keandalan suatu sistem yang bergerak dinamis serta memiliki aspek ekonomi adalah suatu aktifitas yang dipandang perlu dan harus dilakukan secara berkelanjutan. Hal tersebut dalam tinjauan operasi dipandang sangat perlu, sebab suatu struktur dibangun berdasarkan fungsi dan kegunaannya namun

memiliki batasan-batasan dalam aspek teknisnya. Sedangkan dari sudut pandang aspek ekonomi hal tersebut berkaitan dalam investasi dari sebuah sistem.

Pemeliharaan, perawatan atau *Maintenance* adalah aktivitas agar komponen atau sistem yang rusak akan dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode waktu tertentu (Blischke,et al, 2003). Sebagaimana diuraikan sebagai berikut :

Pada umumnya perawatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dapat dibedakan menjadi dua :

1. *Corrective maintenance* (Perbaikan kerusakan)

   Perawatan atau pemeliharaan yang dilakukan terhadap suatu struktur yang sudah mengalami kerusakan, atau lebih sering disebut sebagai perbaikan (reparasi).

Secara umum pada kegiatan *corrective maintenance* lebih bersifat perbaikan yakni menunggu sampai kerusakan terjadi terlebih dahulu, dengan kata lain pada suatu struktur dimaksimalkan bekerja untuk memenuhi target produksi sampai tahap tertentu, kemudian baru dilakukan perbaikan sesuai standar agar struktur fasilitas produksi maupun peralatan yang ada dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi sehingga operasi dalam proses produksi dapat berjalan lancar dan kembali normal.

Sesuai fungsi dan tujuan kegunaaanya, struktur peralatan produksi dapat menjamin kinerja dalam tujuan produksi sampai pada batas tertentu. Dengan asumsi lama masa pakai peralatan produksi dapat memenuhi target-target produksi tanpa kendala dan perubahan teknis apapun selama peralatan produksi dapat bekerja dengan normal tanpa pemeliharaan berkala. Pada beberapa kasus suatu perusahaan menerapkan sistem *corrective maintenance*, dimana hanya saat terjadi kerusakan peralatan produksi baru dapat ditangani dengan menghentikan proses produksi dan mengalokasikan seluruh sumber daya untuk memperbaiki beberapa kerusakan yang terjadi. Namun beberapa peralatan produksi yang lain masih aktif beroperasi untuk mendukung operasi produksi pada sistem yang mengalami *corrective maintenance*.

2. *Preventive maintenance* (Pencegahan kerusakan)

   Maintenance jenis ini sering disebut *time based maintenance*. Merupakan suatu kegiatan perawatan yang dilakukan pada selang waktu yang telah ditentukan sebelumnya untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan kondisi yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada saat beroperasi.

Jadi dalam pengertian *Preventive maintenance* atau pemeliharaan preventif adalah merupakan suatu metode pemeliharaan yang bersifat pencegahan dan bertujuan untuk mengurangi terjadinya gangguan serta memperpanjang jangka waktu *life cycle time* (usia pakai peralatan produksi). Pada beberapa kasus di perusahaan yang mengandalkan operasional peralatan produksi, kegiatan *preventive maintenance* dilakukan secara berkala berdasarkan periode *maintenance* yang disyaratkan oleh spesifikasi teknis dari pabrik pembuatnya.

Secara umum kegiatan *preventive maintenance* ini membutuhkan alokasi waktu dan sumber daya perusahaan, namun untuk dampak jangka panjang kegiatan *preventive* ini mampu menjaga investasi perusahaan yang berkaitan dengan peralatan produksi untuk penggunaan jangka panjang. Sehingga dengan demikian pentingnya metode *preventive maintenance* jika terprogram dalam *schedule* rutin perusahaan terutama pada penggunaan peralatan-peralatan maupun struktur yang dioperasikan.

Pada pelaksanaannya kegiatan pemeliharaan *preventive maintenance* berbeda dengan kegiatan produksi meskipun masih dalam lingkup manajemen produksi, hal yang membedakan adalah *schedulle* atau jadwal pelaksanaan. Untuk melakukan kegiatan *preventive maintenance* perlu mempertimbangkan beberapa faktor kondisi sebelum melakukan metode kegiatan berkala tersebut, faktor kondisi tersebut berkaitan dengan estimasi waktu kegiatan yang meliputi inspeksi awal, penilaian kondisi peralatan produksi, pengambilan keputusan, dan langkah kerja. Sehingga dalam pelaksanaannya dapat ditentukan realisasi waktu dari awal hingga akhir kegiatan.

Dari uraian mengenai sistem pemeliharaan *corrective maintenance* dan *preventive maintenance* adalah bagaimana realisasi pekerjaan keduanya dapat dilakukan dalam program perencanaan jangka pendek, menengah maupun, jangka panjang. Dalam kaitannya perencanaan reparasi kapal yang merupakan struktur produksi jasa pengangkutan, perencanaan program tersebut lebih pada pembagian alokasi waktu pada pekerjaan yang berkaitan perbaikan dari struktur material dan komponen kapal. Dalam realisasinya penjadwalan pekerjaan reparasi yang direncanakan mengikuti periode survey yang diikuti dan disyaratkan oleh ketentuan *class matter* dari kapal tersebut.

Mengingat sebagian besar konstruksi badan kapal maupun sistem yang ada diatas kapal bekerja secara terus menerus sepanjang daerah operasinya, maka tidak menutup kemungkinan terjadinya keausan pada bagian konstruksi badan kapal, maupun komponen dari sistem kapal tersebut. Dengan demikian untuk mempertahankan struktur dan keandalan kapal, perlu dilakukan reparasi kapal yang bersifat permanen dan dilakukan digalangan kapal.

Mengingat pentingnya menjaga fungsi operasi dari sebuah kapal, maka dilakukan suatu perencanaan perbaikan sesuai dengan standar yang disyaratkan. Dalam menentukan perencanaan reparasi kapal secara sederhana langkah-langkah yang harus ditempuh mengikuti prosedur secara umum sebagaimana dijelaskan sebagai berikut (Alwi & Hasan,2009) :

1. Mengumpulkan semua data pemeliharaan
2. Membuat standar perbaikan peralatan vital
3. Menyusun prosedur kerja (SOP) pemeliharaan maupun perbaikan
4. Plot *schedulling* kedalam program tahunan.

Pada dasarnya sistem perawatan dan reparasi kapal *(Plan Maintenance System)* adalah suatu pola sistem manajemen teknik yang harus dilakukan sebagai bagian kaidah teknis dari prosedur operasional kapal, serta dijalankan secara bersama namun ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan sehubungan dengan *Plan Maintenance System* yakni alokasi waktu yang berhubungan erat dalam penjadwalan dalam pekerjaan reparasi di galangan

kapal. Hal yang berkaitan tersebut adalah standarisasi perbaikan yang mengacu kelaiklautan sebuah kapal.

Dalam riset sistem manajemen disebutkan bahwa, sistem manajemen pemeliharaan memiliki fungsi yang sangat kompleks dalam menetukan rencana pemeliharaan secara berkala (Dhillon, 2002). Adapun beberapa aspek yang terkait antara lain :

- Merencanakan dan memperbaiki peralatan atau fasilitas sesuai standar awal.
- Melakukan perawatan preventif secara sistematis dengan mengembangkan dan menerapkan program kerja yang dijadwalkan secara rutin untuk tujuan mempertahankan peralatan operasional serta mencegah terjadinya degradasi sebuah sistem peralatan
- Merencanakan anggaran pemeliharaan secara rinci beserta kebutuhan material sesuai kebutuhan
- Mengelola persediaan untuk memastikan bahwa bagian-bagian / bahan yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan pemeliharaan tersedia
- *Inventory* / *report* pada penggunaan peralatan *maintenance* serta rincian pemeliharaan
- Mengembangkan pendekatan yang efektif untuk memantau kegiatan pemeliharaan
- Mengembangkan teknik yang efektif untuk menjaga personil operasi, tingkat atas manajemen, dan kelompok terkait lainnya menyadari kegiatan pemeliharaan
- *Reviewing* rencana pemeliharaan fasilitas baru
- Menerapkan metode untuk meningkatkan keselamatan kerja dan mengembangkan keamanan program pemeliharaan yang berhubungan dengan peralatan bergerak
- Merencanakan item spesifikasi dalam kontrak pemeliharaan maupun perbaikan dan memeriksa pekerjaan yang dilakukan oleh kontraktor untuk memastikan kepatuhan dengan persyaratan kontrak dalam hal pemeliharaan.

Industri galangan kapal adalah industri yang padat karya, padat modal dan padat teknologi (Ma'ruf, 2010). Dengan demikian salah satu pertimbangan pertama dalam kegiatan reparsi kapal dan kaitannya dalam percepatan reparasi adalah bagaimana merencanakan kegiatan perawatan ataupun reparasi kapal di galangan kapal dapat dilakukan dengan alokasi sumber daya sendiri (pemilik kapal), atau dilakukan dengan alokasi sumber daya pihak luar (galangan kapal, subkontraktor). Mengingat beberapa hal yang disyaratkan berkaitan dengan periode survey dari operasional kapal.

Dengan demikian fungsi dan tujuan sistem rencana perawatan dan perbaikan kapal sebagaimana disebutkan sebelumnya adalah bagaimana perawatan dan reparasi kapal dapat direalisasikan dalam penjadwalan di galangan kapal, sehingga memaksimalkan kegiatan reparasi kapal dengan hasil yang permanen dan efisiensi waktu dalam penyelesaiannya. Sehingga baik melalui metode *corrective* maupun *preventive* yang dilaksanakan saat kapal *docking* dapat mempertahankan fungsi standar yang disyaratkan *class matter* dari kapal tersebut.

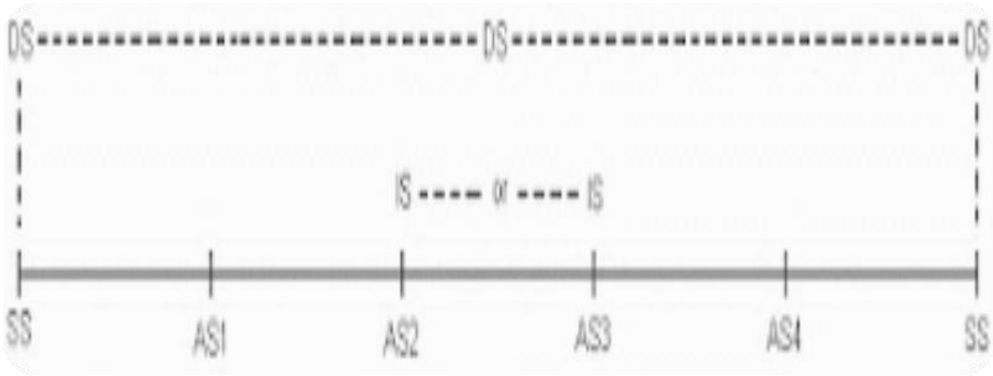
2.3. Analisis Teknis *Docking* Kapal Berdasarkan Periode Survey

Berdasarkan ketentuan klasifikasi kapal, kapal yang dibangun dibawah badan klasifikasi kapal yang diakui harus dilaksanakan pemeriksaan secara berkala diatas *dock* dengan tujuan memelihara kapal dan mengembalikan suatu struktur maupun peralatan menjadi sediakala pada kondisi laik laut dan siap beroperasi, serta dari segi pemilik kapal atau operator dapat memenuhi jadwal pemuatan tepat pada waktunya tanpa suatu kendala apapun.

Disamping itu pihak klasifikasi menetapkan beberapa periode survey yang harus dipenuhi pemilik kapal untuk terjaminnya kelaiklautan kapal, periode survey tersebut telah ditetapkan secara periodik sejak kapal tersebut diluncurkan pertama kali dari galangan kapal pembuatnya, diantara beberapa survey kapal untuk kapal yang sudah beroperasi dengan kelas BKI untuk kapal dengan notasi A100SM (BKI, 2012).

2.4. Jenis Survey Pada Kapal Niaga

Dalam prosesnya periode survey yang harus dilakukan adalah untuk mempertahankan kelas, dimana mencakup ketentuan sesuai konvensi internasional tentang keselamatan jiwa di laut. Pada periode survey bagi kapal dengan konstruksi baja dan dengan notasi kelas biro klasifikasi indonesia, terdiri dari survey kapal periodik dan survey kapal non periodik (SOLAS, 2009; data diperoleh dari BKI., 2005).



Gambar 2.1 Skema jadwal survey periodik pada *Annual survey*, *Intermediate survey* sampai dengan *Special survey* (Data gambar diperoleh dari *Rules for classification and survey*, BKI vol I., 2009)

Beberapa jenis survey periodik secara umum bagi kapal niaga dengan konstruksi baja antara lain (BKI, 2005) :

2.4.1. *Annual Survey* (AS) / Survey tahunan

Survey tahunan adalah survey periodik yang dilaksanakan tiap tahun sesuai tanggal jatuh temponya dengan rentang waktu *(time window)* 3 bulan sebelum dan sesudah jatuh tempo.

Diantara survey yang dilakukan pada periode *annual survey* antara lain :

1. Pemeriksaan Lambung.
   a. Lambung di atas garis air beserta alat penutupannya (geladak cuaca, ambang dan tutup palka, palka kecil, pintu kedap cuaca dan jendela cahaya, pipa udara, pipa duga beserta penutupannya, ventilasi udara beserta penutupannya, kubu-kubu berikut lubang pembebasan dan pagar, tingkap

sisi dan jendela termasuk penutupannya, pintu muat dan bukaan lainnya yang sejenis pada lambung, ruang muat, geladak kedua, ruang mesin dll, skaper, pipa pembuangan dan katup, bangunan atas, rumah geladak, dan alat penutupannya, kondisi umum tiang *mast*, dudukan batang derek, dan pondasi kran).

b. Perlengkapan jangkar dan peralatan tambat

c. Semua pintu kedap air pada sekat kedap air (bila ada)

d. Efisiensi dari sistem pengoperasian manual dan atau otomatis dari pintu anti kebakaran (bila ada)

e. Perlindungan terhadap bahaya kebakaran dan jalan penyelamatan darurat

2. Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Mesin dan Listrik

a. Mesin utama dan perlengkapannya

b. Mesin bantu dan generator listrik

c. Kompresor, pompa, peralatan pemindah panas, dll

d. Sistem poros dan baling-baling (poros antara, poros baling-baling dan sistem kekedapan sejauh memungkinkan).

e. Katup-katup laut

f. Jalan penyelamatan darurat

g. Semua susunan pencegahan bahaya kebakaran dan peledakan.

h. Semua peralatan utama dan bantu dari kemudi termasuk perlengkapan dan sistem kontrolnya.

i. Peralatan komunikasi antara anjungan, ruang kontrol kamar mesin, dan ruang mesin kemudi.

j. Pemeriksaan eksternal terhadap bejana tekan termasuk katup keamanan dan manometer (bila ada)

k. Pemeriksaan eksternal terhadap ketel uap dan perlengkapan termasuk peralatan pengaman (bila ada)

l. Sumber tenaga listrik utama dan darurat, papan hubung dan peralatan listrik lainnya (termasuk alat kontrol dan peralatan pemindah).

m. Mesin-mesin geladak

3. Peralatan Pemadam Kebakaran

a. Kendali jarak jauh untuk penghentian kipas angin, instalasi mesin serta suplai bahan bakar di dalam kamar mesin
b. Alat penutup ventilasi, ruang cerobong gas buang, jendela cahaya,koridor dan terowongan
c. Sistem pemadam kebakaran, deteksi asap beserta perlengkapannya

4. Ketentuan survey tambahan (untuk kapal penyeberangan ferry dan ro-ro)

a. Pemeriksaan pada *Outer and inner bow door*, pada pintu *rampdoor* yang berada dihaluan
b. Pemeriksaan pada *stern door*, pada pintu *rampdoor* yang berada di buritan
c. Pemeriksaan *side doors*, pada pintu *rampdoor* yang berada di samping.

Sebagai bagian dari survey lambung (pemeriksaan pintu *rampdoor*), khusus pada kapal penyeberangan ferri ro-ro ditambahkan pada periode *annual survey*, *intermediate survey*, dan *special survey*.

2.4.2. *Intermediate Survey* (IS) / Survey Pertengahan

Survey antara dapat dilaksanakan bersamaan dengan survey tahunan kedua dan paling lambat pada survey tahunan ketiga. Item survey pertengahan pada dasarnya sama dengan item survey tahunan namun ditambah dengan item survey sebagai berikut :

1. Pemerikasaan Tangki *Ballast*

Inspeksi untuk kapal umur di atas 5 tahun s/d 10 tahun

a. Pemeriksaan internal tangki yang dipilih yang digunakan untuk *ballast* air laut.
b. Bila pada pemeriksaan tersebut di atas tidak ditemukan cacat pada konstruksi, pemeriksaan dapat dibatasi dengan anggapan bahwa lapisan cat pelindung masih baik.

Inspeksi untuk kapal yang berumur di atas 10 tahun

1. Pemeriksaan internal seluruh tangki yang digunakan untuk *ballast* air laut.

2. Bila pada pemeriksaan tersebut di atas tidak ditemukan cacat pada konstruksi, pemeriksaan dapat dibatasi dengan anggapan bahwa lapisan cat pelindung masih baik

   Untuk tangki alas ganda :

   - Bila ditemukan kerusakan yang cukup berarti pada lapisan cat pelindung, korosi atau cacat lainnya pada tangki *ballast* air laut atau apabila pada saat kapal dibangun tidak digunakan lapisan cat pelindung, maka pemeriksaan dapat diperluas ke tangki *ballast* lainnya yang sejenis.
   - Apabila ditemukan lapisan cat pelindung rusak dan tidak diperbaiki atau apabila tidak menggunakan lapisan cat pelindung saat kapal dibangun, kelas dapat dipertahankan dengan catatan tangki tersebut harus diperiksa internal dan diadakan pengukuran ketebalan pelat pada setiap survey tahunan berikutnya.

2. Pemeriksaan Permesinan dan Instalasi Listrik
   a. Pengukuran tahanan isolasi jaringan (hanya dilakukan pada saat kapal dalam keadaan bebas gas).
   b. Pengukuran simpang poros engkol mesin induk
   c. Pengukuran simpang poros engkol mesin bantu (bila memungkinkan).
   d. Pengukuran tahanan isolasi untuk generator, elektromotor, papan hubung utama, alat-alat listrik dan kabel.

2.4.3. *Special Survey (SS)* / Pembaruan Kelas

Survey pembaruan kelas dikenal dengan SS adalah survey yang dilaksanakan setiap lima tahun sekali (setiap berakhirnya masa berlaku Sertifikat Klasifikasi) dan dilaksanakan di atas dok.

Diantara item survey pada pembaruan kelas antara lain :

1. Pemeriksaan Lambung
   a. Lambung di bawah garis air (pelat alas, pelat sisi, linggi haluan dan linggi buritan, kotak laut berikut kelengkapannya, daun kemudi, tongkat kemudi, pena kemudi, pengukuran ruang main bantalan kemudi).

b. Lambung di atas garis air beserta alat penutupannya (pelat sisi, geladak cuaca, ambang dan tutup palka, palka kecil, pintu kedap cuaca dan jendela cahaya, pipa udara, pipa duga beserta penutupannya, ventilasi udara beserta penutupannya, kubu-kubu berikut lubang pembebasan & pagar, tingkap sisi dan jendela termasuk penutupannya, pintu muat & bukaan lainnya yang sejenis pada lambung, ruang muat, geladak kedua, ruang mesin dll, skaper, pipa pembuangan dan katup, bangunan atas, rumah geladak, dan alat penutupannya, kondisi umum tiang *mast*, dudukan batang derek, dan pondasi kran).

c. Seluruh pelat kulit di atas & di bawah garis air termasuk pelat lunas dan *sea chest*, pelat & penguat ambang palka & tutup palka, seluruh pelat geladak utama, tiga penampang melintang 0,5 L pada tengah kapal, bagian dalam FPT & APT, geladak bangunan atas terbuka yang dipilih (*poop, bridge* dan *forecastle deck*) harus di *ultrasonic test*.

A. Untuk kapal umur di atas 5 tahun s/d 10 tahun

1. Pemeriksaan internal untuk semua tangki air (air tawar dan air laut) dan tangki muatan.
2. Bila pada pemeriksaan tersebut di atas tidak ditemukan cacat pada konstruksi, pemeriksaan dapat dibatasi dengan anggapan bahwa lapisan cat pelindung masih baik, *pressure test* tangki dapat ditiadakan.
3. Untuk tangki bahan bakar *(double bottom)* bagian depan & belakang, bila hasil pemeriksaan internal baik, pemeriksaan tangki lainnya dapat diabaikan.
4. Untuk tangki bahan bakar tinggi (FO *deep tank*), tangki minyak pelumas dan *feed water tank* dapat dipilih salah satu tangki, bila hasil pemeriksaan internal baik, tangki yang lainnya dapat diabaikan.

B. Untuk kapal yang berumur 10 tahun s/d 15 tahun

1. Pemeriksaan internal dan *pressure test* seluruh tangki air (air tawar dan air laut).
2. Untuk tangki bahan bakar, minyak pelumas dan feed water tank diperiksa internal dan diuji dengan max. *working pressure*.
3. Untuk semua tangki muatan diperiksa internal dan diuji hidrolik (diisi air sampai bagian atas ambang tangki muatan) atau uji tekan dengan udara (max. 0,2 bar)

C. Untuk kapal yang berumur di atas 15 tahun

- Semua tangki harus diperiksa internal secara cermat dan dilaksanakan uji tekan sampai tinggi pipa limpah.

d. Peralatan jangkar dan peralatan tambat

Untuk jangkar dan rantai jangkar harus dikalibrasi untuk SS ke-2 dan seterusnya.

e. Semua pintu kedap air pada sekat kedap air (bila ada)

f. Efisiensi dari sistem manual dan atau otomatis dari pintu anti kebakaran (bila ada)

g. Sistem pemadam kebakaran

- Kendali jarak jauh untuk penghentian kipas angin, instalasi mesin serta suplai bahan bakar didalam kamar mesin
- Alat penutup ventilasi, ruang cerobong gas buang, jendela cahaya, koridor dan terowongan
- Sistem pemadam kebakaran, deteksi asap beserta perlengkapannya

2. Mesin dan Instalasi Listrik

a. Mesin utama dan perlengkapannya harus dibuka lengkap dan diperiksa (Uji coba mesin utama berikut kelengkapannya, setelah mesin utama selesai dirakit kembali).

b. Mesin bantu dan generator listrik harus dibuka lengkap dan diperiksa (Uji coba mesin bantu dan generator listrik, setelah mesin bantu dan generator listrik selesai dirakit kembali)

c. Kompresor, pompa, peralatan pemindah panas, dll (Bagian-2 dari kompresor, pompa, peralatan pemindah panas dibuka / diperiksa dan diuji coba),

d. Katup-katup laut harus dibuka, dirawat dan diperiksa

e. Semua susunan pencegahan bahaya kebakaran dan peledakan

f. Semua peralatan utama dan bantu (darurat) dari kemudi termasuk perlengkapannya dan sistem kontrol

g. Peralatan komunikasi antara anjungan, ruang kontrol kamar mesin dan ruang mesin kemudi

h. Pemeriksaan eksternal & internal serta uji hidrolik 1,5 x tekanan kerja bejana tekan termasuk katup keamanan dan manometer

i. Pemeriksaan eksternal terhadap ketel uap dan perlengkapan termasuk peralatan pengaman

j. Sumber tenaga listrik utama dan darurat, papan hubung dan peralatan listrik lainnya

k. Mesin-mesin geladak

3. Survey periodik dan pengujian bagian terpisah dari sistem propulsi dan sistem kemudi (Survey poros baling-baling)

   - Sistem poros dan baling-baling (Pemeriksaan poros antara, poros baling-baling dan sistem kekedapan sejauh memungkinkan, pengukuran ruang main poros baling-baling, poros baling-baling dicabut dan diperiksa, dan pemeriksaan baling-baling)

4. Survey periodik dan pengujian terpisah bagian-bagian mesin (Survey boiler, *pressure vessel, thermal oil plant*, dll)

   a. Pemeriksaan eksternal ketel uap dilaksanakan setiap tahun Pemeriksaan internal ketel uap dilaksanakan 2 – 3 tahun sekali, pemeriksaan dilaksanakan dengan membuka ketel uap.

   b. Pada semua kapal yang menggunakan ketel uap dan atau bejana tekan lainnya dan masing-masing perlengkapannya sebelum dioperasikan harus diuji hidrolik dengan tekanan kerja yang menjamin ketel uap atau bejana

tekan tersebut dan perlengkapannya cukup kuat dan sesuai dengan disain sebagai berikut :

- Desain dan material digunakan;
- Tujuan yang dimaksudkan
- Kondisi kerja *(working conditions)* di bawah yang digunakan; dan setiap ketel uap atau bejana tekan dan perlengkapannya harus dirawat dalam kondisi yang efisien.
  - Ketentuan tersebut akan memudahkan proses *cleaning* dan inspeksi ketel uap dan bejana tekan.

2.4.4. *Docking Survey* / Survey Pengedokan

Dalam satu periode masa berlaku kelas (lima tahunan) kapal harus melaksanakan 2 (dua) kali survey pengedokan yaitu; survey pengedokan I (survey pengedokan antara / *intermediate*) dan survey pengedokan II (survey pengedokan SS *Special Survey*) pada survey pengedokan II merupakan salah satu item pemeriksaan survey pembaruan kelas. Khusus untuk kapal penumpang, survey pengedokan merupakan salah satu item pemeriksaan survey tahunan.

Ketentuan survey pengedokan berdasarkan pada periode *docking* adalah sebagai berikut:

1. Kapal kelas A100 setiap 24 bulan maksimal 30 bulan
2. Kapal kelas A90 setiap 18 bulan maksimal 24 bulan
3. Kapal penumpang akomodasi > 12 penumpang setiap 12 bulan

Materi dalam survey pengedokan

A. Lambung (survey alas) , meliputi :

   a. Pemeriksaan pelat alas dan pelat sisi, termasuk beberapa komponen yang melekat, kotak laut, kemudi, tongkat kemudi, pipa pembuangan dan pipa pengering air (*water drain pipes*), termasuk juga penutupnya. Untuk SS ke-3 dan seterusnya semua pelat kulit harus diukur ketebalannya.

   b. Pemeriksaan sistem kemudi *(steering gear)*, meliputi pelat daun kemudi, *flens* kopling kemudi, baut pas kemudi, tongkat kemudi, pena kemudi, bantalan dan ruang main kemudi. Bila hasil pengukuran ruang main tongkat kemudi dan pena kemudi sudah mendekati toleransi yang

diijinkan atau bila dari hasil pemeriksaan dicurigai adanya kerusakan, maka tongkat kemudi harus dicabut.

B. Sistem kemudi utama dan darurat harus diuji coba operasionalnya

a. Pemeriksaan perlengkapan yang menempel pada pelat kulit, seperti misalnya *bilge keel*, *shaft bracket*, jika ada.
b. Pemeriksaan kotak laut dan saringannya berikut baut-baut pengikatnya harus dibuka.
c. Pemeriksaan bagian lainnya, seperti terowongan *bow thruster* (jika dilengkapi).

Pemeriksaan jangkar beserta perlengkapan kapal (khusus SS jangkar dan rantai jangkar harus dikalibrasi), tali tambat, pipa urlup dan bak rantai jangkar.

C. Permesinan dan sistem propulsi, meliputi :

Pemeriksaan poros baling - baling, bantalan poros, baling - baling, kopling *flens*. Untuk lebih detail pelaksanaannya sebagai berikut :

a. Pengukuran ruang main bantalan serta kekedapan perapat tabung poros
b. Pemeriksaan kelurusan dan keretakan pada poros baling – baling (daerah tirus)
c. Pemeriksaan baling - baling untuk memastikan tidak adanya kerusakan, keretakan atau korosi karena adanya kavitasi pada daun baling - baling.
d. Pemeriksaan kopling *flens* dan baut-baut pas
e. Untuk CPP, gigi pengatur kisar & bagian-bagian yang bekerja dari perlengkapan baut-baut daun baling-baling diperiksa dengan *magnetic particle test*
f. LO *tank low level alarm*, pengukuran temperatur oli peralatan, sistim pipa LO dan pompa sirkulasi LO

C. Sistem sirkulasi air laut

Pemeriksaan katup-katup laut, katup isap dan katup-katup buang yang berada dibawah geladak lambung timbul, serta sambungan-sambungan pada sistem perpipaannya harus dibuka dan diperiksa dengan tujuan untuk memastikan kondisi dan tingkat keausan katup dan pipa tersebut.

2.5. Jenis Survey yang Disyaratkan Pada Kapal Ferry Ro-ro

Beberapa lingkup survey pada periode *annual survey* dan *special survey* yang disyaratkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia, serta untuk mempertahankan kelas untuk kapal penumpang dan barang tipe ferry ro-ro berdasarkan ketentuan kelas yang diikuti kapal tersebut antara lain. (BKI, 2012). :

2.5.1. Survey lambung

Pada bagian lambung berdasarkan lingkup survey tahunan harus dilakukan pemeriksaan visual secara menyeluruh, hal ini di asumsikan pada beberapa daerah konstruksi kapal yang dicurigai mengalami tingkat korosi yang dapat berkurangnya ketebalan pelat konstruksi. Beberapa toleransi korosi dan keausan pelat antara lain.

a. Kekuatan memanjang

   Pengurangan modulus penampang tengah kapal yang diijinkan maksimum : 10 persen

b. Kekuatan setempat

   Pengurangan maksimum tebal (t) pelat dan pelat bilah profil pada permukaan yang luas (t_k) yang diijinkan :

   untuk $t \leq 11,5$ mm : $t_k = 1,5$ mm

   untuk $t > 11,5$ mm : $t_k = 0,09\ t + 0,45$ mm, maksimum 3,0 mm

   Batas pengurangan maksimum ketebalan setempat (luasan kecil) yang dijijinkan : 0,2 t.

   Apabila lambung dan bagian konstruksi lainnya terbuat dari baja dengan kekuatan luluh *(yield strenght)* 460 N/mm^2 dan keatas, pengujian *ultrasonic* tambahan terhadap sambungan las tumpul *(butt weld)* harus dilaksanakan sesuai dengan ketentuan BKI *Supplementary Rules for Application of Steel with Yield Strength of* 460 N/mm^2.

c. Tangki-tangki

   1. Tangki *ballast*

      Untuk kapal yang berumur 5 sampai dengan 10 tahun, jika menggunakan tanki *ballast* air laut harus diperiksa untuk kerusakan korosi dan atau kerusakan pada lapisan pelindungnya *(hard coating)*

2. Tangki bahan bakar, tangki pelumas dan tangki air tawar

   Untuk pemeriksaan khususnya tangki bahan bakar, tangki pelumas dan tangki air tawar dilakukan pengujian tekanan udara dengan tekanan tidak melampaui 0,2 bar.

2.5.2. Survey pintu *rampdoor*

Pada bagian *(rampdoor)* pintu haluan, pintu lambung samping dan pintu buritan diwajibkan dilakukan survey pengujian pada bagian-bagian pintu sebagai berikut :

a. Pin pengaman silinder, siku-siku penyangga, *back-up brackets* (apabila ada) dan sambungan pengelasannya
b. Pin engsel, siku penyangga, *back-up brackets* (apabila ada) dan sambungan pengelasannya
c. Kait pengunci, siku penyangga, *back-up brackets* (apabila ada) dan sambungan pengelasannya
d. *Locating and stopper device* termasuk sambungan pengelasannya
e. Uji kekedapan pintu *rampdoor* : melalui uji semprot atau yang sepadan dilaksanakan
f. Uji NDT dan pengukuran tebal pelat pintu *rampdoor* pada titik-titik yang diduga mengalami penyimpangan.

2.5.3. Survey jangkar

Salah satu persyaratan dalam survey *docking* yakni survey jangkar yang dilaksanakan prosesnya ketika kapal *docking*, pemeriksaan jangkar antara lain :

a. Rantai jangkar harus direntangkan agar keausan dan kerusakan dapat diperiksa untuk seluruh panjangnya. Diameter rata-rata rantai jangkar sekurang-kurangnya ditentukan pada 3 mata rantai setiap segel
b. Pengurangan diameter rata-rata rantai jangkar yang diijinkan maksimum adalah 12 persen
c. Pengurangan berat jangkar yang diijinkan maksimum adalah 10 persen

2.5.4. Survey sistem kemudi

Sistem kemudi kapal adalah salah satu persyaratan survey *docking*, beberapa bagian kemudi kapal yang harus diperiksa sesuai prosedur survey antara lain :

a. Daun kemudi, kopling kemudi, bantalan kemudi, dan tongkat kemudi serta pena kemudi dalam kondisi terpasang dilakukan uji coba operasional dan pada ruang main tongkat kemudi harus diukur dan dicatat
b. Daun kemudi, tongkat kemudi dan pena kemudi harus dilepas dari kedudukannya untuk diperiksa dari kemungkinan terjadinya korosi.

2.5.5. Survey sistem propulsi

Dalam ketentuan kelas survey sistem propulsi yang wajib dilakukan pemeriksaan dalam periode survey *docking* antara lain :

a. Poros baling-baling dan harus dicabut untuk pemeriksaan secara menyeluruh terhadap kemungkinan terjadinya keretakan, aus, dan kavitasi
b. Baling-baling dilepas dari kedudukannya dan diperiksa secara visual terhadap kemungkinan retak, deformasi, akibat kavitasi.

2.5.6. Survey permesinan

Survey permesinan dalam periode *docking* dilaksanakan menurut jenis dan jumlah mesin yang terpasang dikapal menurut data kelas yang diikuti, berikut ketentuan yang diperiksa dalam survey permesinan.

a. Mesin induk
   - Pengukuran defleksi pipi engkol *(crankshaft)* mesin induk
   - Pemeriksaan komponen mesin induk berdasarkan jam pemakaian mesin yang telah dicapai dalam kondisi terbuka antara lain ; silinder, tutup silinder, piston, batang piston, baut pengikat, poros engkol dan semua bantalannya
   - Pemeriksaan batang pengikat, rangka, pondasi mesin dan elemen pengikatnya
   - Pemeriksaan sistem injeksi, pompa dan kompresor gandeng, *supercarger*, saluran isap dan buang, pendingin udara masuk, peralatan monitor,

peralatan kontrol, peralatan pelindung dan pengaman peralatan start, peralatan pembalik dan olah gerak.

b. Mesin bantu

- Pengukuran defleksi pipi engkol *(crankshaft)* mesin bantu
- Pemeriksaan komponen mesin bantu berdasarkan jam pemakaian mesin yang telah dicapai dalam kondisi terbuka antara lain ; silinder, tutup silinder, piston, batang piston, baut pengikat, poros engkol dan semua bantalannya
- Pemeriksaan sistem injeksi, pompa, saluran isap dan buang, peralatan monitor, peralatan kontrol, peralatan pelindung dan pengaman peralatan *start*.

c. Instalasi kelistrikan

Berdasarkan ketentuan prosedur survey (BKI) mengenai kelistrikan kapal yang mensyaratkan bahwa peralatan listrik dan kabel dalam ruangan-ruangan tertutup dengan kemungkinan bahaya gas harus diperiksa. Pengukuran tahanan isolasi dilaksanakan (hanya pada kondisi bebas gas), selain itu pemeriksaan kondisi kelistrikan meliputi :

- Perlindungan pembumian *(ground)* dari komponen sistem kelistrikan setempat.
- Kondisi isolasi perlengkapan kelistrikan secara visual dalam kondisi aman sesuai fungsinya.
- Kondisi isolator lapisan terluar kabel dan penyambungan antar kabel harus diperiksa
- Uji kondisi fungsi peralatan otomatis dan alarm terkait.
- Perlengkapan listrik termasuk generator pembangkit listrik dari mesin bantu, panel papan pembagi, termasuk peralatan pelindung dan penguncinya *(interlock)*, maupun jaringan kabelnya, diperiksa dan dilakukan pengukuran tahanan isolasi *(merger test)*.

c. Bejana tekan

Bejana tekan yang harus diperiksa sesuai peraturan konstruksi BKI, pemeriksaan internal dan eksternal setiap 5 tahun atau setiap survey pembaruan kelas. Diantara ketentuan uji bejana tekan antara lain :

- Uji tekan hidrolik harus dilaksanakan pada uji tekanan 1,5 kali tekanan kerja maksimum yang diijinkan. Jika tekanan kerja maksimum kurang dari 2 bar, maka tekanan uji harus sebesar paling sedikit 1 bar diatas tekanan kerja maksimum yang diijinkan.
- Bejana tekan yang dibuat berdasarkan standar DIN 4810, menurut standar tersebut harus diuji 1,3 kali tekanan kerja yang diijinkan. Tekanan uji dalam apapun tidak boleh melebihi tekanan uji awal.

2.5.7. Survey pemadam kebakaran dan alarm kebakaran

Dalam ketentuan survey beberapa hal yang harus diperiksa dan diuji antara lain :

- Sistem pemadam kebakaran utama, termasuk selang dan nosel
- Sistem pemadam kebakaran gas
- Sistem pemadam kebakaran bubuk kering
- Sistem pemadam kebakaran busa
- Sistem percik termasuk sistem pemercik kabut air
- Sistem pemadam kebakaran tetap lainnya
- Peralatan pemadam kebakaran jinjing termasuk unit *applicator* busa jinjing
- Sistem alarm dan deteksi kebakaran
- Penutup kebakaran (peredam kebakaran / *fire dampers*, jendela cahaya kamar mesin dll
- Peralatan baju tahan api dan perlengkapannya.

Dari beberapa hal mengenai ketentuan yang disyaratkan oleh *class matter* dalam survey *docking* pada kapal penumpang ferry ro-ro, bahwa prosedur dalam mempertahankan kelas dan pembaharuan kelas kapal, termasuk reparasi beberapa bagian kapal mensyaratkan pekerjaan dilakukan digalangan kapal. Hal ini dimaksudkan bahwa pekerjaan reparasi yang dilakukan digalangan kapal sesuai

dengan standar dari data-data kelas kapal yang diikuti serta terjaminnya SOP *Standar Operasional Prosedure* dalam reparasi kapal.

2.6. Jenis Pekerjaan Galangan Kapal Saat Kapal *Docking*

Secara umum beberapa item pekerjaan yang dilakukan pada saat kapal melakukan pengedokan secara berkala menurut jenis suryey *docking* nya adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan pelayanan umum

   Pada pekerjaan ini merupakan bagian dari pelayanan dari galangan kapal terhadap kapal dan *crew* kapal ketika akan memasuki dan selama berada di area *dock*.

   Pelayanan umum ini meliputi : pelayanan penundaan *(tug-boat)*, asistensi *handling* kapal naik turun *dock*, *docking*/*undocking*, *supply* aliran listrik, supply air tawar, fasilitas pemadam kebakaran, fasilitas pembuangan limbah.

2. Pekerjaan lambung

   Pekerjaan lambung ini dimulai dari pembersihan lambung (*scrapping* dan *sandblasting*), sampai pengecatan keseluruhan lambung kapal. Serta dilakukan pemeriksaan kelas oleh surveyor, yang meliputi pengukuran ketebalan pelat, penggantian pelat lambung yang terkorosi maupun deformasi jika kedapatan terjadi pengurangan atau degradasi pelat lambung.

3. Pekerjaan *anchor handling*

   Pekerjaan ini meliputi pekerjaan perawatan jangkar dengan menurunkan jangkar beserta rantai jangkar dan dilakukan pemeriksaan oleh klasifikasi kapal. Pada pekerjaan *anchor handling* ini adalah kalibrasi peralatan tambat kapal yang meliputi, pembersihan jangkar, rantai jangkar, pengukuran diameter rantai, perawatan *swivel* rantai, pembersihan bak rantai jangkar *(chain locker)*, dan pengecatan secara keseluruhan dengan cat khusus *(bitumastic)*.

4. Pekerjaan pada sistem permesinan kapal

   Pekerjaan ini meliputi pekerjaan Pengukuran metal jalan dan metal duduk pada mesin induk maupun pada mesin bantu, pekerjaan semi *overhoul*

maupun *overhoul* keseluruhan mesin induk maupun mesin bantu sesuai rekomendasi klass, pemeriksaan merger test kelistrikan serta panel-panel listrik, pemeriksaan kondisi pompa-pompa, kalibrasi tabung udara tekan sesuai persyaratan.

5. Pekerjaan pada sistem propulsi

   Pekerjaan ini meliputi pemeriksaan as *propeller* beserta bantalannya sesuai periode *survey docking* saat ini sesuai kondisi jika memungkinkan hanya dilakukan perawatan dan jika melewati toleransi diadakan reparasi dan penggantian, pelepasan *propeller* beserta daun *propeller* jika menggunakan *propeller* jenis Cpp untuk dilakukan pembersihan dan dilapisi cat khusus serta pengukuran berat masing-masing bilah daun serta.

6. Pekerjaan pada sistem perpipaan

   Pekerjaan ini meliputi perawatan, reparasi maupun penggantian katup laut *(sea valve)* keran-keran dikamar mesin, penggantian pipa-pipa yang keropos terkorosi.

7. Pekerjaan tanki-tanki

   Pekerjaan ini meliputi pembersihan *(cleaning)* pada tanki-tanki kapal yang meliputi, tanki air tawar, tanki *ballast*, tanki bahan bakar, tanki minyak lumas (apabila dilakukan penggantian pelumas), tangki ruang kemudi, tanki got (limbah buangan dibawah kamar mesin).

8. Pekerjaan pada alat-alat keselamatan kapal

   Pekerjaan ini meliputi perbaikan alat-alat penolong, alat pemadam kebakaran (sesuai masa berlakunya *(expiry date)*).

2.7. *Schedule Docking Repair* Ditinjau dari Aspek Operasi Kapal

Dalam kaitannya dengan *schedule* periode *docking* kapal adalah jumlah frekuensi sandar kapal terjadwal di pelabuhan dalam waktu tertentu, atau disebut *round time* operasi kapal. Dalam kaitan periode *survey docking* kapal (untuk kapal jenis penyeberangan ferry) peranan waktu operasi kapal, dan frekuensi sandar kapal turut berpengaruh pada potensi kerusakan kapal, namun potensi resiko tersebut tidak langsung terjadi secara signifikan namun bertahap dalam kurun

waktu tertentu dan biasanya terlihat dampaknya saat mendekati atau memasuki periode survey *docking*.

Dengan demikian jadwal operasi kapal yang padat dan terjadwal pada saat memasuki periode survey *docking*, biasanya yang dilakukan adalah survey berkala kapal diatas permukaan, dengan pertimbangannya adalah bahwa kapal dapat di lakukan penundaan waktu *docking* dengan asumsi bahwa lambung kapal dibawah garis air masih dalam kondisi memungkinkan untuk dilakukan penundaan *docking* dalam jangka waktu yang ditentukan oleh kelas.

Dalam hal penundaan waktu *docking* tersebut sehubungan dari aspek operasi kapal, maka ada jeda waktu bagi manajemen pemilik kapal menentukan galangan kapal mana yang lebih tepat dalam merealisasikan pekerjaan reparasi dalam jangka waktu yang singkat menurut jumlah repair list dari hasil survey kelas. Kemudian dalam kurun waktu sebelum habis masa berlaku dari periode *partial survey* (survey penundaan). Maka pihak galangan kapal sudah dapat merencanakan *schedule* realisasi dan penyelesaian reparasi berdasarkan *repair list* dari pihak pemilik kapal.

Merencanaan item perbaikan dapat dilakukan dengan *historical repair* sebelumnya maupun dari *loog book* (buku catatan harian operasi kapal), hal ini dimungkinkan untuk prediksi dari awal mengenai penambahan pekerjaan reparasi untuk dapat direalisasikan semaksimal mungkin. Sehingga setelah kapal *docking* dan beroperasi, tidak terdapat kemungkinan pekerjaan pemeliharaan maupun reparasi yang tertanggung hingga periode *docking* selanjutnya.

2.8. Kondisi *Existing* Galangan Kapal

Dalam studi kasus salah satu galangan kapal kelas menengah yang cukup sesuai dengan kondisi *existing* saat ini, galangan kapal *docking repair* PT. Ben Dockyard yang dipilih dalam penelitian. Hal ini dimaksudkan dimana galangan menengah yang banyak dipilih oleh pemilik kapal untuk melakukan *docking* berkala sesuai periode survey *docking* namun untuk fasilitas dan situasi dan kondisi serta fasilitas, hanya galangan Ben Dockyard yang memiliki kriteria yang terdiri 3 cabang galangan kapal dengan masing-masing lokasi antara lain.

1. Galangan pusat Nilam surabaya

Sebagai kantor pusat, galangan nilam memiliki memiliki fasilitas utama yaitu *graving dock*. Fasilitas *graving dock* memiliki kapasitas panjang 85 meter, lebar 20 meter, dan kedalaman 5 meter. *Graving dock* dengan kapasitas 2500 DWT ini dipergunakan untuk *docking repair* dan *floating repair*. Layanan yang dapat dikerjakan di Nilam fokus pada reparasi kapal, mulai dari reparasi kapal penumpang hingga kapal *coaster*.

Fasilitas pendukung lainnya berupa :

1. Gudang Material
2. Bengkel Pipa
3. Bengkel *Valve*
4. Bengkel *Propeller*
5. Bengkel Kelistrikan

Peralatan pendukung lainnya berupa :

1. *Mobile Crane*
2. *Forklift*
3. Kompresor

2. Galangan cabang Probolinggo

Galangan cabang Probolinggo memiliki fasilitas utama yang dimiliki galangan Probolinggo adalah *Slipway*. Di galangan ini, ada 4 jalur *Slipway* dengan panjang masing-masing 100 meter. 2 jalur slipway dengan kapasitas masing-masing 100 DWT dan 2 jalur lainnya dengan kapasitas 1000 DWT. Galangan ini mempunyai fokus untuk melayani kapal-kapal kayu, khususnya kapal ikan dan kapal barang. Selain itu, di sini juga melayani kapal *ferry* hingga kapal kerja seperti *tug boat*.

Fasilitas pendukung lainnya berupa:

1. Gudang Material
2. Bengkel Pipa
3. Bengkel *Valve*
4. Bengkel *Propeller*
5. Bengkel Kelistrikan

Peralatan pendukung lainnya berupa :

1. *Mobile Crane*
2. *Forklift*
3. Kompresor
4. Mesin Bubut

3. Galangan cabang kamal Madura

Secara garis besar kondisi *existing* galangan kapal saat ini yang berlokasi di kamal kabupaten bangkalan Madura memiliki fasilitas yang mendukung pekerjaan *docking repair* sebagai berikut :

1. *Building berth* area

   Dry docking airbag dengan area lahan kering sepanjang 300 meter dan lebar 40 meter

2. *Workshop* area
   a. Gudang material
   b. Bengkel pipa
   c. Bengkel *valve*
   d. Bengkel *propeller*
   e. Bengkel permesinan dan kelistrikan
3. Peralatan pendukung *(ship repairing unit)*
   a. *Mobile crane* kap. 2 ton
   b. *Overhead crane* kap. 5 ton
   c. *Compressor* dan *air bag* unit
   d. *Manlift* dan *forklift* masing-masing kap. 1 ton
   e. Mesin bending dan mesin *roll* pelat

Dengan demikian maka penulis mengambil satu lokasi dari cabang galangan kapal pesisir pantai dengan sistem penaikan kapal diatas *dock* dengan menggunakan sistem tarik mekanis, yakni di cabang kamal bangkalan madura. Berdasarkan kondisi *existing* galangan kapal dapat disimpulkan bahwa sistem kerja untuk kegiatan reparasi kapal dilaksanakan diarea *dry docking* area, yakni setelah kapal berada diatas *keel block* maka proses pengerjaan reparasipun

dimulai. Namun pada pekerjaan khusus seperti pekerjaan *propeller* dan *as-propeller* pemeriksaan dan reparasi dilaksanakan di bengkel *propeller*.

Dari hasil pengamatan dilapangan, aktifitas pekerjaan reparasi maupun survey-survey lanjutan dikerjakan secara bersamaan saat kapal telah berada diatas *keel block*. Sehingga pekerjaan yang dilakukan secara bersamaan sering terjadi *delay time* yakni menunggu setelah pekerjaan sebelumnya selesai, namun durasi waktunya tidak terlalu panjang akan tetapi akumulasi dari perpanjangan waktu yang dilakukan mempengaruhi penyelesaian pekerjaan utama dari penjadwalan.

2.9. *Existing Schedule*

Industri galangan kapal di Indonesia belum sukses dan cenderung tidak terarah, seperti tidak memiliki strategi (Ma'ruf 2014). Demikian juga dalam hal reparasi kapal untuk setiap *docking repair* di galangan kapal masih cenderung menerapkan strategi *partnership* atau kesesuaian pelanggan yang dalam hal ini agar pemilik kapal lebih sering mempercayakan pada satu galangan kapal. Hal ini juga menyebabkan kondisi Persaingan usaha reparasi kapal yang semakin ketat, sehingga selain prinsip *partnership* atau kesesuaian pelanggan, maka dengan keterbatasannya galangan kapal sedapat mungkin fokus dalam ketepatan waktu penyelesaian *docking* kapal disamping pertimbangan kualitas hasil reparasi kapal. Dengan demikian secara tidak langsung pemilik kapal memiliki kepercayaan untuk pengedokan kapalnya kembali pada periode *docking* mendatang.

Berdasarkan pengalaman pekerjaan reparasi kapal sejak tahun 1993 PT. Ben santosa dalam aktifitasnya sejauh ini, untuk mendapatkan order *docking* sebanyak mungkin ditengah persaingan galangan reparasi kapal yang sejenis masih mengadaptasi konsep *partnership,* dimana kepercayaan pelanggan *(owner ship)* dengan galangan kapal *(dock yard)* diharapkan dapat memberi keuntungan kedua belah pihak. Namun implementasinya pada galangan kapal sendiri adalah bagaimana merealisasikan pekerjaan reparasi dalam penjadwalan yang efisien dan penyelesaian yang singkat, disamping hambatan teknis yang mempengaruhi.

Sesuai pengamatan penulis dilapangan, khususnya galangan kapal yang berada di pesisir pantai dengan metode penaikan kapal diatas *dock* melalui sistem

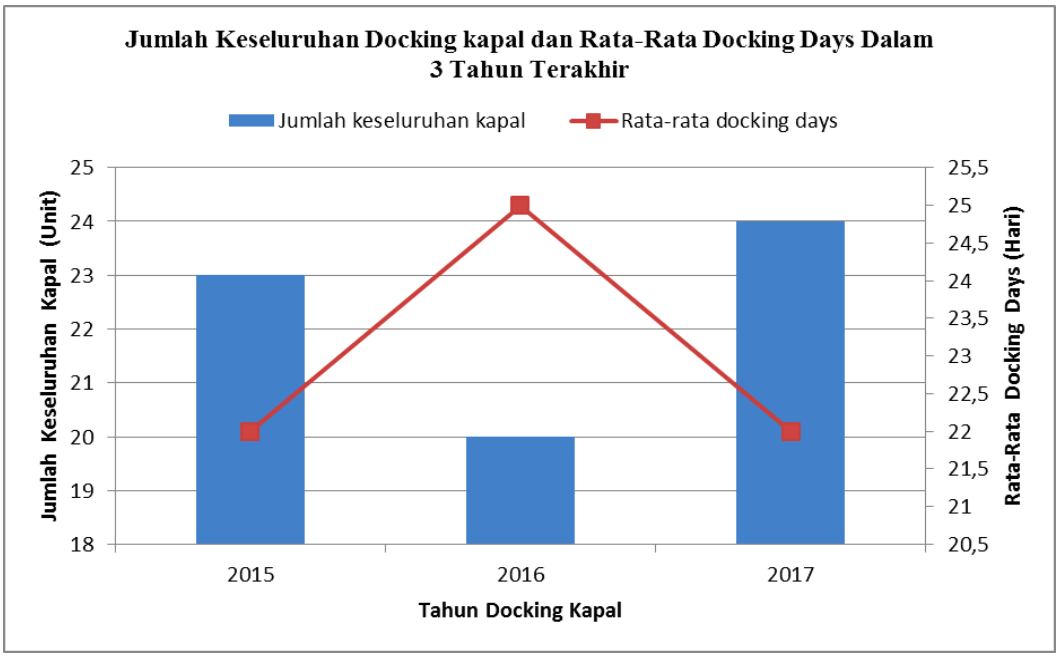
tarik mekanis *(dry docking airbag)*. Kondisi fisik area *docking* kapal terletak pada posisi area lahan kering dengan *water front* yang pada hari tertentu secara berkala ketinggian pasang air laut maksimum melampaui area lahan kering, sehingga dalam usaha penaikan kapal keatas *dock* dapat membantu posisi kapal untuk berada diarea lahan kering, selanjutnya untuk pekerjaan reparasi lambung kapal dan pekerjaan reparasi lainnya dapat dilaksanakan. Namun yang perlu diperhatikan adalah pada pekerjaan *sandblasting* dan pekerjaan pengecatan lambung kapal dibawah garis air, dimana waktu penyelesaian yang singkat harus mempertimbangkan ketinggian pasang air laut pada area lahan kering. Dalam hal ini sangat berpengaruh pada tingkat pengeringan cat pada area bawah garis air terutama bagian dasar kapal *(bottom)*, dimana pada penyelesaian pekerjaan pengecatan tersebut membutuhkan tingkat kondisi kelembaban minimum 30^0c setelah dilakukan *sandblasting* pada permukaan pelat. Dengan demikian pada perencanaan awal dalam penjadwalan adalah pekerjaan perawatan lambung kapal dibawah garis air dengan mempertimbangkan beberapa kemungkinan hambatan penyelesaian yang mungkin terjadi.

Gambar 2.2. Posisi *water front* dan area sandar pada galangan pantai (Sumber gambar : Dokumentasi penelitian PT. Ben Santosa cabang kamal Madura)

Seperti pada gambar 2.2 pada pengaruh *existing schedule* adalah tingkat fleksibilitas untuk dukungan pada pelaksanaan pekerjaan reparasi khusus, semisal

pemindahan dan pengangkatan material maupun komponen kapal di area sandar kapal *(floating)* pada reparasi lanjutan atau kapal sebelum naik *dock*. Dalam kondisi saat ini kontur lahan kering yang masih sepenuhnya berupa pasir pantai, maka sedikit banyak membutuhkan jeda waktu dalam penyesuaian posisi peralatan angkat *mobile* untuk proses pemindahan dari dan ke area bengkel perbaikan atau perakitan kembali. Dengan demikian dalam realisasi penjadwalan juga mempertimbangkan jeda waktu untuk aktivitas distribusi material dan komponen kapal yang direparasi.

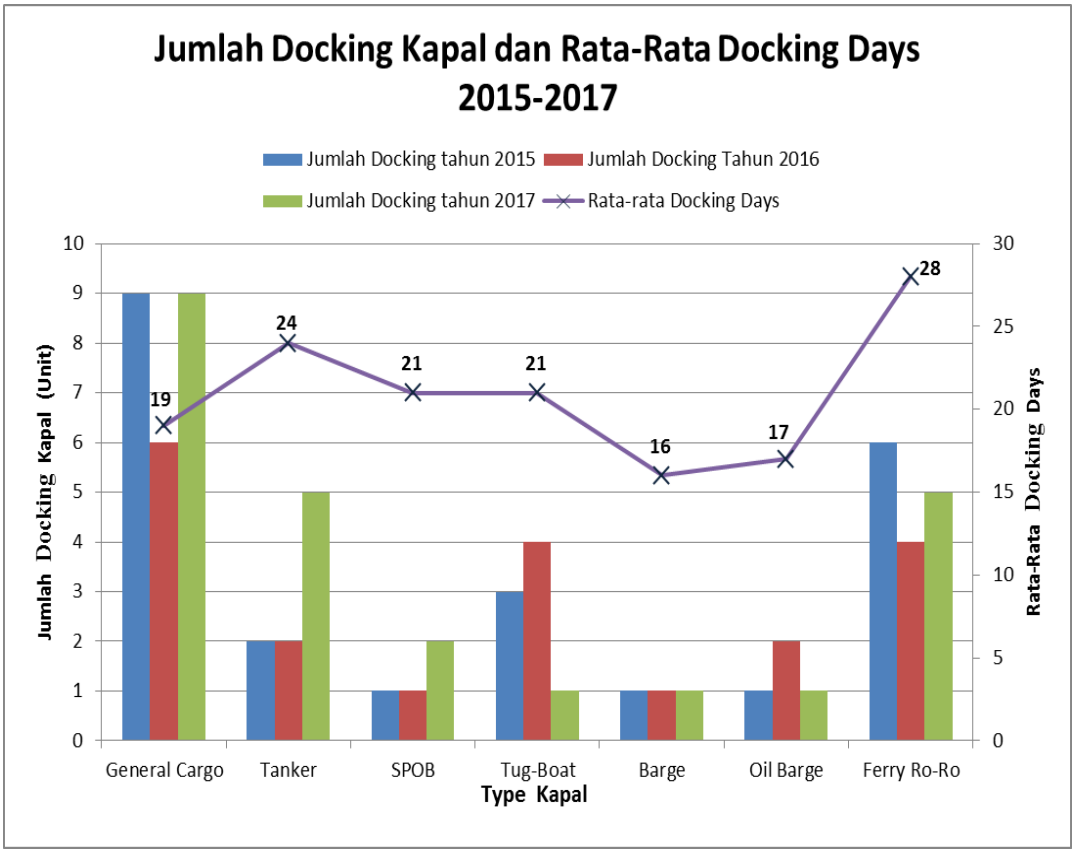
Selanjutnya untuk mengetahui durasi waktu penyelesaian secara *riil* yang dibutuhkan dalam menyelesaikan satu kapal untuk setiap *docking repair*, maka dibutuhkan data *docking days* dalam rentang waktu 3 tahun jumlah pengedokan di galangan kapal PT. Ben Santosa cabang Madura.



Gambar 2.3. Grafik jumlah *docking* serta rata-rata *docking days* per-tahun Data *docking days* di galangan kapal dalam 3 tahun terakhir (Selengkapnya dapat ditunjukkan pada lampiran 1A – 1C dan detail tabel grafik pada lampiran 1D)

Seperti pada gambar 2.3 dalam data 3 tahun terakhir yakni dari tahun 2015-2017, jumlah penyelesaian order *docking* kapal sebanyak 23 unit di tahun

2015 dengan waktu penyelesaian rata-rata 22 hari tiap kapal. Pada tahun 2016 jumlah order *docking* kapal adalah 20 unit dengan waktu penyelesaian rata-rata 25 hari tiap kapal. Sedangkan pada tahun 2017 terjadi peningkatan jumlah order *docking* kapal 24 unit dengan rata-rata waktu penyelesaian tiap kapal 22 hari

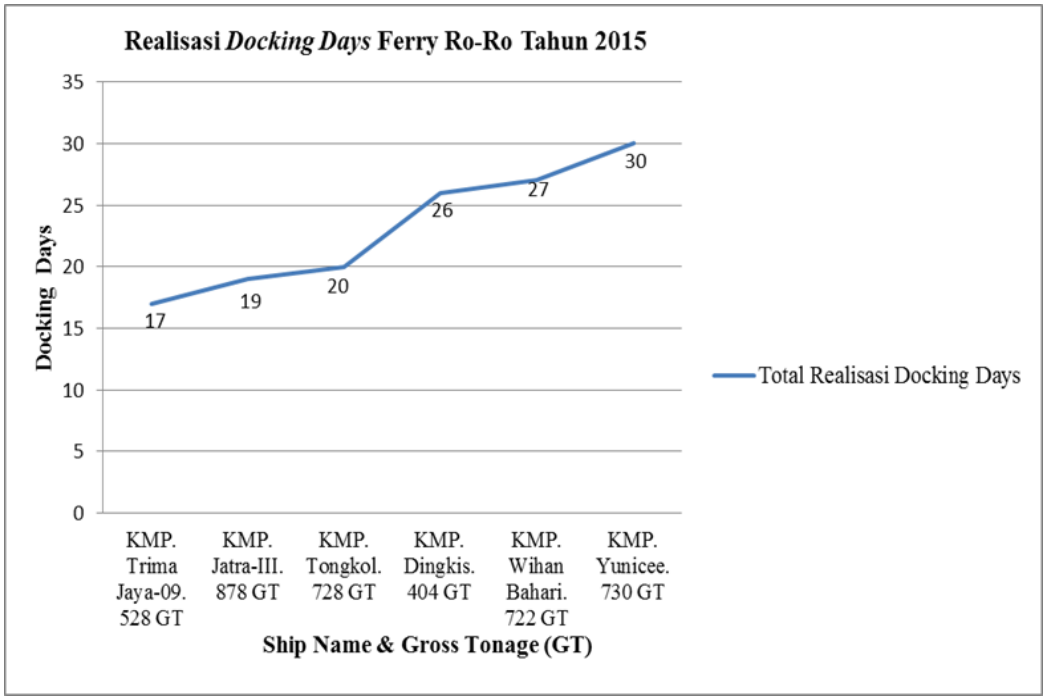


Gambar 2.4. Grafik jumlah order *docking* berdasarkan type kapal dengan rata-rata *docking days* per-tahun

Dari gambar 2.4 disebutkan bahwa jumlah perolehan order *docking* dan rata-rata *docking days* pada masing-masing kapal terdapat perbedaan waktu penyelesaian. Hal ini dipengaruhi oleh periode pada survey *docking*, item *list* perbaikan, dan ketersediaan material atau *spare* pengganti. Namun untuk tiap order *docking* dengan jumlah GT kapal yang kecil, maka *dock space* kapal dapat dilakukan 2 kapal secara bersamaan, sehingga dalam penyelesaiannya relatif singkat.

Berdasarkan data gambar 2.4 dari beberapa type kapal dalam jumlah *docking* terbanyak pada 3 tahun terakhir adalah kapal *general cargo* dengan rata-rata *docking days* 19 hari penyelesaian setiap pengedokannya, demikian halnya dari keseluruhan type kapal yang melakukan order reparasi dalam setiap *docking*nya rata-rata dalam *docking days* dalam realisasi penyelesaian masih diatas 14 hari. Hasil analisis awal dari data yang didapatkan (lampiran 1A - 1C), pada beberapa pekerjaan reparasi masih menimbulkan penambahan waktu, hal ini berkaitan dengan penyelesaian pekerjaan kritis *(critical path).* Demikian halnya pada kapal ferry ro-ro jumlah order *docking* digalangan kapal selama 2015 sampai 2017 (gambar 2.4) hanya 15 kapal dengan rata-rata *docking days* 28 hari.

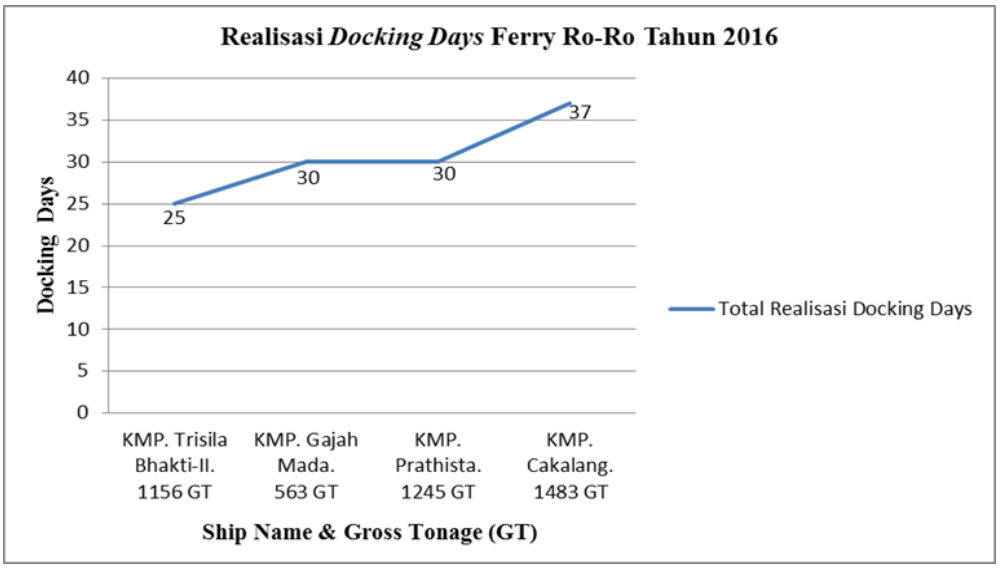
Untuk mengetahui *docking days* kapal ferry ro-ro dalam penyelesaian *docking* dari tahun 2015 hingga 2017, disajikan pada data dalam gambar 2.5 sampai dengan gambar 2.7 sebagai berikut :



Gambar 2.5. Grafik total *docking days* dalam pelaksanaan *docking* kapal ferry tahun 2015

Dari gambar 2.5 data yang diperoleh dari lampiran-1A khususnya pada kapal ferry, jumlah perolehan kapal pada order *docking* sebanyak 6 unit dalam 1

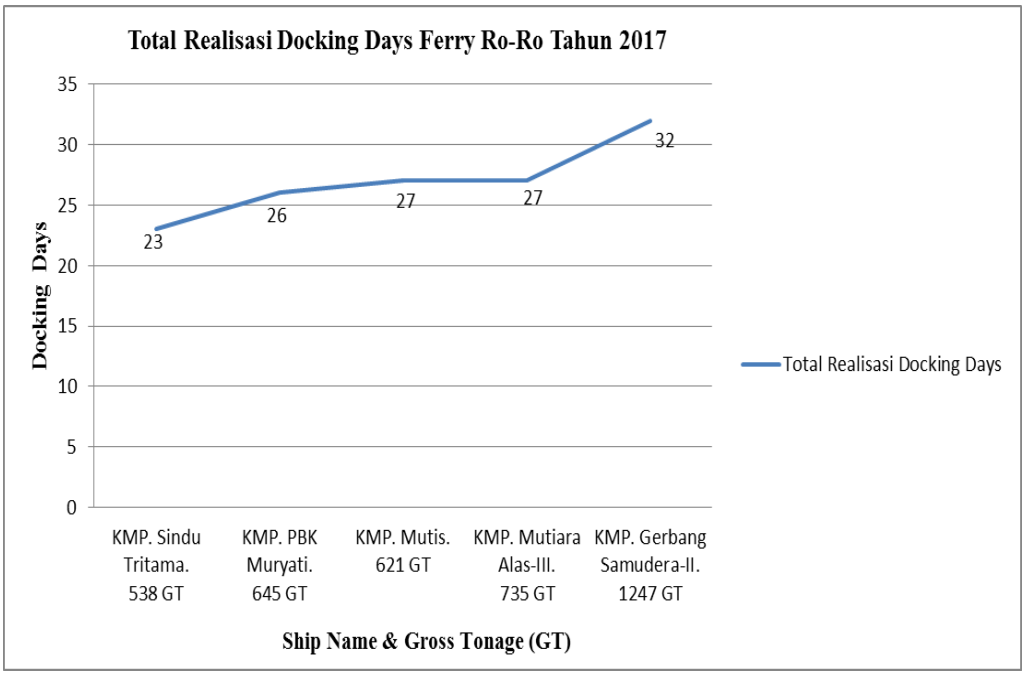
tahun dengan jumlah GT (*gross tonage*) kurang dari 1000 GT, sedangkan realisasi *docking days* di galangan kapal masih diatas 14 hari hingga 30 hari pada penyelesaian reparasi periode *special docking*.



Gambar 2.6. Grafik total *docking days* dalam pelaksanaan *docking* kapal ferry tahun 2016

Pada gambar 2.6 didapatkan pada data lampiran-2B yakni jumlah order *docking* kapal ferry pada tahun 2016 dengan perolehan order 4 unit kapal, dengan penyelesaian *docking days* tiap kapal masih diatas 20 hari hingga diatas 30 hari. Berdasarkan analisis awal dari data *docking days* lampiran-2B dan gambar 2.6, pada pekerjaan reparasi diperiode *special docking* ini, beberapa pekerjaan diantaranya kemungkinan terjadi hambatan teknis pada penyelesaian pekerjaan kritis sehingga terjadi penambahan waktu dalam penyelesaiannya.

Demikian halnya pada gambar 2.7 dengan perolehan order kapal ferry yang berjumlah 5 unit kapal di tahun 2017, realisasi penyelesaian pekerjaan reparasi dalam *docking days* seluruh pekerjaan reparasi pada *special docking* masih diatas 20 hari hingga diatas 30 hari.



Gambar 2.7. Grafik total *docking days* dalam pelaksanaan *docking* kapal ferry tahun 2017

Lebih lanjut menurut data grafik gambar 2.7 dan data lampiran 1A – 1C serta pengamatan di lapangan, dalam realisasi yang ada saat ini adalah beberapa pekerjaan dilaksanakan secara bersamaan tetapi pada saat *progress*nya terjadi hambatan teknis dari *progress* reparasi yang sedang berjalan. Namun untuk penyelesaian pekerjaan reparasi, terutama pada area di atas garis air atau posisi aktifitas yang mudah dijangkau, pekerjaan reparasi dapat diselesaikan hingga *finishing* setelah kapal turun *dock* atau di area *floating* galangan kapal.

Hal ini salah satu yang menyebabkan durasi penyelesaian cukup panjang. Namun beberapa kasus tidak seluruhnya pada kapal yang melakukan *docking repair* dengan durasi waktu yang panjang. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya tingkat kepercayaan pemilik kapal (*owner*) mengenai penyelesaian pekerjaan reparasi dan pengambilan keputusan sehubungan kondisi dari kerusakan kapal dalam *progress* penyelesaian berdasarkan item *list* reparasi.

Penjadwalan dalam pekerjaan reparasi di galangan kapal pada periode *special docking* adalah merupakan bagian dari rencana kerja terstruktur galangan

kapal. Dimana setelah kontrak kerja antara pemilik kapal *(owner)*, selanjutnya pihak galangan kapal selaku penerima order *docking* kapal melakukan rencana kerja berdasarkan jumlah perbaikan termasuk pekerjaan non teknis. Proses pelaksanaan, tingkat kesiapan seluruh sumber daya galangan kapal, serta estimasi waktu penyelesaian ditentukan berdasarkan kondisi galangan kapal dan pengalaman galangan kapal menangani *docking repair* kapal dari berbagai kondisi, periode survey, jenis kapal dan ukuran utama kapal.

Pada saat ini *progres*s pada sistem kerja pekerjaan pengedokan kapal dilakukan berdasarkan *job* order, yakni *owner* (pemilik kapal) mengajukan order *docking* kapal kemudian galangan kapal menentukan kapasitas dan kesiapan serta estimasi realisasi penyelesaian berdasarkan ukuran utama kapal, periode survey *docking*, dan rincian perbaikan awal. Selanjutnya galangan kapal mempersiapkan fasilitas dan sumber daya galangan kapal termasuk subkontraktor untuk menangani pekerjaan-pekerjaan reparasi khusus, dan pekerjaan pendukung lainnya selama kapal *docking*. Selama pelaksanaan *docking*, jadwal kerja biasanya telah disusun secara rinci dan dimulai saat kapal tiba diarea sandar *dock* dengan dimulainya proses penaikan kapal keatas *dock*, dan setelah itu pelaksanaan pekerjaan reparasi berdasarkan penjadwalan yang telah ditetapkan dalam *progress* kerja reparasi.

2.10. Sistem Penjadwalan Saat ini

Dari data *docking days* yang didapatkan dan pengamatan secara langsung pada beberapa order *docking repair*, beberapa kapal yang menjalani pengedokan dalam penjadwalannya memiliki waktu penyelesaian reparasi berbeda. Hal ini didasarkan pada proses tahapan pekerjaan pengedokan kapal yang dilaksanakan galangan kapal, sehingga dari masing-masing jenis kapal yang melakukan *docking repair* waktu penyelesaiannya berbeda. Diantara rata-rata waktu proses pekerjaan reparasi disetiap tahapan *docking repair* antara lain ditunjukkan pada tabel 4.1 pada halaman berikut :

Tabel 2.1. Rata-rata waktu pekerjaan reparasi

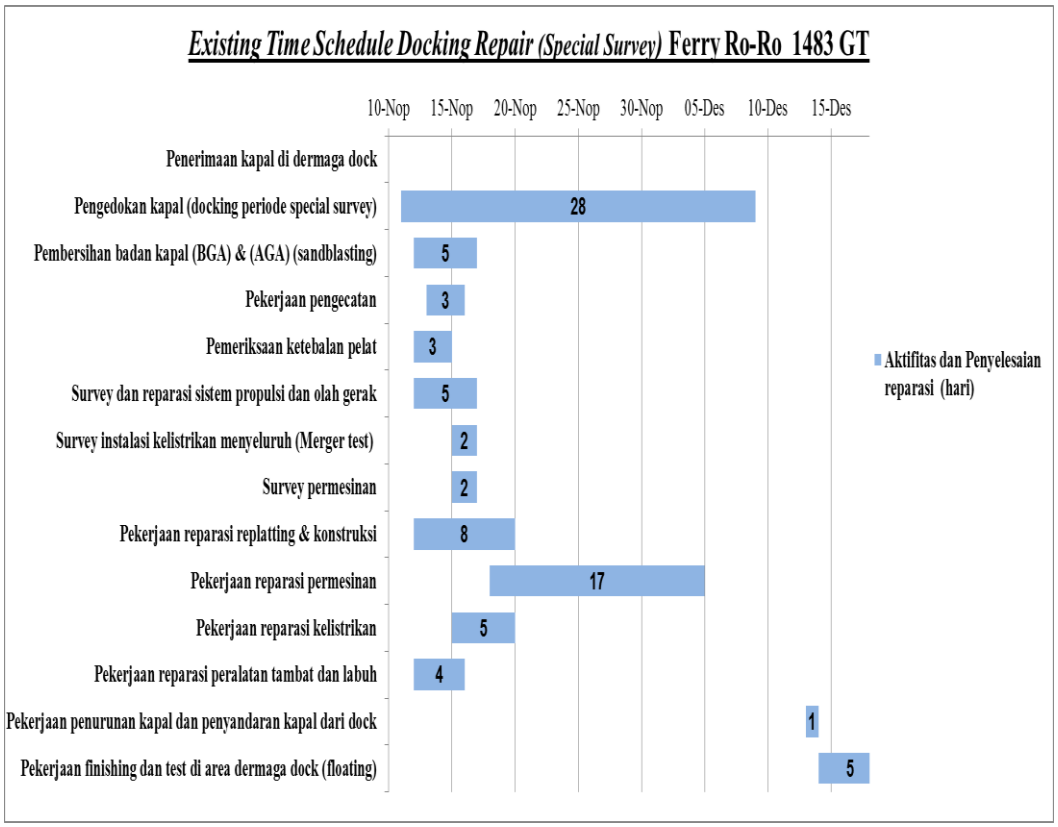
No.	Nama proses pekerjaan	Lama pekerjaan 1 x proses reparasi (hari)
1.	Penerimaan kapal didermaga *dock*	1
2.	Pengedokan kapal (*docking*)	1
3.	Pembersihan badan kapal	3
4.	Pemeriksaan kapal	2
5.	Proses pemeriksaan ketebalan pelat	3
6.	Pemeriksaan system gerak kapal	5
7.	Pekerjaan reparasi	5
8.	Pemeriksaan hasil pekerjaan	3
9.	Pemeriksaan instalasi kapal	4
10.	Pengecatan	4
11.	Pengeluaran kapal	1

Sumber: Anam, 2017

Sepertti pada tabel 2.1 tahapan dalam pekerjaan reparasi digalangan kapal diestimasikan waktu penyelesaian dapat tepat terselesaikan jika beberapa faktor kondisi yang mempengaruhi pada penyelesaian pekerjaan kritis tidak mengalami hambatan, maka penyelesaian pekerjaan lainnya dapat terselesaikan dengan tepat waktu seperti diasumsikan pada rincian proses pekerjaan *docking*.

Dari data *docking days* tahun 2015 hingga 2017 diantara beberapa jenis kapal yang melakukan *docking*, khususnya kapal ferry ro-ro dapat disimpulkan bahawa kapal jenis ferry dalam penyelesaian reparasi lebih kompleks. Hal ini berdasarkan pada ketentuan *class matter* pada jenis kapal penumpang dalam periode *docking*nya.

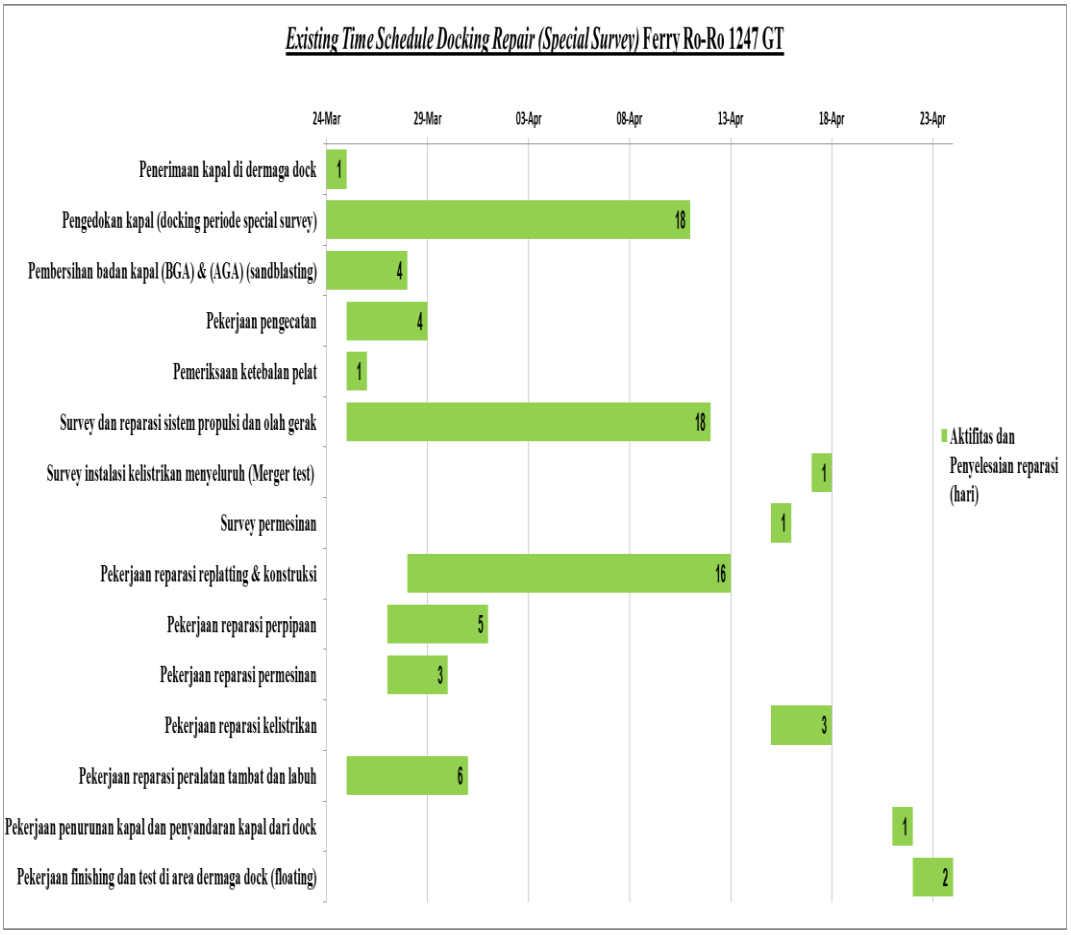
Berdasarkan jumlah order *docking* antara tahun 2015 hingga 2017 khususnya pengedokan kapal ferry ro-ro dengan *gross tonage* 500-1500 gt, rata-rata tingkat penyelesaian reparasi masih diatas 20 hingga 30 hari. Dengan demikian berdasarkan kondisi *existing* galangan kapal dan rata-rata *docking days* kapal ferry ro-ro, maka dari beberapa data pelaksanaan *docking repair* diambil 2 *existing time schedule* pada *docking repair* kapal ferry 1000 gt.



Gambar 2.8 Grafik *bar-chart schedule existing* dalam pelaksanaan penyelesaian *docking repair* periode *special docking* ferry ro-ro 1483 GT tahun 2016

Dari gambar 2.8 dalam tabel disebutkan pelaksanaan perbaikan ditentukan bahwa pekerjaan awal yang diterima galangan kapal adalah realisasi pada pekerjaan reparasi dibawah garis air. Hal ini agar dapat diestimasikan dalam percepatan penyelesaian pekerjaan diatas *dock*. Demikian pada keseluruhan penyelesaian reparasi, durasi pengerjaan masing-masing direncanakan dalam time *schedule* harian dalam 8 jam per-hari dan disesuaikan volume pekerjaan dari masing-masing item reparasi. Namun dalam pelaksanaannya penyelesaian

reparasi lanjutan setelah turun *dock* dapat diakumulasikan penyelesaian keseluruhan *docking*, dalam hal ini *progress* dari pengerjaan reparasi lanjutan seperti pekerjaan permesinan yang tertunda setelah penyelesaian pekerjaan kritis (penyelesaian pada area dibawah garis air) yang harus di dahulukan saat kapal diatas *dock*. Dalam hal ini analisis awal *time schedule* terlalu panjang dan kurang efisien pada pekerjaan lanjutan di area *floating*, namun pada beberapa hambatan faktor teknis dan nonteknis dalam penyelesaian pekerjaan reparasi lanjutan tersebut adalah alternatif penyelesaian sesuai dengan kondisi galangan kapal. *Exisiting schedule* juga terdapat kesamaan pada gambar 2.9 *bar-chart* berikut ini.



Gambar 2.9. Grafik *bar-chart schedule existing* dalam pelaksanaan penyelesaian *docking repair* periode *special docking* ferry ro-ro 1247 GT tahun 2017

Seperti pada gambar 2.9 dari *existing schedule* yang diperoleh, maka dari order *docking* kapal ferry ro-ro dan data pembanding 2 kapal dengan kapasitas 1000 gt yang melakukan pengedokan di galangan kapal yang sama didapatkan analisis awal mengenai waktu penyelesaian yang panjang yakni :

1. Beberapa pekerjaan mengikuti jam operasional galangan kapal, terlebih bagi pekerjaan reparasi yang dikerjakan oleh tenaga subkontraktor sehingga beberapa penyelesaian pekerjaan dengan waktu yang sama terjadi penundaan (pending) karena harus menyesuaikan pekerjaan pemotongan, pembongkaran, pemasangan dan *finishing* serta *progress* penyelesaian tidak dapat ditentukan meskipun *schedule* kerja telah di atur sesuai volume item perbaikan.
2. Sistem pengadaan material pengganti maupun komponen kapal dilakukan setelah kapal telah berada di atas *dock* dan masih menunggu hasil survey dari surveyor *docking*, dalam hal ini khususnya pada pengadaan material pelat baja, dan profil. Seperti halnya pada hasil survey *ultrasonic test* diasumsikan jumlah material telah disesuaikan dengan kondisi dimana dilakukan penggantian, namun pada *progress*nya terdapat tambahan perbaikan pada konstruksi yang tidak dapat dijangkau oleh surveyor, dengan demikian terjadi penambahan waktu dalam pekerjaan reparasi dan pengadaan material. Seperti halnya pada pekerjaan reparasi pada bagian komponen kapal yang aus, dimana perlu dilakukan penggantian sesuai spesifikasi ataupun hanya dilakukan rekondisi maka memerlukan penyesuaian dalam durasi waktu perbaikannya. Berdasarkan pada pengamatan dilapangan dalam setiap kapal *docking*, permesinan kapal maupun komponen sistem dalam kapal pada kapal dengan tipe dan gt kapal yang sama cenderung berbeda. Hal ini tentunya bagi pihak galangan kapal cukup sulit mengidentifikasi perbaikan melalui prediksi awal meskipun beberapa kapal dalam satu armada melakukan *docking* di galangan kapal yang sama setiap periode *docking*nya.
3. Kondisi topografi galangan kapal pantai yang berada di pesisir selat madura dan tingkat pasang surut air laut yang tidak stabil, maka proses penaikan kapal diatas landasan pantai masih menyesuaikan waktu pasang tertinggi air laut, demikian pula pada penurunan kapal dari landasan pantai ke perairan

dock. Hal ini dikarenakan sistem penaikan dan penurunan kapal menggunakan metode tarik yang dikombinasikan dengan bantalan udara (*airbag*) yang diselipkan pada bagian dasar kapal secara merata. Dengan demikian dalam prosesnya dari waktu tunggu kapal diarea sandar dan proses penaikan kapal secara tidak langsung mempengaruhi waktu kapal dalam proses awal *docking*, begitupun pada proses penurunan kapal dari atas *dock* hingga di perairan area sandar kapal.

2.11. Perencanaan Efisiensi Waktu *Docking*

Aktivitas dalam pekerjaan *docking* kapal bagi manajemen perusahaan pemilik kapal merupakan aktivitas rutin yang tidak terlepas dari peraturan klasifikasi kapal. Perencanaan penjadwalan pemeliharaan kapal ditentukan oleh alokasi waktu dan sumber daya, dengan demikian kegiatan yang bersifat *preventive* maupun *corrective* yang lebih efisien adalah dilakukan pada saat kapal berada diatas *dock* atau pada periode *docking* kapal. Namun dalam kegiatan *docking* atau pekerjaan-pekerjaan reparasi, perencanaan penjadwalan perlu dilakukan guna efisiensi waktu agar kapal tidak terlalu lama berada diatas *dock*.

Perencanaan tersebut meliputi penjadwalan realisasi waktu penyelesaian pekerjaan, urutan pelaksanaan pekerjaan, dan beberapa kemungkinan hambatan yang terjadi dalam penyelesaian *docking repair*. Dalam perencanaan penjadwalan tersebut ditentukan dari estimasi durasi awal dalam penyelesaian pekerjaan reparasi, dan dikombinasikan dengan metode perhitungan alternatif dalam penjadwalan, sehingga didapatkan waktu yang efisien dan selanjutnya didapatkan urutan penjadwalan pekerjaan dalam penyelesaian yang singkat dari penjadwalan sebelumnya.

2.11.1. Penentuan durasi awal urutan pekerjaan

Salah satu tahapan penting dalam pengendalian waktu pekerjaan reparasi kapal saat *docking* adalah menentukan perencanaan penyelesaian tiap-tiap pekerjaan dalam durasi waktu tersingkat, sehingga hasil akhir yang didapat berupa efisiensi waktu, dan standar kualitas sesuai persyaratan *(class mater)*. Dalam hal ini komponen dasar durasi adalah waktu (dalam menit, jam, hari, minggu, bulan,

tahun) yang diperlukan untuk melaksanakan suatu pekerjaan. Untuk mengetahui durasi pekerjaan perlu diketahui beberapa tahapan yaitu :

1. Nomenklatur / nama pekerjaan yang terdapat dalam satu pekerjaan dalam *docking* kapal
2. Elemen pekerjaan yang secara sendiri atau bersama-sama merupakan satu pekerjaan tertentu
3. Satuan teknis masing-masing elemen pekerjaan (jumlah atau volume elemen pekerjaan)
4. Standard jumlah tenaga untuk melaksanakan suatu pekerjaan reparasi.

Langkah awal dalam menentukan besaran durasi adalah penentuan durasi jumlah jam orang (J.O) untuk melaksanakan suatu elemen pekerjaan, secara empiris dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\mathrm{J.O} = \frac{\text{Volume elemen pekerjaan x Std.waktu x Std.tenaga kerja}}{60} \qquad (2.1)$$

2.11.2. Pendekatan metode *fuzzy logic FLASH*

Fuzzy logic dalam bahasa Indonesia logika *fuzzy* adalah teknik atau metode matematis sederhana yang dipakai untuk mengatasi hal yang tidak pasti pada masalah - masalah yang mempunyai banyak jawaban dan perkiraan. Pada dasarnya *fuzzy logic* merupakan logika bernilai banyak atau *multivalued logic* yang mampu mendefinisikan nilai ketidakpastian diantara keadaan yang konvensional seperti, ya atau tidak, putih atau hitam, abu-abu dan benar atau salah.

Suatu rule dapat pula mempunyai beberapa kondisi masukan, yang satu sama lainya dihubungkan dengan *AND* atau *OR* untuk mendapatkan *rule* keluaran. (Zadeh, 1965).

Aturan dasar dalam kendali logika *fuzzy* adalah aturan dalam bentuk implikasi input variabel yang digunakan, diasumsikan.

Jika X = A dan Y = B maka Z = C.

Secara sederhana pendekatan pemodelan dapat di sederhanakan dengan bahasa logis linguistik ataupun numeris dengan hanya hanya berdasarkan *IF*

THEN, pada rumus/aturan yang mudah dipahami. *IF THEN*, rumus / aturan yang dimaksud di analogikan sebagai berikut.

- *IF* Pekerjaan *is* hasil memuaskan *or* proses cepat *is* berpengalaman *THEN* peralatan kerja lengkap
- *IF* pekerjaan *is* bagus *THEN* pengalaman *is* sedang
- *IF* pekerjaan kurang bagus *or* proses lama *is* kurang berpengalaman *THEN* peralatan kerja *is* kurang.

Pada penjabaran sebagai berikut, misalkan variabel *input* x dan y, serta variabel *output* z. Variabel x terbagi atas 2 himpunan yaitu A1 dan A2, variabel y terbagi atas 2 himpunan juga, yitu B1 dan B2, sedangkan variabel *output* z terbagi atas 2 himpunan yaitu C1 dan C2. Dalam hal ini himpunan C1 dan C2 harus merupakan himpunan yang bersifat monoton. Dengan aturan sebagai berikut :

IF x is A1 y is B2 THEN z is C1

IF x is A2 and y is B2 THEN z is C1

Secara sederhana penalaran logika *fuzzy* menyediakan cara untuk memahami kinerja *system* dengan cara menilai *input* dan *output system* dari hasil pengamatan, dalam menggambarkan kesimpulan pasti dari informasi yang samar-samar, ambigu dan tidak tepat. Dalam metodenya logika *fuzzy* yang terdiri dari modifikasi teori himpunan sederhana dengan anggotanya memiliki derajat keanggotaan *(membership function)* bernilai 0 hingga 1 dari masing-masing variabelnya dengan konsep tidak pasti seperti *"minimum, "most likely"*, dan *"maximum"*. Awalnya *fuzzy Logic* dikembangkan dari *Boolean Logic* didasarkan pada derajat kebenaran. Himpunan ini dikenal dengan himpunan kabur atau *fuzzy* set (zadeh, 1965).

Fuzzy Logic ditujukan untuk menyelesaikan permasalahan dimana deskripsi aktivitas dan pengamatan bersifat tidak tepat *(imprecise)*, samar-samar *(vogue)* dan tidak pasti *(uncertain)*, yang mengacu pada situasi dimana tidak adanya batasan yang jelas dalam suatu aktivitas atau pengamatan (Wibowo, 2001).

Dalam metode *Fuzzy logic*, dengan perhitungan matematis sederhana terdapat fungsi keanggotaan *(membership function)* yang dipergunakan untuk menilai derajat keanggotaan *(grade of membership)* dari suatu obyek dalam *fuzzy set*, dimana variabel-variabel yang akan digunakan harus cukup menggambarkan ke-*fuzzy*-annya tetapi di lain pihak persamaan-persamaan yang dihasilkan dari variabel-variabel itu haruslah cukup sederhana menggambarkan hasil yang didapat, sehingga dalam perhitungan komputasinya menjadi cukup mudah.

Secara penjelasan dalam alur metode matematis FLASH dapat di jabarkan sebagai berikut :

- Derajat Keanggotaan *(membership function)* adalah derajat dimana nilai crisp awal a, b, c dengan fungsi keanggotaan (dari 0 sampai 1), selain itu juga tingkat keanggotaan mengacu pada nilai kebenaran, atau masukan *fuzzy* berdasarkan nilai variabel relevan yang didapat dari pengamatan.
- Label *(fuzzy input dan rule evaluation)* adalah nilai deskriptif yang digunakan untuk perhitungan sebuah fungsi keanggotaan.
- Fungsi Keanggotaan adalah mendefinisikan *fuzzy set* dengan memetakkan masukan *crisp* dari domainnya ke derajat keanggotaan.
- Masukan *crisp (fuzzy output dan defuzzification)* adalah masukan yang tegas dan tertentu berdasarkan *crisp input*.
- Lingkup/Domain (min, max) adalah besaran nilai fungsi keanggotaan. Dalam jangkauan konsep, nilai bilangan yang masuk dalam kriteria dan tempat dimana fungsi keanggotaan dipetakkan.
- Daerah batasan *Crisp (crisp output)* adalah jangkauan seluruh nilai yang telah diaplikasikan pada perhitungan variabel sistem matematis yang sederhana.

Dalam pengertian diatas *Fuzzifikasi* merupakan suatu proses pengubahan variabel non-*fuzzy* (data *existing*) ke dalam variabel *fuzzy*, variabel masukan *(crisp)* dipetakan ke bentuk himpunan *fuzzy* sesuai dengan variabel masukan.

2.11.3. Jenis metode *fuzzy*

Konsep metode perhitungan *fuzzy logic* (logika *fuzzy*) yang mendefinisikan nilai ketidakpastian pada keadaan yang umum terjadi dapat dibedakan beberapa macamnya menurut perkembangannya dalam pemecahan permasalahan yang ditemui, tetapi *basic rule* masih sama mengikuti aturan dasar *fuzzy* yakni IF THEN, AND atau OR. Diantara jenis metode *fuzzy* berdasarkan pemecahan masalahnya antara lain (Wardani, 2015) :

- Logika *fuzzy* Murni

  merupakan logika *fuzzy* dimana masukannya berupa linguistik dan keluarannya berupa linguistik pula. Kaidah *fuzzy* : if masukan X_1 is F_1 and masukan X_2 is F_2 THEN keluaran y is G
- Logika *fuzzy* Mamdani

  merupakan logika *fuzzy* dimana masukannya berupa numerik dan keluarannya berupa numerik pula
- Logika *fuzzy* Takagi Sugeno

  merupakan logika *fuzzy* dimana masukannya berupa linguistik dan keluarannya berupa numerik. Dimana kaidah fuzzy ini dinyatakan :

  $L^{(1)}$: IF x_1 is F_1^1 and ..... and x_n is Fn^1, THEN $Y^1 = c_0^1 + c_1^1 + c_1^1 x_1 + c_n^1 x_n$

Dari ketiga jenis metode *fuzzy*, pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy* mamdani, yakni masukan dan keluaran numerik untuk mengetahui hasil dari fungsi keanggotaan 0 sampai dengan 1 berdasarkan aturan dasar pada metode *fuzzy*.

2.11.4. Kelebihan metode *fuzzy logic* FLASH

Berdasarkan konsep awal metode fuzzy yang menjabarkan permasalahan samar-samar, ambigu dan ketidaktepatan, maka sejalan dengan permasalahan mengenai efisiensi waktu penyelesaian pekerjaan *docking* maka metode matematis dari *fuzzy (FLASH)* dipilih memiliki beberapa kelebihan dalam perhitungan diantaranya:

a. Konsep logika *Fuzzy* mudah dimengerti, konsep matematika yang menjadi dasar *Fuzzy* termasuk sederhana.
b. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti, dimana konsep matematis yang mendasari *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
c. Logika *fuzzy* sangat fleksibel
d. Logika *fuzzy* bekerja didasarkan pada bahasa alami.
e. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
g. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
f. Logika *fuzzy* dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konventional.
g. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar maupun ahli-ahli secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.

Jadi secara konsep matematis perhitungan dalam metode *fuzzy FLASH* adalah menyederhanakan fungsi variabel non linier yang bersifat samar-samar, ambigu dan ketidaktepatan. Sehingga melalui perhitungan *crisp input* dalam perhitungan komputasi atau manual, dapat ditentukan fungsi keanggotaan *(membership function)* sebagai keluaran *crisp output* yang menyatakan nilai variabel yang bersifat logis.

2.12. Kaitan Perhitungan *Scheduling Fuzzy FLASH* dalam Lingkup Permasalahan Proses *Docking Repair*

Dalam merencanakan *schedule* kerja yang berdasarkan efisiensi waktu pada pekerjaan *docking repair* merupakan suatu aktifitas pekerjaan dengan beberapa grup kerja yang di integrasikan berdasarkan *job* order dan terkait aspek ketentuan-ketentuan yang disyaratkan dari *class matter*.

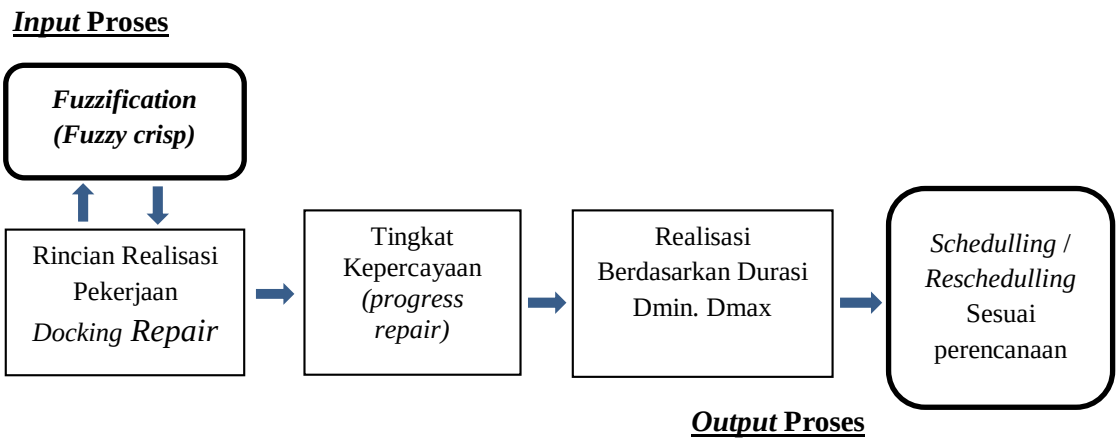
Permasalahan mendasar yang biasa ditemui dilapangan adalah waktu penyelesaian yang tidak sesuai dari rencana awal dalam kontrak penyelesaian *job order repair* dengan durasi waktu sesingkat, seefisien dan sesuai ketentuan kelas survey. Bagi galangan kapal penerima order *docking repair* yang biasa terjadi

adalah realisasi pengerjaan dari persiapan awal, proses *docking repair*, hingga selesai kapal turun *dock* masih tidak menutup kemungkinan terjadi ketidaktepatan waktu dalam penyelesaiannya sesuai dengan rencana awal. Dimana dalam hal ini terjadi perpanjangan waktu penyelesaian beberapa pekerjaan reparasi lanjutan. Ada dua hal permasalahan yang utama dan biasa terjadi pada penyelesaian pekerjaan pokok reparasi kapal saat *docking* yakni :

1. Penyelesaian pekerjaan berdasarkan item *list repair* beserta pengembangannya terjadi secara bersamaan dengan *schedule* yang sama, sehingga beberapa pekerjaan yang seharusnya selesai tepat waktu, menjadi panjang durasi penyelesaiannya
2. Pada pengerjaan reparasi bagian kritis kapal masih terjadi *delay time*, yang dikarenakan pada satu aktifitas bersinggungan dengan penyelesaian aktifitas pekerjaan yang lain.

Masalah penjadwalan dan ketidaktepatan dalam pengambilan keputusan ini dapat diselesaikan dengan pendekatan matematik, pendekatan heuristik atau pengiriman (*dispatching*), pendekatan kecerdasan buatan (*artificial intelegent*) dan *logica fuzzy*. Saat ini teori himpunan *fuzzy* dan metode komputasi kecerdasan menawarkan alternatif yang lebih praktis dari pada metode konvensional didalam banyak area pengendalian durasi waktu pekerjaan (Timothy, 1983).

Dalam proses penjadwalan *(schedulling) fuzzy* adalah bertujuan menepati *due date* dengan waktu *set-up* dan *work in process* yang minimum dengan meminimalisir faktor ketidaktepatan atau ketidakpastian *(unsertainty)*, sehingga efisiensi waktu dapat direalisasikan maksimum sesuai volume pekerjaan perencanaan *schedulling* standar jam kerja dan waktu efektif dalam penyelesaian pekerjaan. Logika sederhana pada *fuzzy logic application for scheduling (FLASH)* akan diterapkan dalam menyelesaikan masalah durasi penyelesaian yang panjang agar didapatkan efisiensi waktu didalam pekerjaan *docking* kapal serta untuk pengaturan setiap item pengerjaan reparasi.



Gambar 2.10. Proses *Input* dan Proses *Output* pada penerapan *Schedule repair*

Proses dalam logika *fuzzy FLASH* yang ditunjukan pada gambar 2.10. *Input* yang dimasukkan adalah berupa variabel bilangan tertentu dan *output* yang dihasilkan juga harus berupa hasil bilangan tertentu. Perhitungan rumus dalam variabel dapat digunakan sebagai *input* durasi awal yang bersifat *possibility* dan dikonversikan terlebih dahulu ke dalam durasi waktu yang relevan, selanjutnya melakukan penalaran logika hasil durasi penyelesaian yang telah dikonversi. Hasil *output* tersebut menjadi estimasi realisasi durasi yang relevan dan disajikan dalam tabel dengan durasi tiap item pekerjaan, pada tabel durasi pekerjaan tersebut direalisasikan kedalam penjadwalan yang lebih rinci sesuai efisiensi waktu dari hasil perhitungan *FLASH* secara keseluruhan dan mewakili durasi pekerjaan serta volume pekerjaan yang direalisasikan dalam estimasi 3 kondisi waktu.

Pada tahapan selanjutnya dari hasil sistem *fuzzy (FLASH)* dan S-*curve*, nilai variabel dalam 3 kondisi waktu penyelesaian pekerjaan dapat diaplikasikan sebagai variabel waktu yang relevan dalam pengambilan keputusan terhadap perencanaan *project scheduling* melalui kriteria dari nilai *grade membership* dari faktor yang mempengaruhi dalam penjadwalan.

Perhitungan perencanaan pekerjaan dalam penjadwalan yang dipergunakan adalah menggunakan pendekatan *Fuzzy Logic Application For Scheduling*, hal ini dikarenakan adanya faktor ketidakpastian *(uncertainty)* yang mempengaruhi *schedule* yang ada pada saat ini.

Pada perhitungan penjadwalan yang lain adalah *Fuzzy set theori*, dan telah dipergunakan untuk menentukan perpanjangan *schedulle* berdasarkan atas CPM (*Critical path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), kombinasi perhitungan tersebut umumnya dipergunakan secara bersama-sama dalam menentukan penjadwalan yang efisien (*Channas and Kamburowski, 1981)*.

Fuzzy set teori dalam pengembangan selanjutnya disebut dengan FPS *(Fuzzy Project Scheduling),* tetapi konsep dan teori dasarnya sama dengan *basic Fuzzy logic*, serta telah dipergunakan oleh *project* manajer sebagai pegangan dalam pengendalian pekerjaan dilapangan terutama untuk proyek konstruksi umum (*Zammori, et al, 2009*).

Dalam hipotesa durasi aktifitas CPM *Critical Path Method* adalah deterministik dan telah diketahui memiliki bebrapa keurangan pada faktor kondisi pekerjaan proyek lapangan yang tidak pasti dan banyak variable, juga beberapa perubahan dan ketidakpastian pada aktifitas *schedulle* pekerjaan serta tidak dapat dimodelkan dengan menggunakan metode CPM biasa begitu juga dengan PERT *Project Evaluation and Review Technique*. Dalam jurnalnya (*Barraza, et al, 2000*). juga menurut (*Herroelen and Leus, 2005*) terutama apabila terdapat gangguan karena ketidakpastian (*uncertainty*) pada jadwal (*schedule*) tetap yang telah disusun.

Dalam kutipannya. Probablilitas pada metode *FLASH* didasarkan pada sampling acak dimana terjadinya suatu sampel mempunyai peranan penting. Di lain pihak, probablilitas tidak mendasarkan analisisnya pada data statistik tetapi berdasarkan pengamatan-pengamatan yang mungkin tidak akurat, tidak tepat, subyektif, dan intuitif tetapi masih dalam pertimbangan logis (Wibowo, 2001).

Dalam pendekatan *fuzzy*, fungsi keanggotaan (*membership function*) dipergunakan untuk menilai derajat keanggotaan (*grade of memberships*) dan suatu obyek dalam setiap *Fuzzy set*. derajat keanggotaan dinyatakan dalam rentang antara 0 dan 1 dengan keanggotaan bernilai 1, apabila obyek tersebut berada dalam set (himpunan) dan bernilai 0 apabila berada diluar set (Himpunan)

sedangkan derajat keanggotaan diantara 0 dan 1 merupakan *intermediate condition*.

Melalui variabel dari nilai *crisp output* tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan kisaran waktu normal dengan himpunan interval waktu *(fuzzy crisp number)*. Dari interval waktu *(fuzzy crisp number)* selanjutnya direncanakan *plan maintenance and repair system* waktu *docking* kapal pada periode *special docking* dengan perkiraan waktu yang efisien.

$$\mu A\,(x) \;=\; \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x < a \\ (x-a)/(b-a), & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b), & b \leq x \leq c' \\ 0, & x > c \end{array} \right\} \qquad (2.2)$$

Dimana : a = Realisasi pekerjaan dengan waktu penyelesaian paling cepat

b = Realisasi pekerjaan dengan waktu penyelesaian waktu normal / sedang

c = Realisasi pekerjaan dengan waktu penyelesaian dengan waktu paling lama, akibat pertimbangan beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penyelesaian

x = Waktu penyelesaian paling mungkin dalam realisasi dengan tingkat *possibility* (α)

Dalam penelitian ini diasumsikan untuk variabel *input* adalah volume pekerjaan, serta realisasi waktu pengerjaan dan untuk variabel *output* adalah pembagian urutan kerja atau pembagian jadwal kerja. Dimana α adalah parameter tingkat kepercayaan dalam range $0 < x \leq 1$. Pada dasarnya α-*cuts* merupakan metode *defuzzifying* sebuah *fuzzy* menjadi *crisp* pada α-*levels* yang paling sesuai. Selain itu batas (nilai) bawah (terendah) dan batas (nilai) atas (tertinggi) dari setiap α-*cuts* dapat menunjukkan hasil *optimistic* dan *pessimistic*.

Perhitungan data yang dipergunakan adalah menggunakan pendekatan metode *Fuzzy Logic Aplication for Schedulling*, karena adanya faktor ketidakpastian dalam beberapa pekerjaan yang mempengaruhi durasi *schedulle* yang ada pada saat ini. Dimana metode *fuzzy* ini akan dipergunakan untuk

memperhitungkan *Fuzzy Early Start*, *Fuzzy Early Finish* dan berdasarkan tingkat kepercayaan (α) sehingga didapatkan Dmin (*The absolute Best Case - skenario* yang terbaik), dimana aktifitas penyelesaian pekerjaan diharapkan mulai lebih cepat dan selesai lebih cepat sehingga memiliki durasi (waktu) aktifitas yang kecil (durasi) minimum dan nilai Dmax (*The absolute Worst Case* – skenario terlama / durasi penyelesaian terpanjang yang mungkin terjadi), dimana aktifitas suatu kegiatan akan terlambat penyelesaiannya dan durasi aktifitas yang berjalan adalah durasi maksimum yang mungkin dipakai karena faktor (α). Hasil perhitungan tersebut kemudian dipergunakan sebagai acuan untuk melakukan perkiraan *schedulle* yang mungkin akan terjadi.

Metode FLASH *(Fuzzy Logic Aplication for Schedulling)* dimulai dengan perhitungan untuk mendapatkan *Early Start* ($\bar{E}S$) dan *Early Finish* ($\bar{E}F$). Sebelum memulai perhitungan simulasi tersebut, perlu ditentukan besaran durasi *fuzzy* setiap aktifitas dalam *docking repair*. Penentuan durasi *fuzzy* tersebut mengacu pada *crisp schedulle* yaitu rencana durasi aktifitas pekerjaan dalam *schedulle* pekerjaan *docking repair*.

Dalam durasi *fuzzy* aktifitas pekerjaan dinyatakan dalam *crisp* : (a, b, c),

a : adalah durasi tercepat dalam rencana seperti tercantum dalam *schedulle* pekerjaan

b : adalah durasi penyelesaian aktifitas waktu normal

c : adalah besaran durasi penyelesaian terlama yang mungkin terjadi akibat beberapa faktor yang mempengaruhi

Besaran *crisp* a, b, dan c dalam penelitian ini didapatkan dari pengamatan aktifitas pekerjaan *docking repair* di galangan kapal.

Setelah *crisp* durasi *fuzzy* masing-masing aktifitas didapatkan. $\bar{E}S$ dan $\bar{E}F$ dihitung dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut :

$$\bar{E}S_{Start} = 0, \tag{2.3}$$

$$\bar{E}S_{Start} = \underset{p \epsilon P}{\bar{m}ax} (\bar{E}Fp) , \tag{2.4}$$

$$\bar{E}S = \bar{E}S \text{ (-) } d \tag{2.5}$$

$$\bar{E}F = \bar{E}s \text{ (+) } d , \tag{2.6}$$

Dimana : P = *Preceding activity* / predesessor

P = *set of preceding* / himpunan predesessor

$\bar{E}S$ = *Fuzzy Early Starts*

$\bar{E}S$ = *Fuzzy Early Finish*

d = *Fuzzy* durasi aktivitas

Salah satu variabel yang menentukan dalam penentuan $\bar{E}S$ dan $\bar{E}F$ adalah durasi, karena durasi berhubungan erat dengan tingkat produktifitas dan tingkat penyelesaian suatu aktifitas. Durasi aktifitas sendiri memiliki kemungkinan-kemungkinan yang berbeda nilainya untuk menentukan *optimistic* dan *pesimistic scenarios*. Untuk skenario yang terbaik *(The absolute Best Case)*, min Dα. Aktifitas *progress* penyelesaian pekerjaan akan mulai lebih cepat dan akan memakan durasi (waktu) aktifitas yang kecil (durasi minimum). Sedangkan untuk skenario terburuk yang mungkin terjadi *(The absolute Worts Case)*, max Dα. Aktifitas suatu kegiatan akan terlambat dan durasi aktifitas yang berjalan adalah durasi maksimum yang mungkin dipakai dengan menganggap suatu aktifitas-memiliki $\bar{E}S$ = (a, b, c) dan $\bar{E}F$ = (d, e, f), min Dα dan max Dα dapat dihitung dengan rumus : Menurut (Marawas and Pantouvaskis, 2010)

$$\min D\alpha = [\ \inf \bar{E}s\alpha + \inf \bar{E}s\alpha + \inf D\alpha\ ] / 3.\alpha$$

$$\min D\alpha = [\ \bar{E}f a + \bar{E}f b + \bar{E}f c\ ] / 3.\alpha \qquad (2.7)$$

Dan,

$$\max D\alpha = [\ \mathrm{sub}\ \bar{E}s\alpha + \mathrm{sub}\ \bar{E}s\alpha + \bar{E}s c + \mathrm{sub}\ D\alpha\ ] / 3.\alpha$$

$$\max D\alpha = [\ \bar{E}f a + \bar{E}f b + Ef c + \mathrm{sub}\ D\alpha\ ] / 3.\alpha \qquad (2.8)$$

Dimana : min Dα = Durasi minimum kegiatan pada setiap nilai α-*cuts*

max Dα = Durasi maximum kegiatan pada setiap nilai α-*cuts*

Dα = α-*cuts* dari durasi kegiatan

$\bar{E}s\alpha$ = α-*cuts* dari *Fuzzy Early Starts*

inf = *Infimum* (*least*) / (paling sedikit)

sub = *Subpremum* (*greatest*) / (terbesar : aktifitas paling banyak)

Sebagai contoh apabila ada suatu aktifitas, pekerjaan X, yang memiliki (D: dalam jam). $\bar{E}S$ = (123), durasi (D) = (4,5,6) dan $\bar{E}F$ = (5,7,9). Dengan data pada contoh tersebut, interval durasi pada α = 0,5 adalah min D 0,5 = [1,5,6] dan max

D 0,5 = [2,5,8]. min D 0,5 (Dmin) dan max D 0,5 (Dmax) adalah perkiraan durasi penyelesaian aktifitas pekerjaan berdasarkan α (tingkat kepercayaan) atau *possibility*-nya dalam penyelesaian pekerjaan.

Selanjutnya setelah perhitungan dengan FLASH selesai dilakukan perhitungan analisis waktu penyelesaian dengan berdasarkan pada hasil Dmin dan Dmax yang telah didapatkan, karena analisis waktu penyelesaian ditiap-tiap pekerjaan reparasi adalah untuk dapat mendefinisikan korelasi pokok antara ketidakpastian durasi pekerjaan reparasi saat *docking* menurut jenis survey dengan perencanaan reparasi terintegrasi dengan beberapa aspek teknis dilapangan.

Dalam penyelesaian pekerjaan *project repair* durasi tersebut lazim disebut sebagai durasi *Fuzzy*. Dalam durasi *fuzzy*, terdapat tiga parameter durasi, yaitu *Optimistic duration* (dinyatakan dengan variabel a), *Most Likely Duration* (dinyatakan dengan variabel b) dan *Pesimistic Duration* (dinyatakan dengan variabel c).

Optimistic Duration merupakan durasi pelaksanaan aktifitas pekerjaan reparasi maupun perawatan konstruksi, yang diharapkan dapat dilaksanakan lebih awal dan diharapkan untuk dapat diselesaikan lebih cepat dari rencana sehingga pekerjaan reparasi yang lainnya tidak saling bersinggungan. *Most Likely Duration* adalah durasi pelaksanaan atau penyelesaian pekerjaan secara umum (normal), dalam artian penyelesaian tidak cepat dan tidak terlambat.

2.13. Study Penelitian Terdahulu

Berdasarkan sebagian hasil study yang didapatkan dari beberapa penelitian sebelumnya dengan perbandingan penelitian dan metode yang sama. Menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi kinerja pada pekerjaan *project* dilapangan yang secara khusus dengan *project schedulle* adalah faktor waktu, faktor biaya, dan faktor kualitas.

Penelitian oleh Andreas Wibowo tahun 2001. Pada penelitiannya peneliti mengusulkan metode penjadwalan alternatif yang mempertimbangkan durasi yang bersifat tidak pasti. Metode yang diusulkan adalah *Fuzzy Logic Application for Schedulling (FLASH)*, yang menerapkan teori set samar atau *Fuzzy Logic* sebagai

satu cara untuk memodelkan ketidakpastian yang muncul dari fenomena mental yang bukan bersifat acak maupun stokastik. Peneliti menyajikan bahwa *FLASH* tidak mensyaratkan data statistik tetapi hanya pengamat secara kualitatif. *FLASH* mempertimbangkan semua jalur, untuk menganalisis posibilitas suatu total durasiyang diharapkan, tidak hanya jalur kritis saja seperti metode *PERT (Project Evaluation Review and Technique)*. *FLASH* mengasumsikan bahwa durasi bersifat tidak pasti dan mengekspresikannya ke terminologi posibilitas dan bukan probabilitas sebagaimana digunakan dalam P*ERT*. Probablilitas didasarkan pada data historis yang dianalisis secara statistik, sementara posibilitas didasarkan pada pengamatan yang mungkin tidak akurat, tidak tepat, subyektif, dan intuitif tetapi masih dalam pertimbangan logis. Dalam penelitiannya, peneliti melakukan perhitungan maju, perhitungan mundur dengan menggunakan pendekatan *Fuzzy*. Fungsi *fuzzy* yang dipergunakan adalah fungsi *Fuzzy* L-R kemudian dilakukan perhitungan waktu ambang *(floating time)* pada α - cut yang ditentukan setelah diketahui semua hasil perhitungannya, Hasil permodelan *fuzzy* dibandingkan dengan permodelan menggunakan metode *PERT*. Sehingga dari perhitungan tersebut,peneliti juga mendapatkan kesimpulan bahwa metode FLASH mengasumsikan bahwa semua pekerjaan dilaksanakan dalam operasi dan kondisi yang sangat normal sehingga posibilitas untuk dapat lebih cepat atau lambat akan semakin rendah tergantung pada perbedaannya terhadap kondisi normal tersebut.

Penelitian oleh Hamzah, M., et al. 2011. Dalam penelitiannya menganalisis suatu jadwal konstruksi proyek yang didalamnya mengandung unsur durasi yang tidak pasti. Oleh peneliti, ketidakpastian durasi tersebut dinyatakan dalam durasi batas bawah, durasi paling mungkin dan durasi batas atas. Peneliti kemudian melakukan perhitungan dengan menggunakan metode *FLASH*. Perhitungan dilakukan dalam tiga tahap, yaitu perhitungan maju *(early start)*, perhitungan mundur *(latest start)* dan perhitungan *fload*. Perhitungan maju dilakukan dengan penjumlahan dan *fuzzy* max sedangkan perhitungan mundur dan perhitungan *float* dilakukan dengan pengurangan dan *fuzzy* min. Hasil yang diperoleh dari perhitungan data dengan cara perhitungan maju dan perhitungan mundur adalah kemungkinan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek

tersebut, berupa waktu optimis, waktu pesimis dan waktu yang paling mungkin terjadi serta *fload* atau waktu ambang yang didalammnya termasuk waktu ambang total, atau waktu ambang bebas dan waktu ambang independen. Berdasarkan hasil perhitungan dapat dianalisis selesainya pekerjaan proyek tersebut dalam jangka waktu yang diinginkan.

Penelitian selanjutnya oleh Maravas, A. 2011. Pada penelitiannya, peneliti mengungkapkan bahwa ketidakpastian dan ketidaktepatan dapat terjadi pada pekerjaan proyek konstruksi, dengan adanya ketidakpastian dan ketidaktepatan yang melekat dalam penjadwalan proyek, peneliti mengusulakan penggunaan metode *fuzzy* set teori dalam memperkirakan durasi aktifitas proyek. Peneliti menggunakan pendekatan *Tringular Fuzzy*, yakni menggunakan pendekatan data *actual project schedule* dan *cost* data, yang didapat dalam perencanaan awal proyek tersebut lalu dibagi pada beberapa kelompok *(respondent)* oleh peneliti, kemudian dimodelkan kedalam kategori *fuzzy* (yang mana data durasi proyek ditentukan durasi *fuzzy*nya) dan data *crisp*. Dalam penelitian nilai α – cuts *(posibility)*-nya ditentukan sama sebesar 0,5. Dengan metode perhitungan *fuzzy*, pada α yang telah ditentukan tersebut, peneliti dapat mengetahui durasi minimum, durasi normal dan durasi maksimum, yang lalu hasil akhir yang didapatkan adalah *Fuzzy Gants Chart*, yang dapat dipergunakan untuk memperhitungkan *schedulle* proyek konstruksi.

Dari ketiga study penelitian yang menggunakan metode *fuzzy* diatas dalam kaitan penjadwalan, metode penyelesaian umumnya sama namun pada aplikasi *output* variabel dari hasil perhitungan berbeda. Hal ini dapat dipahami mengingat tidak seluruhnya *project schedule* memiliki perbedaan faktor kondisi α (*cuts*). Sehingga kesamaan dalam suatu pekerjaan proyek konstruksi, belum tentu memiliki *schedule* yang sama dalam penentuan urutan kerja.

Sebagai kajian dalam penelitian melalui perhitungan matematis metode *fuzzy*, ada beberapa hal tentang kelebihan dan kekurangan pada penerapan *project scheduling* pada masing-masing peneliti pada halaman berikut.

Tabel 2.2. Perbandingan penelitian dengan metode *fuzzy* pada penjadwalan

No.	Peneliti	Judul	Metode	Deskripsi Penelitian	
				Kelebihan	**Kekurangan**
1.	Andreas Wibowo, 2001	Alternatif Metode Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Teori Set Samar	Fuzzy set samar *(fuzzy set theory)*	Dengan menggunakan teori terminologi posibilitas, metode *fuzzy* set samar dapat menentukan ketidakpastian dalam proyek konstruksi, terutama pada pekerjaan yang memiliki lebih dari 10 jalur kritis serta beberapa faktor yang dapat mempengaruhi yang bersifat acak. Dalam perhitungannya metode *fuzzy set* samar dapat menganalisis posibilitas beberapa pekerjaan yang memiliki jalur kritis, sehingga dapat ditentukan total durasi proyek.	Metode fuzzy set samar dengan teori probabilitas 100% dengan durasi (T) tidak terhingga tidak dapat dimodelkan. Sedangakn pada metode PERTH dapat dimodelkan.
2.	Hamzah, M., et al, 2011	Penjadwalan Proyek Konstruksi Dengan Metode FLASH *(Fuzzy Logic Application for*	*Fuzzy FLASH*	Penentuan dan penyelesaian pada penjadwalan pekerjaan proyek berdasarkan tingkat keyakinan / kepercayaan yang dinyatakan dalam nilai interval, sehingga durasi dengan tingkat interval waktu batas bawah merupakan nilai durasi tercepat, sedangkan interval waktu batas atas merupakan nilai durasi terlama. Dengan demikian melalui tingkat keyakinan penyelesaian pekerjaan konstruksi maka durasi pengerjaan dapat diketahui dari awal sehingga dapat digunakan sebagai acuan pertimbangan total penyelesaian dalam proyek konstruksi Dalam menentukan data durasi waktu yang tidak pasti metode *FLASH* dapat menggunakan acuan data yang sudah ada sebelumnya maupun data dari respondent pekerjaan proyek sebelummnya.	Metode FLASH dalam perhitungan pemodelan kurang sesuai pada tingkat probabilitas tinggi, dalam artian beberapa kemungkinan penyelesaian dari salah satu pekerjaan yang tidak dapat diprediksi dalam penyelesaiannya.

3.	Maravas, A, 2011	*Project Cash Flow Analisis in The Precense of Uncertainty in Activity Duration and Cost*	*Fuzzy Project Schedulle (FPS)*	Dalam *fuzzy* FPS dengan FLASH masih terdapat kesamaan namun yang membedakan adalah perhitungan *fuzzy gants chart* untuk perhitungan *schedule* proyek konstruksi dan penentuan biaya dalam proyek.	Pada perhitungan pemodelan *fuzzy* FPS hanya dapat dilakukan dengan pemodelan komputasi khusus, ini dikarenakan pada *fuzzy gants chart*, *schedulle* proyek konstruksi terintegrasi secara langsung dalam permodelan *fuzzy* FPS.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Konsep Penelitian

Dalam bab ini akan dipaparkan mengenai tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan secara sistematis dalam menentukan waktu pada penjadwalan yang paling efisien untuk penyelesaian pekerjaan reparasi di galangan kapal. Selanjutnya untuk menjawab permasalahan dalam *schedule* penyelesaian pekerjaan reparasi, maka dipergunakan metode logika *fuzzy* atau dalam perencanaan penjadwalan disebut metode *FLASH Fuzzy Logic Application for Schedulling.* Pendekatan melalui metode *FLASH* dirasa paling memungkinkan, dikarenakan pada metode ini mengikuti aturan dasar dalam logika *fuzzy* dengan menganalogikan bahasa logis atau numeris dengan menilai *input* dan *output* dari hasil pengamatan yang menggambarkan data dari informasi yang samar-samar dan tidak tepat pada beberapa hal yang mempengaruhi waktu penyelesaian pekerjaan reparasi.

Dengan penggunaan metode *fuzzy* FLASH ini diharapkan dapat mengetahui waktu penyelesaian yang paling efisien dalam penjadwalan, serta dapat diketahui pada beberapa pekerjaan dengan penyelesaian kritis atau *critical path* paling tinggi, sehingga pada alur penjadwalan dalam *bar chart* dapat memaksimalkan pelaksanaan pekerjaan kritis pada awal penjadwalan, terutama pekerjaan reparasi yang berhubungan dengan *class matter*. Dengan demikian hasil dari metode *FLASH* ini dapat menjadi pertimbangan awal dalam perencanaan penjadwalan pekerjaan reparasi oleh galangan kapal, karena dengan kondisi *existing* galangan kapal dan data reparasi kapal sebelumnya dapat diasumsikan pola pelaksanaan pekerjaan reparasi dengan mempertimbangkan penyelesaian pekerjaan kritis serta pengambilan keputusan yang berkaitan dengan percepatan reparasi kapal. Pada tesis ini adapun tahapan-tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

3.2. Obyek Penelitian

Obyek penelitian dalam tesis ini adalah studi kasus pada penyelesaian pekerjaan reparasi kapal jenis ferry ro-ro pada periode *special docking*, yang dimana *progress* penyelesaiannya terealisasi 37 hari penyelesaian pada salah satu galangan kapal. Adapun beberapa faktor terjadinya perpanjangan waktu dalam penyelesaian pekerjaan reparasi antara lain :

1. Dukungan peralatan kerja yang kurang memadai
2. Metode kerja pada sdm masih kurang kompeten, yang dalam hal ini subkontraktor yang menjadi rekanan galangan kapal
3. Pengadaan dan distribusi material dan bahan yang didatangkan langsung dari pihak pemilik kapal (owner) ke lokasi galangan kapal masih dirasa cukup lama prosesnya
4. Pada *progress* perbaikan atau perawatan masih menghabiskan sisa stok pada masing masing departemen dikapal, semisal pada departemen *deck* dan departemen mesin yang semestinya digunakan untuk kebutuhan operasi kapal
5. Tingkat kerusakan yang diakibatkan dari operasi kapal yang terlalu tingggi, terutama seringnya kapal dimutasi pada trayek lintasan pelayaran jarak jauh
6. Produktifitas para pekerja perbaikan kapal untuk mereparasi sesuai kondisi standar yang disyaratkan oleh *class matter*, dalam berbagai kondisi area perbaikan di kapal
7. Usia kapal yang semakin bertambah menyebabkan beberapa bagian kapal memerlukan perbaikan menyeluruh sesuai fungsi awalnya atau modifikasi yang disesuaikan kebutuhan operasi kapal.

Berdasarkan faktor diatas adalah beberapa penyebab utama dalam perpanjangan waktu dalam realisasi pekerjaan reparasi kapal. Dalam hal ini untuk beberapa kapal jenis lain dalam realisasi reparasinya dapat dipercepat dengan meminimalkan item reparasinya, namun untuk kapal jenis ferry ini perbaikan lebih pada memaksimalkan fungsi dan kondisi kelaiklautan pada kapal penumpang, maka dari itu tingkat perbaikan dapat relatif lebih panjang.

3.3. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data ini kegiatan yang dilaksanakan adalah :

1. Studi Literatur.

   Studi literatur dilakukan dengan mencari data tertulis atau referensi yang mendukung dan berkaitan dengan masalah yang diteliti meliputi buku-buku teori, jurnal, laporan hasil penelitian, rule klasifikasi kapal, pendapat para ahli, sumber dari internet, yang terkait dengan masalah penelitian diatas.

2. Studi lapangan.

   Studi lapangan ini bertujuan untuk mengamati keadaan sebenarnya (kondisi *existing*) yang terdapat dalam *docking repair* pada kapal jenis ferry ro-ro dengan mengumpulkan data yang akan menunjang penelitian ini. Obyek penelitian ini adalah pada salah satu aktivitas *docking* kapal di *dock* dan galangan kapal PT. BEN SENTOSA. cabang kamal Madura. Data dan informasi yang didapat merupakan hasil pengamatan secara langsung ataupun data-data *report* dari kapal.

   Data ini dapat dikelompokkan dalam dua kelompok masing-masing :

   a. Data *repair*

      Yang dimaksud data *repair* disini adalah data dari pekerjaan *preventive* maupun *corrective maintenance* sebelumnya sebelum kapal memasuki periode survey *docking*

   b. Data *docking*

      Yang dimaksud data *docking* disini adalah data pengedokan terakhir kapal berdasarkan periode survey yang disyaratkan klass (BKI). Pengambilan data ini dilakukan dengan mencatat data dari beberapa narasumber, serta data *report* dari *docking* kapal.

3.4. Kecukupan Data Sampling

Dalam menentukan tingkat kepercayaan α (*cut*) dalam variabel *fuzzy*, diperlukan teknik sampling dengan kuisioner *respondent*, hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keyakinan penyelesaian pekerjaan reparasi dengan berbagai faktor yang mempengaruhi. Jumlah sampel yang paling tepat

digunakan dalam penelitian adalah tergantung pada tingkat ketelitian/kepercayaan yang dikehendaki sering tergantung pada sumber dana, waktu dan tenaga yang tersedia (Sugiyono, 2007). Dengan demikian penggunaan teknik sampling ini diharapkan dapat diketahui besaran tingkat keyakinan atau kepercayaan dari beberapa responden dengan presentase rata-rata keseluruhan dari masing-masing realisasi penyelesaian pekerjaan reparasi.

Teknik sampling menggunakan kuisioner yang disebar mencakup beberapa pihak yang mempunyai kapasitas penilaian mengenai kualitas hasil kerja dan waktu penyelesaian dari masing-masing grup kerja yang menangani, sehingga dalam uji kecukupan data *respondent* didasarkan pada rumus perhitungan yang dikembangkan dari *isaac* dan *michael* untuk tingkat kesalahan 1 persen, 5 persen dan 10 persen sebagai berikut (Sugiyono, 2007) :

Korelasi jumlah kecukupan sampling.

$$S = \frac{\lambda^2 \ . \ N \ . \ P \ . \ Q}{d^2 \ x \ (N-1) + \lambda^2 \ x \ P \ x \ Q} \qquad (3.1)$$

Dimana :

S = Jumlah sampling

λ^2 = 1

P = 0,5

d = 0,05 (tingkat kesalahan 5%)

N = jumlah *respondent*

Dengan demikian dapat ditentukan tingkat kecukupan sampling responden, sehingga memenuhi kriteria hasil dalam variabel *fuzzy*. Selanjutnya adalah menentukan responden yang berkontribusi dalam penilaian dalam penyelesaian pekerjaan reparasi dalam sampling kuisioner, diantara responden yang bersedia dan mewakili dalam sampling kuisioner antara lain :

- Responden 1 perwakilan staf teknik pelayaran
- Responden 2 perwakilan staf operasional pelayaran
- Responden 3 perwakilan pelaksana (*owner surveyor*) pelayaran

- Responden 4 perwakilan *crew* kapal departemen *deck*
- Responden 5 perwakilan *crew* kapal departemen mesin
- Responden 6 perwakilan staf *dock*/galangan kapal
- Responden 7 perwakilan pelaksana lapangan *dock*/galangan kapal
- Responden 8 perwakilan subkontraktor/rekanan galangan kapal.

Dari kedelapan responden tersebut akan didapatkan presentase dalam penilaian pekerjaan reparasi, yang kemudian akan didapatkan tingkat kepercayaan *(possibility)* atau faktor α (*cut*) dalam masing-masing penyelesaian reparasi.

Sesuai dengan konsep awal metode *fuzzy* yang menjabarkan permasalahan samar-samar, ambigu dan ketidaktepatan. Maka secara konsep matematis yang mudah dimengerti, dalam penentuan sampling pada metode *fuzzy* dapat ditentukan dengan rumus apapun. Dimana dari hasil sampling tersebut cukup mewakili berdasarkan dua atribut variabel, yakni linguistik dan numerik. Sebagaimana contoh himpunan atribut variabel yaitu :

- Linguistik : himpunan atribut yang mewakili bahasa sehari-hari, contoh ; Cepat, Sedang, Lambat
- Numerik : himpunan atribut yang mewakili suatu nilai nominal ukuran dari suatu variabel, contoh ; 20, 30, 37.

3.5. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data melalui metode ini adalah untuk mendapatkan durasi waktu pekerjaan *docking* kapal yang didasarkan dari prakiraan waktu standar penyelesaian pekerjaan reparasi sesuai dengan ketentuan *class matter* sesuai dengan jenis kapalnya, dengan demikian uraian pekerjaan reparasi untuk kapal jenis ferry ro-ro dan jumlah gt kapal pada pelaksanaan reparasi adalah berdasarkan jumlah perbaikan yang dilakukan galangan kapal sesuai hasil survey. Diantara data uraian pekerjaan reparasi yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Uraian pekerjaan reparasi pada kapal ferry ro-ro 1483 gt

No.	Uraian Pekerjaan *Docking Repair*	Penyelesaian (hari)
1.	Perawatan lambung kapal	5
2.	Replatting dan konstruksi	8
3.	*Tail shaft* , *Propeller* dan *rudder*	5
4.	Perpipaan	3
5.	Permesinan	10
6.	Tangki-tangki	3
7.	Pintu *rampdoor*	3
8.	Jangkar, rantai jangkar dan bak rantai	4
9.	Peralatan pemadam kebakaran	3

Dari data awal diatas selanjutnya ditentukan beberapa variabel waktu pekerjaan dari masing-masing sub-bagian pekerjaan reparasi dengan rumus empiris sebagai berikut :

$$\text{J.O} = \frac{\text{Volume elemen pekerjaan x Std. waktu x Std. tenaga kerja}}{60}$$

Sebagai input (masukan awal) dari masing-masing sub-bagian pekerjaan reparasi, kemudian dilakukan fuzzyfikasi atau perhitungan data variabel untuk memperoleh *crisp output*. Dimana ditentukan *fuzzy crisp number* pada himpunan *fuzzy*.

$$\mu A\ (x) \begin{Bmatrix} 0, & x < a \\ (x-a)/(b-a), & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b), & b \leq x \leq c' \\ 0, & x > c \end{Bmatrix} \qquad (2.2)$$

Dimana :

a = Realisasi pekerjaan dengan waktu penyelesaian paling cepat

b = Realisasi pekerjaan dengan waktu penyelesaian waktu normal / sedang

c = Realisasi pekerjaan dengan waktu penyelesaian dengan waktu paling lama, akibat pertimbangan beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penyelesaian

x = Waktu penyelesaian paling mungkin dalam realisasi dengan tingkat *possibility* (α)

Diasumsikan variabel *input* adalah volume pekerjaan serta realisasi waktu untuk pembagian urutan kerja atau pembagian jadwal kerja, selanjutnya α (*cuts*) adalah parameter tingkat kepercayaan dalam range $0 < x \leq 1$. Pada dasarnya α-*cuts* merupakan metode defuzzifikasi sebuah *fuzzy* menjadi *crisp* pada α-levels yang paling sesuai. Selain itu batas (nilai) bawah (terendah) dan batas (nilai) atas (tertinggi) dari setiap α-*cuts* dapat menunjukkan hasil *optimistic* dan *pessimistic* dalam waktu yang akan direalisasikan.

Dalam durasi *fuzzy* aktifitas pekerjaan selanjutnya dinyatakan dalam crisp : (a, b, dan c),

a : Durasi tercepat dalam rencana seperti tercantum dalam jadwal pekerjaan

b : Durasi penyelesaian aktifitas waktu normal

c : Durasi penyelesaian terlama yang mungkin terjadi akibat beberapa faktor yang mempengaruhi

Besaran *crisp* a, b, dan c dalam penelitian ini didapatkan dari pengamatan aktifitas pekerjaan *docking repair* di galangan kapal.

Setelah durasi *fuzzy* didapatkan, selanjutnya menentukan *Early start* (*ES*) dan *Early Finish* (*EF*) dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut :

$$\bar{E}S_{Start} = 0, \tag{2.3}$$

$$\bar{E}S_{Start} = \underset{p \epsilon P}{\text{māx}} (\bar{E}Fp) , \tag{2.4}$$

$$\bar{E}S = \bar{E}S \text{ (-) } d \tag{2.5}$$

$$\bar{E}F = \bar{E}s \text{ (+) } d , \tag{2.6}$$

Selanjutnya adalah menentukan durasi minimum (Dmin) dan durasi maksimum (Dmax) pada aktifitas penyelesaian dalam realisasinya, dengan kemungkinan penyelesaian pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat atau lebih lama melalui perhitungan sebagai berikut :

Durasi minimum :

$$\min D\alpha = [\ \inf \bar{E}s\alpha + \inf \bar{E}s\alpha + \inf D\alpha\ ] / 3.\alpha$$

$$\min D\alpha = [\ \bar{E}f\text{a} + \bar{E}f\text{b} + \bar{E}f\text{c}\ ] / 3.\alpha \tag{2.7}$$

Durasi maksimum :

$$\max D\alpha = [\ \text{sub}\ \bar{E}s\alpha + \text{sub}\ \bar{E}s\alpha + \bar{E}sc + \text{sub}\ D\alpha\ ] / 3.\alpha$$

$$\max D\alpha = [\ \bar{E}fa + \bar{E}fb + Efc + \text{sub}\ D\alpha\ ] / 3.\alpha \qquad (2.8)$$

Dimana : min Dα = Durasi minimum kegiatan pada setiap nilai α-cuts

max Dα = Durasi maximum kegiatan pada setiap nilai α-cuts

Dα = α-*cuts* dari durasi kegiatan

*Ēs*α = α-*cuts* dari *Fuzzy Early Starts*

inf = *Infimum* (*least*) / (paling sedikit)

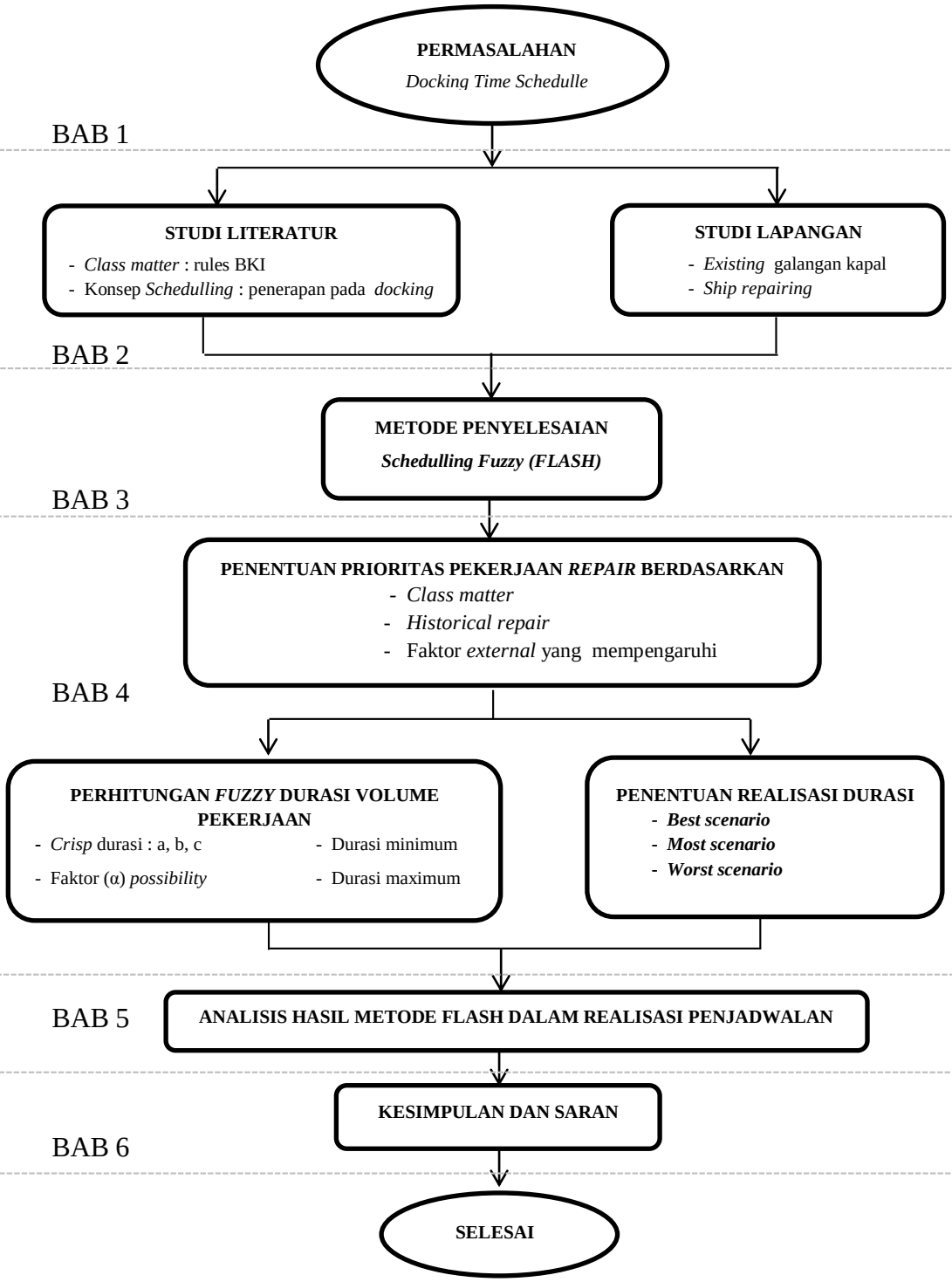
sub = *Subpremum* (*greatest*) / (terbesar : aktifitas paling banyak)

Dalam perhitungan data-data dari variabel *fuzzy* terkait dalam penjadwalan, selanjutnya dilakukan perhitungan olah data dengan bantuan komputasi *software microsoft excel* 2010, matlab v-2.0 dan QM *windows* versi-4.

Pada pengolahan data dari beberapa variabel *fuzzy* digunakan *microsoft excel* 2010 untuk memperoleh hasil perhitungan durasi penyelesaian pekerjaan yang efisien, selanjutnya dengan bantuan *software* QM windows versi-4 digunakan untuk menentukan lintasan kritis *(critical path)* pada beberapa item pekerjaan reparasi, dan untuk memperoleh nilai keakuratan dari beberapa kriteria item pekerjaan dalam beberapa faktor yang mempengaruhi durasi penyelesaian digunakan *software matlab* v-2.0.

3.6. Tahapan Penelitian.

Sebagai landasan pelaksanaan dalam penelitian ini disusun kerangka penelitian secara skematis yang diuraikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1. *Flow Chart* penelitian

Adapun dalam uraian skema penelitian yang dilakukan pada penulisan tesis ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

Bab 1

Pada bab pertama ini peneliti menentukan latar belakang dan permasalahan yang dapat diangkat dalam penulisan tesis ini, yakni permasalahan dalam penjadwalan pada penyelesaian pekerjaan reparasi digalangan kapal khususnya kapal jenis ferry ro-ro. Selanjutnya untuk dapat diselesaikan melalui metode penyelesaian yang singkat dan akurat dalam menentukan waktu penyelesaian pekerjaan *docking repair* di galangan kapal.

Bab 2

Selanjutnya pada bab kedua ini dalam penyusunan awal tesis, peneliti menentukan beberapa kajian literatur dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan reparasi, konsep penjadwalan, serta konsep pada metode *fuzzy FLASH*. Selain itu peneliti juga melakukan studi di lapangan dalam rangka pengambilan data *existing* galangan kapal dan sistem reparasi yang selama ini dilaksanakan.

BAB 3

Pada bab ketiga adalah menentukan penyelesaian dengan metode *FLASH,* yakni dengan teknik sampling dan selanjutnya melalui kuisioner yang ditujukan pada beberapa pihak yang berkompeten dalam terlaksananya pekerjaan reparasi digalangan kapal. Teknik kuisioner ini digunakan untuk mengetahui tingkat kepercayaan *(possibility),* dimana terdapat keterkaitan metode *FLASH* dalam beberapa penyelesaian pada pelaksanaan reparasi di galangan kapal.

BAB 4

Dalam bab keempat ini dilakukan rekap data yang didapat dari berbagai data kondisi *existing*, tingkat kepercayaan (*possibility*), dan beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penjadwalan pekerjaan reparasi. Dengan demikian dari data yang sudah ada dilakukan perhitungan melalui metode *FLASH*, dan selanjutnya didapatkan durasi dalam waktu yang efisien dan paling mungkin direalisasikan dalam penjadwalan.

BAB 5

Pada bab kelima ini adalah melakukan analisis hasil yang didapat dalam perhitungan metode *FLASH* dalam penjadwalan. Berdasarkan konsep *rule* pada metode *fuzzy* adalah ditentukan tujuh faktor variabel *function* yang mempengaruhi penyelesaian dalam penjadwalan kerja, selanjutnya ketujuh faktor dalam variabel didapatkan beberapa grade membership atau nilai kriteria sesuai pada himpunan *fuzzy set*. Pada analisis hasil ini ketujuh faktor tersebut diolah dengan bantuan *software* matlab v-2.0 dan hasil analisis ditampilkan dalam bentuk grafik *fuzzy* mamdani, dimana pada masukan inputnya berupa numerik maka keluarannya berupa nilai numerik. Implikasi dari hasil dari penelitian ini dalam praktik dilapangan dapat diaplikasikan sesuai kaidah dari metode *FLASH*, dan selanjutnya potensi penelitian lanjutan melalui metode *FLASH* atau jenis metode *fuzzy* yang lain kemungkinan dapat dikembangkan dalam kaitan penjadwalan pekerjaan digalangan kapal yang dalam hal ini didasarkan pada konsep awal dari metode *fuzzy*.

BAB 6

Pada bab keenam ini adalah pengambilan kesimpulan dari hasil penelitian dan perhitungan metode FLASH, serta saran untuk penerapannya dalam penjadwalan pekerjaan reparasi digalangan kapal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4
STUDI KASUS DAN HASIL

Dalam penyusunan di bab ini, terdapat beberapa hal yang berkaitan dengan reparasi kapal, serta faktor penyebab terjadinya perpanjangan waktu *docking* kapal.

4.1. Data Primer

4.1.1. Data *hystorical repair* pekerjaan *docking*

Data-data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data-data *existing* dalam kurun waktu periode *docking*. Sesuai peraturan biro klasifikasi, survey tahunan terhadap kapal dengan akomodasi untuk lebih dari 12 penumpang harus dilakukan diatas *dock* dan kapal harus memenuhi peraturan konvensi Internasional untuk keselamatan jiwa dilaut (SOLAS) dan atau peraturan nasional yang berlaku. Namun karena dalam tingkat operasi kapal yang terjadwal serta hasil survey periodik pada *intermediate survey* (IS) masih memenuhi persyaratan survey, maka hasil survey dapat dilakukan untuk perpanjangan masa survey berikutnya yang berpedoman pada kondisi fisik kapal laik laut.

Dari masing-masing jumlah gt kapal yang melakukan *docking* digalangan kapal yang sama pada periode *special docking*, maka diambil satu data *historical repair* pada salah satu kapal dengan jumlah tonase *gross tonage* (gt) yang paling besar dari beberapa gt kapal. Dengan demikian dapat di asumsikan jika pendekatan efisiensi waktu dalam *docking repair* pada kapal dengan gt 1500 dapat dicapai, maka pada pekerjaan *docking repair* dengan kapal ferry dibawah 1000 gt jumlah waktu yang dapat direalisasikan dalam penyelesaian reparasi dapat lebih singkat.

Sebagaimana data *historical repair* pada salah satu kapal dalam penelitian ini ditampilkan pada halaman berikut :

Data Kapal (dalam penelitian)

Type Kapal	:	ferry ro-ro	
Tahun Pembangunan	:	2005	
No. IMO	:	6913537	
LOA	:	55,50	meter
LBP	:	47,25	meter
Dmld	:	3,45	meter
Bmld	:	13,00	meter
Draught	:	2,45	meter
GT	:	1483	RT
Daya Mesin Induk	:	2 x 1000	HP
Daya Mesin Bantu	:	2 x 135	HP
Class / Survey	:	BKI / *Special Survey* (SS) *Docking* 2016	
Owner	:	PT. ASDP Indonesia Ferry	

Tabel 4.1. Uraian Pekerjaan galangan kapal pada periode *Special Docking*

No.	**Uraian Pekerjaan *Docking***	**Volume**	
		Quantity	**Satuan**
I	***GENERAL SERVICE***		
1.	Pelayanan jasa pandu waktu kapal tiba / berangkat dan dari / ke area *dock*	1	Ls
2.	Selama kapal diatas *dock* dan sesudah turun *dock* , sebelum generator berfungsi agar	30	hari
	2.1. Dilakukan penyambungan dan lepas listrik dari darat	1	kali
3.	Disediakan tempat sampah dan pembuangannya secara teratur selama kapal *docking*	30	hari
4.	Disediakan tenaga PMK dan keamanan selama kapal *docking repair*	1	kali
5.	Diberikan air tawar untuk keperluan kapal		
	5.1. Sambung dan lepas selang air dari darat	1	kali
	5.2. Selama kapal dalam pelaksanaan *docking*	40	ton
	5.3. Untuk persiapan berlayar kembali	80	ton
6.	Diberikan fasilitas MCK untuk ABK selama kapal *docking* dan *floating repair*	30	hari

II	***DOCKING & UNDOCKING***		
1.	Diberikan asistensi *line handling* waktu kapal naik dan turun *dock*	1	Ls
2.	Kapal melaksanakan *docking* dan *floating*		
	2.1. *Docking*	20	hari
	2.2. *Floating*	10	hari
III	**PERAWATAN LAMBUNG (BGA)**		
1.	Lambung kapal dari lunas sampai ke batas *Main deck* / *Car deck* (termasuk *feender* / pisang-pisang)		
	1.1. Disekrap dari renik laut	1300	m^2
	1.2. Dicuci dengan air tawar	1300	m^2
	1.3. Di *Sandblasting*	1300	m^2
2.	Dilakukan pengukuran ketebalan plat sbb : (sesuai petunjuk survey)		
	2.1. Pelat *bottom* , plat lambung,	150	titik
	2.2. Pelat sekat	140	titik
	2.3. Profil	358	titik
	2.4. Pelat *cardeck*	50	titik
3.	Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas *Main deck*		
	3.1. *Bottom* + *Botop* (BGA Area)		
	- 1 x *primer* (*red* – 175 *micron*)	1300	m^2
	- 1 x anti *corosive* AC (*light grey* – 75 *micron*)	1300	m^2
	- 1 x anti *fouling AF* (red – 150 *micron*)	1300	m^2
	3.2. Top Side (AGA Area)		
	- 1 x *Primer* (red – 150 *micron*)	124	m^2
	- 1 x anti *corosive* AC (*light grey* – 75 *micron*)	124	m^2
	- 1 x *finished coat* (*blue* – 75 *micron*)	124	m^2
4.	Nama kapal, draft mark, serta *plimsol mark* dicat sesuai aslinya	1	ls
5.	Dilakukan penggantian baru aluminiun anoda (*zinc anode*) sesuai jumlah dan posisi penggantian	50	pcs
IV	***TOP DECK***		
	Pembuatan tangki penampungan air tawar ukuran :		
	P ; 2 mtr	1	unit
	L ; 1,5 mtr		
	T ; 1 mtr		

V	***DECK NAVIGATION***		
1.	Pembuatan pintu sorong		
	- Pekerjaan bongkar dan pasang penghalang	1	unit
2.	Ganti baru *railling* yang keropos Uk. ⌀ 1 ½″	73	meter
3.	Ganti baru *frame* jendela yang rusak		
	- Pekerjaan bongkar dan pasang penghalang	3	buah
4.	Ganti baru langit-langit yang rusak		
	- Pekerjaan bongkar dan pasang penghalang	15	meter
5	Ganti baru kusen pintu yang rusak	2	buah
VI	***DECK* KENDARAAN**		
1	*Deck winch*		
	1.1. Buat baru penahan tali buritan (*fairlead*)	4	unit
2	*Deck*		
	2.1. Ganti baru tangga relling ⌀ ″1.5	4	meter
	2.2. Ganti baru anak tangga yang keropos	40	meter
	2.3. Ganti baru pipa hidraulik kemudi ⌀ ″1	34	meter
	2.4. Ganti baru pipa pembuangan uk. 3 ″1/4	150	meter
	2.5. Ganti baru pipa pembuangan uk. 2 ″1/2	1	meter
	2.6. Pasang dan ganti baru *roll block rampdoor* samping	1	buah
	2.7. Ganti baru motor penggerak dewi-dewi sekoci	2	buah
	2.8. Pasang baru motor penggerak dewi-dewi sekoci	2	buah
	2.9. Ganti baru *man hole* di atas kwadran kemudi kiri	1	buah
VII	**REPLATING DAN KONSTRUKSI**		
1.	Penggantian baru pisang-pisang (*feender*) ⌀ ″8 Sch 40. 12 meter	9.369	kg
2.	*Replatting* pelat ceruk buritan kiri fr.3/5. 1500 x 1000 x 10 mm	177,75	kg
3.	*Replatting* pelat *bottom* kanan fr.10/14. 2800 x 1600 x 10 mm	351,68	kg
4.	*Replatting* pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 10 mm	240,21	kg
5.	Penggantian pelat wrang pembujur kiri (tangki *ballast*)		
	3200 x 1500 x 10 mm	376,8	kg
6.	Penggantian pelat sekat *cofferdam* tangki ceruk haluan kanan 3000 x 1500 x 10 mm	353,25	kg

VIII	***TAIL SHAFT , PROPELLER* , DAN *RUDDER***		
1	***Tail shaft* (As/poros *propeller*)**		
	1.1. *Clearence* As *propeller* kanan / kiri kemudian dibuat rekordnya dan disiapkan untuk pemeriksaan kelas	2	unit
	1.2. As *propeller* kanan - kiri dicabut (dibongkar pasang kembali) bila *clearence* nya melebihi batas toleransi	2	unit
	1.3. As *propeller* di periksa kelurusannya diatas mesin bubut	2	unit
	Asistensi		
	Buka – pasang skerm as *propeller* kanan – kiri		
2	***Propeller* (Baling-baling)**		
	2.1. *Propeller* kanan – kiri dicabut (bongkar pasang kembali)	2	unit
	2.2. *Propeller* kanan – kiri dibersihkan di*balancing* dan di *polish*	2	unit
3	***Rudder* (kemudi)**		
	3.1. *Clearence* As kemudi kanan – kiri kemudian dibuat rekordnya dan disiapkan untuk pemeriksaan kelas	2	unit
	3.2. Daun kemudi kanan – kiri dicabut	2	unit
	3.3. As kemudi kanan – kiri dicabut	2	unit
	3.4. As kemudi kanan – kiri dicek kelurusannya diatas mesin bubut	2	unit
	3.5. Daun kemudi kanan – kiri dibersihkan dari renik, di *sandblast* dan dicat 2 layer	2	unit
IX	**PEKERJAAN PERPIPAAN**		
	Dilakukan penggantian sepanjang pipa yang keropos. sbb :		
1.	Pipa sirkulasi pendingin air laut mesin induk, mesin bantu & *sea cest* : Pipa sch 80. + Elbow ″4 inchi	10	meter
2.	Pipa air got dibawah mesin induk / uk. pipa ″3 inchi	4	meter
3.	Pipa cuci jangkar haluan kanan – kiri / uk. 1 ¾ inchi	2	meter
X	**PERMESINAN**		
1.	Generator / Pembangkit listrik		
	Merk : STAMFORD		
	Model : UCI.274 D		
	KVA : 114,0 (Kva base rate)	2	unit
	KW : 91, 2 (Kw base rate)		
	1.1. Dibuka dan dibersihkan dengan electrik *cleaner*		
	1.2. Di open (dikeringkan), dipasang kembali dan di *merger test*		

2.	Elektro Motor		
	Motor Pompa GS, Bilga I / II, dan motor pompa yang lain di lakukan *merger test*	8	unit
3.	Mesin Induk		
	- Dilakukan pengukuran defleksi *crankshaft* , pemeriksaan sistem bahan bakar, dan sistem lainnya		
	- Dilakukan *service gouvernoor* mesin induk kiri (ganti baru suku cadang yang aus/rusak)	1	unit
	- Dilakukan *Alignment* kedudukan mesin induk kanan antara mesin induk dan *gear-box* , sebagai akibat penggantian pelat dibawah mesin induk.		
XI	**PERALATAN NAVIGASI**		
	1.1. Dilakukan *compass serend* (kalibrasi kedudukan kompas)	1	unit
	1.2. Dilakukan kalibrasi peralatan komunikasi radio sesuai sertifikat registrasi radio	1	set
	1.3. Panel navigasi di anjungan agar diganti komponennya karena banyak yang terbakar	1	unit
XII	**TANGKI – TANGKI**		
	1.1. Dilakukan pembersihan tangki *bunker* minyak solar	2	list
	1.2. Tangki minyak solar bahan bakar harian dikuras dan dibersihkan	2	list
	1.3. Tangki *ballast* kiri dan kanan haluan di bersihkan dan di cat anti karat	104	m^3
	1.4. Tangki *ballast* kiri dan kanan buritan di bersihkan dan di cat anti karat	60	m^3
	1.5. Tangki air tawar kiri dan kanan dibersihkan dan dicat anti karat serta dilapisi semen	60	m^3
XIII	***RAMPDOOR* HALUAN, BURITAN, SAMPING**		
	1. Di *sandblast* sisi luar	80	m^2
	2. Di cat anti *corosive* AC	80	m^2
	3. Dicat *epoxy* (*sealer*)	80	m^2
	4. Dicat hijau (*green finish*)	80	m^2
XIV	**JANGKAR, RANTAI JANGKAR, KOTAK RANTAI**		
	1. Jangkar (2 buah) dibersihkan dari karat dan dicat Bitumastik	700	kg
	2. Rantai jangkar (2 buah) dibersihkan dari karat dan dicat bitumastik	25	meter
	3. Kotak rantai jangkar dibersihkan dari karat, diukur ketebalan pelat dan profil penegar, dicat ulang dengan cat anti karat *(primer epoxy)*	20	m^3

Sumber : Data Realisasi Pekerjaan *Docking*

Sebagai data awal dalam tabel 4.1 diatas, digunakan data realisasi pekerjaan *docking*, data ini sebagai acuan awal volume pekerjaan yang masuk ke galangan kapal berdasarkan ukuran utama kapal. Dalam penelitian ini penjadwalan atau *schedulling* berupa durasi pekerjaan yang berfungsi sebagai *crisp* data dan digunakan acuan dalam durasi *fuzzy*.

Gambar 4.1 Salah satu pekerjaan replatting pelat bottom Bawah Garis Air (BGA)
(Sumber : PT. Ben Dockyard Madura. *Special Docking* Ferry ASDP)

Seperti pada gambar 4.1 dalam pekerjaan *docking repair*, item pekerjaan disebut sebagai *major activity (major item)* sebagaimana pada pekerjaan reparasi maupun perawatan badan kapal dan pekerjaan sistem penggerak (propulsi), (berupa pekerjaan : *scrapping* renik pada lambung kapal dibawah garis air, *sandblasting and painting*, *replatting*, *balancing propeller*, cabut as *propeller*, as kemudi, dll) dan dilaksanakan saat kapal telah berada di atas *dock*. Pekerjaan reparasi dan perawatan badan kapal dibawah garis air merupakan pekerjaan utama yang dimulai pada awal pekerjaan *dock* dan sesegera mungkin diselesaikan. Apabila pekerjaan reparasi badan kapal pada area dibawah garis air diprediksi terlambat dari realisasi kontrak pekerjaan reparasi kapal, dapat diasumsikan bahwa terdapat pekerjaan *replatting* pada daerah struktur yang memungkinkan penanganan yang tepat, (semisal : pekerjaan *replatting* pada area lambung dibawah tanki bbm, dibawah pondasi mesin induk). Maka pekerjaan perbaikan

area yang tidak termasuk dibawah garis air dapat dimulai atau dimajukan pada *floating* diarea *dock* sebagai persiapan pekerjaan *replatting* diatas *dock*.

Demikian halnya pada item pekerjaan reparasi saat *docking* yakni pekerjaan reparasi permesinan, dari pengamatan dan wawancara pada respondent pada grup kerja yang menangani pekerjaan reparasi permesinan terutama pada mesin induk penggerak utama kapal, durasi penyelesaian untuk reparasi cenderung pada jumlah kerusakan pada komponen mesin, pengadaan suku cadang sesuai type, proses rekondisi komponen, serta penginstalan kembali komponen mesin menjadi satu.

Gambar 4.2 Pekerjaan reparasi mesin induk pada periode survey *special docking*
(Sumber : Dokumentasi penelitian. PT. Ben Dockyard. Madura)

Seperti pada gambar 4.2 proses secara keseluruhan pada durasi waktu penyelesaian perbaikan reparasi mesin secara akumulasi dalam durasi yang tetap mempengaruhi waktu kapal berada di area *dock* meskipun pada proses penyelesaiannya dilakukan di area *floating* sandar galangan kapal setelah kapal diturunkan dari atas *dock*.

4.1.2. Pengumpulan data *respondent*

Data-data primer yang dikumpulkan merupakan data-data yang akan dipergunakan dalam perhitungan *Fuzzy Logic Aplication for Schedulling*. Data

primer tersebut didapatkan melalui proses wawancara pada beberapa pihak yang berkompeten, adapun beberapa responden adalah :

Tabel 4.2. Data Responden

No.	Responden	Institusi / Departemen	Jabatan / Bidang Kerja
1.	Responden 1 (R1)	Manajer Teknik / Staf Pelayaran	Personil yang bertanggung jawab langsung aspek teknis kelancaran operasi kapal
2.	Responden 2 (R2)	Manajer operasional / Staf Pelayaran	Personil yang bertanggung jawab atas operasional pemuatan, *clearence*, serta logistik kapal.
3.	Responden 3 (R3)	*Owner Surveyor* / Staf Pelayaran	Personil yang bertanggung jawab langsung pada saat pengedokan kapal
4.	Responden 4 (R4)	Crew ABK / Deck	Personil yang bertanggung jawab langsung dalam operasi dan kesiapan kapal saat berlayar, serta mengkondisikan area dan peralatan *deck* tetap terjaga baik kondisinya.
5.	Responden 5 (R5)	Crew ABK / Mesin	Personil yang bertanggung jawab langsung dalam operasi kerja permesinan dan sistem olah gerak serta mengkondisikan area peralatan dikamar mesin maupun instalasi tetap dalam kondisi baik
6.	Responden 6 (R6)	Manajer / Staf *Dock* galangan kapal	Personil yang bertanggung memimpin operasional dok galangan kapal serta mewakili *general manager* seandainya posisi *general manager* tidak ada diperusahaan
7.	Responden 7 (R7)	Master *Dock* / *Dock* galangan kapal	Personil yang bertanggung jawab atas kondisi *dock*, fasilitas *dock*, perlimbungan, serta pengaturan keluar masuk kapal diatas *dock*.
8.	Responden 8 (R8)	Subkontraktor / Rekanan galangan kapal	Rekanan yang ditunjuk perusahaan *dock* untuk melaksanakan order reparasi kapal sesuai keahlian bidangnya

Dari tabel 4.2 ketentuan kriteria *respondent* yang diusulkan dalam penilaian kriteria faktor yang mempengaruhi durasi pekerjaan reparasi, yakni data yang dikumpulkan dari beberapa *respondent* berdasarkan variabel durasi *fuzzy*, serta faktor-faktor yang mempengaruhi durasi pekerjaan reparasi kapal dan tingkat kepercayaan *(level confidence)* atau α. *(cut)* berdasarkan *possibility* beberapa nilai variabel.

4.1.3. Uji kecukupan sampling data *respondent*

Dalam pengumpulan data *respondent* dimana sebagai bagian data primer, ditentukan pada kecukupan dalam penentuan jumlah *respondent* yang akan menerima kuisioner *respondent*. Menurut rumus perhitungan kecukupan sampling sebagai berikut :

$$S = \frac{\lambda^2 \ x \ N \ x \ P \ x \ Q}{d^2 \ x \ (N-1) + \lambda^2 \ x \ P \ x \ Q} \tag{3.1}$$

$$S = \frac{1^2 \ x \ 8 \ x \ 0{,}5 \ x \ 0{,}5}{0{,}05^2 \ x \ (8-1) + 1^2 \ x \ 0.5 \ x \ 0{,}5}$$

$$= 7{,}87 \approx 8 \ \textit{respondent}$$

Dengan demikian jumlah minimal dalam penyebaran sampling *respondent* sesuai kecukupan data adalah 8 *respondent*.

4.2. Durasi *Fuzzy (FLASH)*

Dalam perhitungan menggunakan *Fuzzy Logic Aplication for Schedulling*, diperlukan data berupa durasi *fuzzy*, besaran durasi masing-masing aktifitas pekerjaan dinyatakan dalam *crisp function*, yakni antara 0 sampai dengan 1, akan tetapi pada durasi *fuzzy crisp* yang mana durasi aktifitas masing-masing pekerjaan *crisp function* di nyatakan dalam 3 kondisi waktu untuk penyederhanaan *crisp* variabel.

Besaran durasi *fuzzy crisp* dalam 3 kondisi waktu adalah durasi aktifitas pekerjaan yang dibagi dalam 3 kondisi waktu yang masing-masing variabel diwakilkan dengan variabel sebagai berikut :

(a) *Best scenario* atau *optimistic scenario*, yakni variabel waktu tercepat dalam penyelesaian pekerjaan

(b) *Most scenario* atau *normal condition*, yakni variabel waktu normal tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat untuk penyelesaian pekerjaan

(c) *Worst scenario* atau *pesimistic scenario*, yakni variabel durasi penyelesaian pekerjaan terlama yang dimungkinkan penambahan durasi yang diakibatkan oleh beberapa faktor.

Untuk mendapatkan besaran *fuzzy crisp* pada masing-masing pekerjaan, dilakukan pengumpulan data besaran waktu rata-rata penyelesaian pekerjaan, kemudian dilakukan perhitungan menggunakan rumus empiris sebagai berikut :

$$\text{J. O} = \frac{\text{Volume elemen pekerjaan x Std.waktu x Std.tenaga kerja}}{60} \qquad \text{(pers 2.1)}$$

Dengan demikian dari (pers 2.1) adalah perhitungan awal untuk menentukan durasi tercepat, normal, dan terlama (dalam lembar lampiran-2C).

Setelah didapatkan hasil dari perhitungan J.O ditahap selanjutnya adalah penyesuaian kondisi durasi dari masing masing aktifitas pekerjaan *docking repair* melalui pengamatan dan wawancara dari beberapa *respondent* dilapangan. Untuk kemudian didapatkan data *riil* estimasi durasi *fuzzy* dan durasi perhitungan J.O Dengan demikian didapatkan durasi *fuzzy* dalam 3 kondisi waktu penyelesaian dengan kriteria a, b, c dalam data tabel pada halaman selanjutnya.

Tabel 4.3. Data durasi *fuzzy* berdasarkan pada aktifitas pekerjaan *existing* di lapangan saat *docking repair* digalangan kapal dengan pendekatan perhitungan durasi JO dalam pekerjaan *docking* yang berkaitan *class survey* dan rekomendasi perbaikan.

No		Aktivitas Pekerjaan *Docking*	Durasi *Fuzzy* (jam)		
			a	b	c
1	**Lambung Bawah Garis Air (BGA)**				
	a.	Perawatan lambung kapal dari lunas sampai ke batas *main deck* termasuk *feender* .	8	31,2	32
	b.	Dilakukan pengukuran ketebalan pelat *bottom* , lambung, sekat, profil serta pelat *cardeck* .	2,79	8	16
	c	Dilakukan pengecatan lambung dari lunas sampai ke batas *main deck*	6,45	7,61	16
	d	Dilakukan pengecatan dari batas *main deck* sampai batas atas *second deck*	4,3	5,58	8
	e	Tanda marking kapal : Nama kapal, *draft mark*, *plimsol mark* dicat sesuai aslinya	0,3	1,5	1
	f	Dilakukan penggantian baru *zinc anode* , sesuai jumlah posisi penggantian.	1	0,5	2
		total akumulasi (jam)	22,8	54,39	75
2	**Replatting dan Konstruksi**				
	a.	Penggantian baru pisang-pisang (*feender*) ø "8 inc Sch 40. 12 meter	32	57,6	64
	b	*Replatting* pelat ceruk buritan kiri fr.3/5. 1500 x 1000 x 10 mm	1	1,42	8
	c.	*Replatting* pelat *bottom* kanan fr.10/14. 2800 x 1600 x 10 mm	2	2,48	8
	d.	*Replatting* pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 10 mm	8	1,55	1,55
	e.	Penggantian pelat wrang pembujur kiri (tangki *ballast*) 3200 x 1500 x 10 mm	3	3	8
	f.	Penggantian pelat sekat *cofferdam* tangki ceruk haluan kanan 3000 x 1500 x 10 mm	2,49	2,49	8
		total akumulasi (jam)	48,5	68,54	97,55

3	**Tail shaft, Propeller, dan Rudder**				
	a.	*Tail shaft* (As/poros *propeller* 2 unit) :			
		Dilakukan *clearence* dan *allignment*	8	12,48	13,48
	b.	*Propeller* (2 unit) :			
		Dilakukan *balancing, renewal* permukaan bilah *propeller* , dan di polish	8	13,42	15,42
	c.	*Rudder* (2 unit)			
		Dilakukan *clearence* as kemudi kanan-kiri, di lakukan allignment as kemudi, daun kemudi di *sandblasting* dan dicat 2 layer	8	10	12
		total akumulasi (jam)	24	35,9	40,9
4	**Perpipaan**				
	a.	Penggantian pipa-pipa kamar mesin	131	129	131
	b.	Penggantian pipa cuci jangkar	2	16	16
		total akumulasi (jam)	133	145	147
5	**Permesinan**				
	a.	Generator pembangkit listrik (2 unit) :			
		Dilakukan *cleaner* dan di *merger test*	8	16	20
	b.	Elektro motor :			
		Dilakukan *merger test* pada motor pompa I/II dan motor-motor pompa lain	8	48	48
	c.	Mesin induk (2 unit)			
		Dilakukan *service* keseluruhan, cek kondisi *part* mesin induk (berdasarkan rekomendasi kelas survey)	48	76,8	120
	d.	Mesin bantu (2 unit)			
		Dilakukan *service* keseluruhan, cek kondisi part mesin bantu (berdasarkan *rekord maintenance* rutin)	16	16	24
	e.	Sistem *starting*			
		Dilakukan cek kondisi tabung udara tekan, dan dilakukan uji tekan NDT pada 2 unit tabung udara-tekan serta uji pengisian pada *compressor*	4	16	16
	f.	Sistem instalasi kelistrikan			
		Dilakukan Pemeriksaan sistem *ground* , isolasi kelistrikan, dan sistem otomatis pada panel-panel	10	48	48
		total akumulasi (jam)	94	220,8	276

6	**Tangki-Tangki**				
	a.	Tangki bungker bbm : Dilakukan *cleaning* secara menyeluruh	1,29	1,49	2
	b.	Tangki bbm harian : Dilakukan *cleaning* secara menyeluruh	0,22	0,37	1
	c.	Tangki *ballast* kiri/kanan haluan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	1,02	1,04	1,3
	d.	Tangki *ballast* kiri/kanan buritan : Dilakukan *cleaning*, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	0,21	0,36	2,5
	e.	Tangki bungker air tawar kiri/kanan : Dilakukan *cleaning*, diperiksa kondisi lapisan *coating* /semen, diperiksa kondisi karat pada besi, dan dicat anti karat serta dilapisi semen kembali.	0,3	0,5	3
		total akumulasi (jam)	3,04	3,76	9,8
7	**Pintu *Rampdoor***				
	a.	Dilakukan uji kekedapan pada celah pintu *rampdoor*	6	32	40
	b.	Dilakukan pengukuran ketebalan pelat dinding pintu *rampdoor*	3	4	5
		total akumulasi (jam)	9	36	45
8	**Jangkar, Rantai jangkar dan kotak rantai**				
	a.	Jangkar dan rantai jangkar diturunkan, dibersihkan dan diperiksa pengurangan ketebalannya akibat karat besi serta dicat kembali dengan cat bitumastik	8	16	24
	b.	Kotak rantai jangkar dibersihkan, diperiksa kondisi karat besi dan diukur ketebalannya serta dicat – kembali dengan cat antikarat	4,25	4,52	8
		total akumulasi (jam)	12,3	20,52	32
9	**Peralatan pemadam kebakaran**				
	a.	Dilakukan uji fungsi dan perawatan instalasi pipa dan pemercik kabut air (*water springkle*), pada area kamar mesin dan *cardeck*	16	24	32
	b.	Dilakukan uji otomatisasi sistem alarm dan deteksi kebakaran	16	32	32
		total akumulasi (jam)	32	56	64

Sumber : hasil *crisp* durasi pekerjaan *docking repair*

Pada tabel 4.3 merupakan data durasi dan durasi *fuzzy* dengan penjabaran 3 kondisi waktu dengan variabel (a) *Optimistic scenario* / *Best case scenario*, (b) *Most case likely scenario*, (c) *Pesimistic scenario / worst case scenario*. Variabel tersebut didapatkan dari perhitungan jam orang (JO) dan pengamatan langsung dilapangan serta wawancara beberapa *respondent* pada pekerjaan *docking*.

Dari hasil data *crisp* tersebut, durasi masing-masing pekerjaan *repair* maupun *maintenance* berbeda-beda, hal ini dikarenakan berdasarkan pada cara penanganan dan metode kerja serta hasil dari pengkondisian pada pekerjaan sebelumnya yang bersifat *preventive maintenance*., Dengan demikian diasumsikan semakin baik dalam prosedur pengoperasian kapal dan perawatan berkala maka semakin singkat tingkat perbaikan dari periode survey yang dijalani saat kapal *docking*.

4.3. Faktor Yang Mempengaruhi Durasi Pekerjaan

Selain beberapa aktifitas penyelesaian pekerjaan *docking repair* yang berkaitan dengan *class matter*, dalam pelaksanaan *progress repair* di galangan kapal khususnya. Beberapa faktor pendukung dalam penyelesaian item-item reparasi antara lain sebagai berikut :

Tabel 4.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi berdasarkan responden dan kondisi dilapangan

No.	Faktor Yang Mempengaruhi
1.	Ketersediaan peralatan kerja (F1)
2.	Pengalaman metode pengerjaan (F2)
3.	Ketepatan suplai kebutuhan kapal (F3)
4.	Ketersediaan stok spare pada masing-masing departemen di kapal (F4)
5.	Faktor operasi (*Round* trip kapal) (F5)
6.	Produktifitas kerja dalam berbagai kondisi lingkungan di kapal (F6)
7.	Pengaruh usia kapal (F7)

Berdasarkan tabel 4.4 faktor-faktor yang dapat mempengaruhi dalam *progress* penyelesaian tersebut ditanyakan kepada responden yang berada dilapangan saat kapal *docking*, dan dari hasil wawancara berbagai pihak tersebut didapatkan hasil dari kriteria faktor yang mempengaruhi. Beberapa tingkat faktor yang mempengaruhi tersebut dari beberapa respondent ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4.5. Faktor-faktor yang diperkirakan dapat mempengaruhi durasi dalam penyelesaian pekerjaan reparasi kapal antara lain. (menurut responden)

No.	**Faktor yang mempengaruhi**	**Responden**	**Skala**				
			1	**2**	**3**	**4**	**5**
1.	Ketersediaan peralatan kerja. (F1)	R1				√	
		R2				√	
		R3				√	
		R4			√		
		R5				√	
		R6				√	
		R7				√	
		R8				√	
2.	Pengalaman bidang kerja (metode dalam pengerjaan reparasi). (F2)	R1				√	
		R2				√	
		R3					√
		R4					√
		R5				√	√
		R6			√		
		R7			√		
		R8			√		
3.	Ketepatan waktu dalam suplai kebutuhan kapal saat *docking*. (F3)	R1		√			
		R2		√			
		R3			√		
		R4			√		
		R5					√
		R6					√
		R7					√
		R8					√
4.	Ketersediaan *stok (spare)* pada masing-masing departemen di kapal. (F4)	R1					√
		R2					√
		R3					√
		R4					√
		R5					√
		R6					√
		R7					√
		R8					√

5.	Faktor operasi *(Round trip kapal)* . (F5)	R1		√			
		R2		√			
		R3			√		
		R4			√		
		R5			√		
		R6				√	
		R7				√	
		R8				√	
6.	Produktifitas kerja dalam berbagai kondisi lingkungan kerja. (F6)	R1					√
		R2					√
		R3					√
		R4			√		
		R5			√		
		R6				√	
		R7				√	
		R8					√
7.	Pengaruh usia kapal. (F7)	R1			√		
		R2		√			
		R3			√		
		R4			√		
		R5		√			
		R6			√		
		R7		√			
		R8		√			

Keterangan :

skala 1	skala 2	skala 3	skala 4	skala 5
Tidak mempengaruhi	Sedikit mempengaruhi	Mempengaruhi	Sangat mempengaruhi	Lebih sangat mempengaruhi

Sumber : hasil wawancara narasumber/responden

Dari faktor-faktor tersebut (dalam tabel 4.5), didapatkan tingkat kepercayaan *(possibility)* diprediksi akan terjadi penambahan waktu pada pekerjaan *docking* (terutama konstruksi dan permesinan). Tingkat kepercayaan dalam penyelesaian pekerjaan reparasi dengan tepat waktu sesuai dengan kebenaran kualitas hasil kerja. Tingkat kepercayaan α *(possibility)* juga

merupakan hasil dari wawancara beberapa respondent, dengan faktor yang mempengaruhi serta hasil total rata-rata tingkat kepercayaan.

Tingkat kepercayaan (α) yang disebut juga sebagai variabel bilangan *fuzzy*, sehingga didapatkan Dmin (Durasi *Minimum Best Case*). Dalam metode *fuzzy* ini aktifitas pekerjaan akan dimulai aktifitas lebih cepat dan selesai lebih cepat atau aktifitas pekerjaan reparasi yang mempunyai durasi (waktu) aktifitas yang kecil dan Dmax (Durasi Maksimum *Worst Case*). Dalam artian aktifitas suatu kegiatan akan terlambat memulainya dan durasi aktifitas yang berjalan adalah durasi maksimum yang mungkin dipakai.

Faktor-faktor diatas yang mempengaruhi durasi penyelesaian pada aktifitas pekerjaan reparasi kapal *docking* adalah faktor fasilitas kerja, logistik, skill dan produktifitas pekerja, serta usia moda (kapal). Selanjutnya dari hasil wawancara pada masing-masing responden, disimpilkan beberapa faktor tersebut jika diakumulasikan, secara tidak langsung dapat menyebabkan terjadinya *(idle time)* yang berdampak pada penambahan waktu pengerjaan, khususnya grup kerja pada pekerjaan reparasi lintasan kritis.

Pada kasus pekerjaan *replatting* yang didapat dari pengamatan dan narasumber pada beberapa responden, yakni responden dapat menentukan tingkat kepercayaan (α) dalam pelaksanaan pekerjaan dapat selesai tepat waktu dapat dimungkinkan, mengingat pada *historical repair* dan pengalaman dalam penyelesaian pekerjaan konstruksi yang ditangani subkontraktor.

Pada kasus lain di pekerjaan reparasi permesinan di area kerja departemen mesin, ketepatan waktu penyelesaian pekerjaan kritis pada perbaikan permesinan dipengaruhi durasi waktu tersendiri dengan toleransi penyelesaian berdasarkan durasi Dmax (Durasi maksimum *worst case*). Hal ini dikarenakan hasil dari rekomendasi survey yang mengharuskan inspeksi kondisi bagian *part* mesin yang kedapatan memerlukan perawatan dan penggantian suku cadang, harus memerlukan pembongkaran dan penggantian saat itu juga yang didasarkan pada *loog book* pemakaian mesin.

Tabel 4.6. Tingkat *possibility* (α) dari total rata-rata aktifitas penyelesaian pekerjaan reparasi berdasarkan area kerja

No	Aktifitas Pelaksanaan Pekerjaan	Tingkat (α) *possibility* dalam penjadwalan (%)
1	**Pekerjaan *Preventive* (ringan-sedang)**	
	Area *cardeck*	57
	Area *main deck*	72
	Area *whinch deck*	100
	Area permesinan	99
2	**Pekerjaan di Area *Floating* (sedang)**	
	Area *topdeck*	77
	Area tiang master	85
	Area *deck* anjungan	92
	Area ruang penumpang	98
3	**Pekerjaan *special docking* (Berat)**	
	General service	100
	Docking dan *undocking*	100
	Perawatan lambung (BGA)	100
	Top Deck	100
	Deck navigation	100
	Pekerjaan replatting dan konstruksi	100
	Tail shaft, propeller dan *rudder*	100
	Pekerjaan perpipaan	100
	Pekerjaan permesinan	100
	Pekerjaan peralatan navigasi	100
	Pekerjaan tangki-tangki	100
	Total *(α)* %	**90**

Sumber : hasil olah data lampiran 4A – 4C.

Dari tabel 4.6 didapatkan rata-rata tingkat kepercayaan atau *possibility* dalam penyelesaian pekerjaan reparasi secara keseluruhan dari 3 area kerja, berdasarkan hasil kuisisoner. Dimana untuk rata-rata keseluruhan penyelesaian sebesar 90 persen atau 0,90 nilai α (*cut*) pada tingkat kepercayaan penyelesaian pekerjaan dengan penjadwalan kerja sesuai standar dan waktu. Dalam hal ini menyangkut kemungkinan adanya faktor hambatan seperti, kondisi lingkungan kerja, prosedur kerja, ketersediaan peralatan kerja dan metode pengerjaan.

Selanjutnya setiap aktifitas pekerjaan dihubungkan dengan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi durasi pelaksanaan pekerjaan tersebut, dari aktifitas tersebut, dengan demikian pihak galangan kapal dapat menentukan tingkat prediksi pekerjaan dapat selesai tepat waktu. Semisal untuk pekerjaan *replatting* setempat pada pelat bilga kiri pada gading 8-10 faktor durasi dipengaruhi oleh penghalang konstruksi berupa tangki bunker bahan bakar dan memerlukan *cleaning* dan *free* gas serta pencegahan kebakaran maupun ledakan sebelum dilakukan pekerjaan *replatting*.

Dengan demikian penyelesaian pekerjaan secara prosedural masih memiliki korelasi ketepatan waktu sebesar 90%. Hal ini dapat diasumsikan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi durasi dapat diselesaikan dalam satu order perbaikan secara tepat dan sesuai standar yang disyaratkan dalam ketentuan *class matter* (klasifikasi kapal). Namun untuk durasi waktu penyelesaian beberapa pekerjaan reparasi masih cenderung variatif, hal ini dikarenakan faktor tingkat perbaikan dari kapal tersebut.

4.4. Perhitungan *Schedule* (penjadwalan) dengan *Fuzzy* (FLASH)

Dalam penelitian ini, data-data yang didapatkan dimodelkan dengan melalui fungsi-fungsi *fuzzy*. Langkah awal yang dilaksanakan adalah menentukan durasi *fuzzy*. Untuk durasi *fuzzy* aktifitas pekerjaan adalah [a, b, c], dimana nilai a adalah durasi waktu penyelesaian tercepat, sedangkan nilai *fuzzy* b merupakan data rencana durasi aktifitas waktu terbaik dalam pekerjaan, nilai b memiliki karakteristik sebagai *Most likely* data waktu, karena gap antara nilai (a – b) dapat tidak sama (b – c). Selain itu, nilai b merupakan nilai yang diharapkan untuk dapat tercapai dalam waktu kondisi normal. Nilai a merupakan *Best case* (*Best Scenario*), adalah kemungkinan penyelesaian pekerjaan yang dipercepat, dan nilai c adalah *Worst case* (*Worst Scenario*), merupakan batas toleransi maksimum keterlambatan yang mungkin terjadi akibat beberapa faktor. Durasi *fuzzy* tersebut ditentukan pada item pekerjaan yang mempengaruhi durasi secara keseluruhan. Data a dan c pada durasi *fuzzy*, diperoleh melalui proses wawancara dan quisioner *respondent* dilapangan.

Hasil wawancara dan kuisioner dari respondent tersebut adalah nilai durasi *fuzzy* setiap aktifitas pokok yang mempengaruhi durasi penyelesaian pekerjaan dalam pekerjaan *docking repair* (ditampilkan dalam tabel 4.3). Sebagaimana pada pekerjaan *docking repair* konstruksi lambung dibawah garis air (BGA), durasi pelaksanaan pekerjaan dibagi per-departemen (departemen dek dan departemen mesin) dengan tujuan untuk mempermudah monitoring, penyelesaian masalah dan evaluasi untuk perbaikan saat *docking* pada periode survey akan datang.

Pekerjaan perbaikan konstruksi bawah garis air (BGA) salah satu pekerjaan yang mempengaruhi penyelesaian pekerjaan *docking,* karena apabila pekerjaan konstruksi (BGA) terlambat atau terjadi penambahan waktu pengerjaan, maka pekerjaan lainnya juga terlambat, termasuk pekerjaan *sandblasting* dan *painting*. Untuk durasi pekerjaan *docking repair* pada periode *special survey* realisasi penyelesaian pekerjaan 20 hari untuk pekerjaan reparasi diatas *dock*, sedangkan untuk durasi realisasi pekerjaan lanjutan pada pekerjaan diatas garis air dilaksanakan di area *floating repair* dengan durasi penyelesaian 10 hari, sehingga total keseluruhan durasi pekerjaan 30 hari.

Pada durasi tersebut nilai durasi total sebagai variabel b, sehingga b = 30 hari. Nilai a berdasarkan kesepakatan antara pihak *owner* kapal dan pihak galangan kapal dalam penyelesaian pekerjaan reparasi kapal (periode *special survey*) diharapkan dapat selesai lebih cepat 20 hari. Sehingga nilai tersebut pada variabel a = 20 hari, akan tetapi karena diprediksi akan adanya beberapa faktor yang dapat mempengaruhi durasi pelaksanaan pekerjaan *repair* berdasarkan *historical repair* pada perawatan maupun perbaikan sebelumnya pada saat *preventive maintenance,* maka untuk pekerjaan perbaikan yang telah dilakukan sebelumnya, pada saat perbaikan *docking special survey*, tetapi dengan hasil laporan *record* sesuai waktu periode *special survey docking*.

Dengan demikian pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat 5 hari dari realisasi penyelesaian 30 hari, namun karena beberapa faktor yang mempengaruhi penyelesaian pekerjaan dari durasi total 30 hari sebagai variable b, maka untuk pekerjaan permesinan diprediksi penambahan waktu sampai dengan 7 hari,

sehingga penyelesaian pekerjaan kapal diasumsikan akan terlambat sampai 37 hari (nilai variable c = 37).

Karena pekerjaan permesinan ditentukan oleh *class mater* pada periode *survey* maka pekerjaan *over houl* mesin induk dan mesin bantu ditentukan oleh rekomendasi klass (BKI), berdasarkan *record* pengukuran serta disamakan sesuai standar klass survey permesinan.

Sebagai permulaan awal seperti pada aturan dasar logika *fuzzy* yang pertama dalam perhitungan digunakan himpunan *fuzzy* set, melalui data dari realisasi durasi *schedulle* sebelumnya. *FLASH* dimodelkan dengan menggunakan pendekatan himpunan *fuzzy set*, yaitu :

$$\mu_A(x) = \begin{Bmatrix} 0, & x < a \\ (x-a)/(b-a), & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b), & b \leq x \leq c' \\ 0, & x > c \end{Bmatrix} \tag{2.2}$$

Dimana μ_A (x) adalah himpunan yang sama dengan nilai (α) *cut* yaitu merupakan variabel dengan nilai antara 0 sampai 1, berfungsi sebagai derajat keanggotaan, dapat juga disebut sebagai derajat tingkat kepercayaan. Dengan demikian suatu aktifitas akan mengalami percepatan atau keterlambatan penyelesaian. Nilai (α) *cut* yang telah ditentukan tersebut akan dipergunakan juga sebagai dasar perhitungan untuk penentuan *Early start* dan *Early finish*.

Dengan data awal dari kontrak pengerjaan perbaikan dengan estimasi waktu pekerjaan *docking repair* pada periode *special survey*, sesuai dengan rekomendasi kelas dan kondisi *riil* kapal saat diatas *keel block*, didapatkan *fuzzy* durasi realisasi awalnya adalah (20, 30, 37). Dimana :

a = 20 hari ≈ realisasi dari kapal naik *dock*, pekerjaan reparasi diatas *dock* hingga kapal turun *dock*

b = 30 hari ≈ total realisasi pekerjaan *floating repair* penambahan pekerjaan lanjutan diatas garis air lanjutan

c = 37 hari ≈ total relisasi waktu *over lag* penyelesaian pekerjaan diarea *floating* akibat beberapa faktor yang mempengaruhi penyelesaian.

Dengan demikian pada perhitungan himpunan *fuzzy* set dengan tingkat alpha (α) *cut* 0,90 = 90 % berarti bahwa tingkat kepercayaan dalam percepatan penyelesaian pekerjaan reparasi mulai dari kapal diatas *dock* hingga berada di area *floating repair*, terjadi perpanjangan waktu penyelesaian akibat faktor ketidakpastian *(uncertainty)* dalam pekerjaan permesinan sampai dengan 11 hari, dengan faktor *possibility* sebesar 90%, sehingga dari persamaan tersebut didapatkan :

$$\mu_{docking\ repair}\ (0{,}90) = \begin{Bmatrix} 0, & x < a \\ (x-14)/(19-14), & 14 \leq x \leq 19 \\ (25-x)/(25-19), & 19 \leq x \leq 25 \\ 13{,}0 & x > 24{,}0 \end{Bmatrix}$$

X_1 = 13,0 , X3 = 24,0

X_2 = 18,0

X_1 : merupakan durasi pekerjaan selama kapal diatas *dock*, dengan penyelesaian paling cepat pada α = 0,90 (derajat kepercayaan penyelesaian *docking repair* : 90%) adalah selama 13,0 hari dengan penambahan 1 hari untuk penurunan kapal dari atas *dock*, sehingga total 14 hari.

X_2 : merupakan nilai keterlambatan minimum dalam durasi 18,0 hari atau 19 hari pada pelaksanaan pekerjaan *docking repair* diatas *dock*. Dalam penyelesaian pekerjaan lanjutan di area sandar *dock* dan penyelesaian *over houl* (dengan derajat kepercayaan dalam penyelesaian : 90 %)

X3 : adalah total keseluruhan durasi maksimum dalam realisasi sebesar 24,0 atau disetarakan 25 hari, dengan akumulasi waktu yang terhitung setelah nilai X1 14 hari atau 15 hari dan di akumulasikan durasi penyelesaian pekerjaan lanjutan *over houl* di area *floating* galangan kapal selama kurang lebih 10 hari kerja.

Dengan demikian secara total *crisp output* durasi penyelesaian pekerjaan *docking* pada tingkat kepercayaan 90% penyelesaian di galangan kapal dapat

lebih cepat 12 hari, dari realisasi awal kontrak penyelesaian perbaikan (periode *special survey*) dengan penyelesaian keseluruhan *docking repair* dan *over houl* permesinan dengan waktu 25 hari.

Setelah durasi awal pada himpunan *fuzzy set* ditentukan, selanjutnya dilakukan analisis *schedulle* (penjadwalan) pada beberapa perbaikan dengan menggunakan *Fuzzy Logic Aplication for Scheduling* (FLASH). Dasar dari FLASH diawali dengan menentukan *fuzzy* durasi dari setiap aktifitas pekerjaan, lalu menentukan *Early Start* dan *Early Finish*. Besaran *early start* dan *early finish* ditentukan untuk setiap aktifitas yang sedang berlangsung dalam pekerjaan *docking*, dikarenakan dalam pekerjaan *docking repair* pada periode *special survey* (pada umumnya) terdapat beberapa pekerjaan perbaikan yang telah dilakukan sebelumnya, sebagaimana untuk antisipasi penambahan item survey saat kapal melakukan *survey docking* yang dapat memperpanjang waktu *docking* kapal.

Penentuan *Fuzzy early start* dan *early finish* menggunakan pendekatan pada persamaan sebagai berikut :

$$\bar{E}S_{\text{Start}} = 0, \tag{2.2}$$

$$\bar{E}S_{\text{Start}} = \underset{p \epsilon P}{\text{m}\bar{\text{a}}\text{x}} \, (\bar{E}F_{\text{p}}) \, , \tag{2.3}$$

$$\bar{E}S = \bar{E}s \, (-) \, d, \tag{2.4}$$

$$\bar{E}F = \bar{E}s \, (+) \, d. \tag{2.5}$$

Dari fungsi tersebut, dilakukan perhitungan komputasi (lampiran-4A), seperti pada penentuan $\bar{E}s$ *(Early start)* pada umumnya awal pekerjaan dihitung dari pekerjaan pertama dimulai. Selanjutnya dihitung berdasarkan presedesornya, atau untuk pekerjaan permesinan pelaksanaan pekerjaan tidak harus *Start to Finish*, akan tetapi pekerjaan dapat dilaksanakan secara berkelanjutan atau set per set sesuai tingkat perbaikan yang diselesaikan.

Pada pekerjaan *docking* digalangan kapal, rencana pada kontrak penyelesaian pekerjaan tepat waktu sesuai *schedulle* dilakukan dan dimulai pada saat pekerjaan dimulai yakni pada saat kapal telah berada diatas *dock*, namun biasanya waktu penyelesaian pekerjaan dari beberapa *group* kerja yang terbagi dapat selesai tepat waktu, lebih cepat atau bahkan terlambat dari *schedule* namun

masih dalam waktu yang relevan dalam penyelesaian. Hal tersebut bergantung dari beberapa faktor, yang terutama pada produktifitas pekerja, peralatan, dan ketersediaan material pengganti serta faktor kondisi dan fasilitas digalangan kapal.

4.5. Perhitungan Durasi Pekerjaan pada Pelaksanaan *Docking repair*

Pada pelaksanaan pekerjaan *docking repair* fokus aktivitas mengacu pada beberapa pekerjaan reparasi maupun perawatan pada area di bawah garis air. Dalam pelaksanaannya ditentukan oleh periode survey *docking* yang meliputi survey lambung, survey perporosan / propulsi, survey permesinan dan survey-survey lainnya dengan pertimbangan masa berlaku pada periode *docking*, meskipun secara umum pekerjaan *docking* hanya menyangkut pekerjaan pada area bawah garis air (BGA), namum beberapa pekerjaan tambahan dilakukan secara bersamaan saat di area *dock*. Pertimbangannya adalah efisiensi waktu secara keseluruhan serta pertimbangan kebutuhan perbaikan kapal menyeluruh termanajerial dengan baik jika pelaksanaanya dilakukan saat kapal *docking* digalangan kapal.

Durasi pada aktivitas *docking repair* dari masing-masing item pekerjaan yang direkomendasikan oleh kelas survey, didapatkan waktu penyelesaian melalui formulasi perhitungan *fuzzy* durasi yang dibagi dalam 3 *scenario* realisasi waktu yang memungkinkan dalam setiap volume pekerjaan, besaran *scenario* waktu (D) sebagai berikut (perhitungan hasil dalam lampiran 4A) :

a. *Best scenario* durasi = $\left(\bar{E}s_a + \bar{E}s_b + \bar{E}s_c \right) / 3 \,.\, \alpha) \right)$ (2.6)

b. *Most likely* durasi = $\left(\bar{E}f_a + \bar{E}f_b + \bar{E}f_c \right) / 3 \,.\, (\alpha) \right)$ (2.7)

c. *Worst likely* durasi = $\left(\bar{E}f_a + \bar{E}f_b + \bar{E}f_c + \text{most}_{\text{durasi}} \right) / 3 \,.\, (\alpha) \right)$

Dimana :

$\bar{E}s_a$: Pekerjaan di mulai di awal dengan durasi penyelesaian paling cepat

$\bar{E}s_b$: Pekerjaan di mulai di awal dengan durasi penyelesaian normal (tidak cepat dan tidak lambat)

$\bar{E}s_c$: Pekerjaan dimulai di akhir dengan durasi penyelesaian lama, atau dimulai di awal tetapi durasi penyelesaian panjang. Hal ini di akibatkan beberapa faktor, diantaranya penyelesaian pekerjaan

kritis pada komponen permesinan yang membutuhkan *skill* dan akurasi tinggi.

α *(cut)* : Tingkat kepercayaan berdasarkan *ratio percent* dari tingkat keyakinan dari penilaian pada penyelesaian pekerjaan.

Hasil dari perhitungan efisiensi waktu dapat ditunjukkan pada tabel 4.7 sedangkan hasil selengkapnya ditunjukkan pada lampiran 4A.

Tabel 4.7. Hasil perhitungan durasi Dmin, Dmax

No	Aktifitas Pekerjaan	Realisasi Durasi Paling Mungkin (jam)		
	Uraian Pekerjaan Docking Kapal Berdasarkan *Class matter* (*special survey*)	*Best*	*Most*	*Worst*
	Kapal Naik *Dock* : 11 Nopember 2016			
	Kapal Turun *Dock* : 13 Desember 2016			
1	**Perawatan Lambung Kapal Bawah Garis Air (BGA) dan Atas Garis Air (AGA)**			
	a. Perawatan lambung kapal (sandblasting) dari lunas sampai ke batas main deck termasuk feender	8,276	31,73	42,311
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat bottom, lambung, sekat, profil, serta pelat cardeck	7,07	16,93	22,573
	c. Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas main deck	5,98	16,47	21,96
	d. Dilakukan pengecatan dari batas main deck sampai batas atas second deck	2,04	10,26	13,68
	e. Nama kapal, draf mark, serta plimsol mark dicat sesuai aslinya (AGA)	0,067	1,233	1,644
	f. Dilakukan penggantian baru alumunium anoda (zinc anode) sesuai jumlah dan posisi penggantian	0,833	2,167	2,888
2	***Repplatting* dan Konstruksi**			
	a. Penggantian baru feender ø "8 inc Sch 40. 12 meter	16,13	83,2	110,93
	b. Replatting pelat ceruk buritan kiri fr.3/5. 1500 x 1000 x 10 mm	4,527	4,893	6,524
	c. Replatting pelat bottom kanan fr.10/14. 2800 x 1600 x 10 mm	3,84	6,16	8,213
	d. Replatting pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 10 mm	4,3	5,25	7
	e. Penggantian pelat wrang pembujur kiri (tangki ballast) 3200 x 1500 x 10 mm	3,333	7,667	10,22
	f. Penggantian pelat sekat cofferdam tangki ceruk haluan kanan 3000 x 1500 x 10 mm	3,673	6,817	9,088
3	***TAIL SHAFT, PROPELLER* DAN *RUDDER***			
	a. Tail shaft (As/poros propeller 2 unit) : Dilakukan clearence dan allignment	2,16	19,32	25,76
	b. Propeller (2 unit) : Dilakukan balancing, renewal permukaan bilah propeller, dan di polish	3,14	20,28	27,04
	c. Rudder (2 unit) : Dilakukan clearence as kemudi kanan-kiri, dilakukan *allignment* as kemudi, daun kemudi disandblasting dan dicat 2 layer	2,4	18	24
4	**Perpipaan**			
	a. Penggantian pipa-pipa kamar mesin	0,667	162,3	216,44
	b. Penggantian pipa cuci jangkar	4,667	13,33	17,778
5	**Permesinan**			
	a. Generator pembangkit listrik (2 unit) : Dilakukan cleaner dan di merger test	5,333	22,67	30,222
	b. Elektro motor : Dilakukan merger test pada motor pompa I / II dan motor-motor pompa lain	13,33	42,67	56,889
	c. Mesin induk (2 unit) Dilakukan pengukuran, service keseluruhan, cek kondisi part mesin induk (berdasarkan rekomendasi kelas survey)	38,4	129,6	172,8
	d. Mesin bantu (2 unit) Dilakukan service keseluruhan, cek kondisi part mesin bantu (berdasarkan rekord maintenance rutin)	5,333	34,67	46,222
	e. Sistem starting : Dilakukan cek kondisi tabung udara tekan, dan dilakukan uji tekan NDT pada 2 unit tabung udara tekan serta uji pengisian pada compressor	4	16	21,333
	f. Sistem instalasi kelistrikan Dilakukan Pemeriksaan sistem ground, isolasi kelistrikan, dan sistem otomatis pada panel-panel	12,67	45,33	60,444
6	**Tangki - tangki**			
	a. Tangki bungker bbm : Dilakukan cleaning secara menyeluruh	0,407	2,883	3,844
	b. Tangki bbm harian : Dilakukan cleaning secara menyeluruh	0,47	0,75	1
	c. Tangki ballast kiri/kanan haluan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	0,18	2,14	2,853
	d. Tangki ballast kiri/kanan buritan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	0,033	1,233	1,644
	e. Tangki bungker air tawar kiri/kanan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi lapisan coating/semen, diperiksa kondisi karat pada besi, dan dicat anti karat serta dilapisi semen kembali.	0,733	1,567	2,088
7	**Pintu *rampdoor***			
	a. Dilakukan uji kekedapan pada celah pintu rampdoor	14	32	42,667
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat dinding pintu rampdoor	1	7	9,333
8	**Jangkar, Rantai jangkar, dan Kotak rantai**			
	a. Jangkar dan rantai jangkar diturunkan, dibersihkan dan diperiksa pengurangan ketebalannya akibat karat besi serta dicat kembali dengan cat bitumastik	8	24	32
	b. Kotak rantai jangkar dibersihkan dan diukur ketebalannya serta dicat kembali dengan cat antikarat	2,32	10,2	13,6
9	**Peralatan pemadam kebakaran**			
	a. Dilakukan uji fungsi dan perawatan instalasi pipa dan pemercik kabut air (*water springkle*), pada area kamar mesin dan *cardeck*	8	40	53,333
	b. Dilakukan uji otomatisasi sistem alarm dan deteksi kebakaran	5,333	42,67	56,889
	Durasi waktu Penyelesaian Best (jam) :	**192,6**		
	Durasi waktu Penyelesaian Best (hari) :	**13,4**		
	Durasi waktu Penyelesaian most (jam) :		**881,4**	
	Durasi waktu Penyelesaian most (hari) :		**19,7**	
	Durasi waktu Penyelesaian worst (jam) :			**1175,2**
	Durasi waktu Penyelesaian worst (hari) :			**23,5**

Sumber : hasil perhitungan Dmin, Dmax lampiran 4A

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.7 durasi minimum (Dmin) dan durasi maksimum (Dmax) dalam prosesnya ditentukan durasi waktu mulai *(Early start)* dan *(Early finish)* selanjutnya diperoleh hasil durasi penyelesaian dari masing-masing pekerjaan dalam *docking repair* kapal, dengan demikian hasil dari perhitungan *early start* dan *early finish* didapatkan durasi realisasi yang paling mungkin untuk penyelesaian tiap-tiap item reparasi berdasarkan faktor kondisi yang dinyatakan dalam durasi tercepat *(best)*, normal *(most)* dan terlama *(worst)*.

Pada penentuan durasi dan realisasinya dalam penjadwalan ditentukan berdasarkan kesesuaian *class matter* dalam hal ini ketentuan dari kelas kapal yang diikuti. Dengan demikian hasil perhitungan masing-masing pekerjaan reparasi dapat ditentukan waktu penyelesaiannya, dan selanjutnya didapatkan total waktu penyelesaian sebagai langkah awal dalam pelaksanaan rencana penjadwalan.

Tabel 4.8. Pekerjaan *docking repair* berdasarkan kesesuaian *class matter*

Aktifitas Pekerjaan		Peraturan Klasifikasi dan Survey (BKI)	
No.Kode Dalam Realisasi	Lingkup Pelaksanaan Pekerjaan Galangan Kapal (*special survey*)	No.Kode *Class Matter*	*Rules*
	Kapal Naik *Dock* : 11 Nopember 2016		
	Kapal Turun *Dock* : 13 Desember 2016		
1	Perawatan Lambung Kapal Bawah Garis Air (BGA) dan Atas Garis Air (AGA)		BKI 2012
1a - 1f	a. Perawatan lambung kapal (sandblasting) dari lunas sampai ke batas main deck termasuk *feender*	2.2.4. 1.A.a.	
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat bottom, lambung, sekat, profil, serta pelat cardeck	2.3.1. a.b.	
	c. Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas main deck	2.2.4. 1.A.a.	
	d. Dilakukan pengecatan dari batas main deck sampai batas atas second deck	2.2.4. 1.A.a.	
	e. Nama kapal, draf mark, serta plimsol mark dicat sesuai aslinya (AGA)	2.2.4. 1.A.a.	
	f. Dilakukan penggantian baru alumunium anoda (zinc anode) sesuai jumlah dan posisi penggantian	2.2.4. 1.A.a.	
2	*Repplatting* dan Konstruksi		BKI 2012
2a - 2f	a. Penggantian baru feender ø "8 inc Sch 40. 12 meter	2.3.1. a.b.	
	b. Replatting pelat ceruk buritan kiri fr.3/5. 1500 x 1000 x 10 mm	2.3.1. a.b.	
	c. Replatting pelat bottom kanan fr.10/14. 2800 x 1600 x 10 mm	2.3.1. a.b.	
	d. Replatting pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 10 mm	2.3.1. a.b.	
	e. Penggantian pelat wrang pembujur kiri (tangki ballast) 3200 x 1500 x 10 mm	2.3.1. a.b.	
	f. Penggantian pelat sekat *cofferdam* tangki ceruk haluan kanan 3000 x 1500 x 10 mm	2.3.1. a.b.	
3	*TAIL SHAFT, PROPELLER* DAN *RUDDER*		BKI 2012
3a - 3c	a. Tail shaft (As/poros propeller 2 unit) : Dilakukan *clearence* dan *allignment*	2.3.5. a.	
	b. Propeller (2 unit) : Dilakukan balancing, renewal permukaan bilah propeller, dan di polish	2.3.5. b.	
	c. Rudder (2 unit) : Dilakukan *clearence* as kemudi kanan-kiri, dilakukan *allignment* as kemudi, daun kemudi di - *sandblasting* dan dicat 2 layer	2.3.4. a.b.	

4	**Perpipaan**		**BKI 2012**
4a - 4b	a. Penggantian pipa-pipa kamar mesin	**2.2.3. a.**	
	b. Penggantian pipa cuci jangkar	**2,2.3. b.**	
5	**Permesinan**		**BKI 2012**
5a - 5f	a. Generator pembangkit listrik (2 unit) : Dilakukan cleaner dan di *merger test*	**2.3.6. c.**	
	b. Elektro motor : Dilakukan *merger test* pada motor pompa I / II dan motor-motor pompa lain	**2.3.6. c.**	
	c. Mesin induk (2 unit) Dilakukan pengukuran, service keseluruhan, cek kondisi part mesin induk (berdasarkan rekomendasi kelas survey)	**2.3.6. a.**	
	d. Mesin bantu (2 unit) Dilakukan service keseluruhan, cek kondisi part mesin bantu (berdasarkan rekord *maintenance* rutin)	**2.3.6. b.**	
	e. Sistem starting : Dilakukan cek kondisi tabung udara tekan, dan dilakukan uji tekan NDT pada 2 unit tabung udara tekan serta uji pengisian	**2.3.6. d.1.2.**	
	f. Sistem instalasi kelistrikan Dilakukan Pemeriksaan sistem ground, isolasi kelistrikan, dan sistem otomatis pada panel-panel	**2.3.6. c.**	
6	**Tangki - tangki**		**BKI 2012**
6a - 6e	a. Tangki bungker bbm : Dilakukan *cleaning* secara menyeluruh	**2.2.3. A.1.2.3.4.**	
	b. Tangki bbm harian : Dilakukan *cleaning* secara menyeluruh	**2.2.3. A.1.2.3.4.**	
	c. Tangki ballast kiri/kanan haluan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	**2.2.3. A.1.2.3.4.**	
	d. Tangki ballast kiri/kanan buritan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	**2.2.3. A.1.2.3.4.**	
	e. Tangki bungker air tawar kiri/kanan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi lapisan coating/semen, diperiksa kondisi karat pada besi, dan dicat anti karat serta dilapisi semen kembali.	**2.2.3. A.1.2.3.4.**	
7	**Pintu *rampdoor***		**BKI 2012**
7a - 7b	a. Dilakukan uji kekedapan pada celah pintu rampdoor	**2.3.2. a.b.c.d.e.f.**	
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat dinding pintu *rampdoor*	**2.3.2. a.b.c.d.e.f.**	
8	**Jangkar, Rantai jangkar, dan Kotak rantai**		**BKI 2012**
8a - 8b	a. Jangkar dan rantai jangkar diturunkan, dibersihkan dan diperiksa pengurangan ketebalannya akibat karat besi serta dicat kembali dengan cat bitumastik	**2.3.3. a.b.c.**	
	b. Kotak rantai jangkar dibersihkan dan diukur ketebalannya serta dicat kembali dengan cat antikarat	**2.3.3. a.b.c.**	
9	**Peralatan pemadam kebakaran**		**BKI 2012**
9a - 9b	a. Dilakukan uji fungsi dan perawatan instalasi pipa dan pemercik kabut air (*water springkle*), pada area kamar mesin dan *cardeck*	**2.3.7. a.b.c.d.e.f.g.h.i.j.**	
	b. Dilakukan uji otomatisasi sistem alarm dan deteksi kebakaran	**2.3.7. a.b.c.d.e.f.g.h.i.j.**	

Sumber : hasil realisasi *docking repair*

Dari tabel 4.8. Sebagaimana hasil dari perhitungan durasi bahwa realisasi pekerjaan reparasi yang ditentukan dalam penjadwalan sesuai dengan item *list* dari hasil rekomendasi survey yang ditentukan dari peraturan klasifikasi pada masing-masing dengan kode pekerjaan sebagaimana peraturan klasifikasi.

4.6. Efektifitas Jam Orang (J.O) Dalam Penyelesaian 25 hari kerja

Dalam perencanaan *schedule* didasarkan pada parameter pada durasi Dmin, Dmax dari perhitungan durasi total adalah perhitungan waktu aktivitas masing-masing volume pekerjaan pada grup kerja dengan mempertimbangkan kesempurnaan kondisi kapal pasca *docking.* Analisis tersebut untuk mendapatkan rencana *schedulle* selanjutnya berdasarkan perhitungan Dmin, Dmax dengan waktu terbaik serta waktu yang memungkinkan berdasarkan kondisi volume pekerjaan dalam penyelesaian setiap grup kerja. (dalam tabel. Lembar Lampiran 4A).

Pertimbangan waktu penyelesaian dengan *schedulle* kerja yang efisien di bagi menjadi 3 skenario yakni (a) *Best case scenario*, (b) *Most likely case scenario*, dan (c) *worst case scenario* antara lain : (Dalam Lembar Lampiran 4B).

Best case scenario (a), adalah waktu penyelesaian paling baik atau tercepat sesuai pertimbangan faktor kondisi dilapangan dan keterkaitan kontrak antara *owner* dengan subkontraktor atau pihak ketiga.

Most likely case scenario (b), adalah waktu penyelesaian dengan durasi normal dengan pertimbangan faktor kondisi dilapangan atau dengan pertimbangan waktu penyelesaian sesuai hasil dan kebenarannya namun masih dalam tahap waktu penyelesaian yang efisien.

Worst case scenario (c), adalah waktu penyelesaian dengan pertimbangan waktu yang tidak memungkinkan namun dalam berbagai faktor kondisi harus dilakukan pelaksanaanya, meskipun penyelesaian dalam waktu relatif lama karena pertimbangan faktor kondisi namun masih dalam waktu penyelesaian yang relevan dengan standar yang disyaratkan dalam *class matter* dalam survey *docking*.

Pada pelaksanaan pekerjaan *docking repair* setelah menentukan realisasi jadwal *schedulle* waktu penyelesaian yang efisien perlu dilakukan penentuan skala prioritas dari durasi paling mungkin dalam realisasi masing-masing area grup kerja. Skala prioritas ditentukan berdasarkan estimasi jam orang (JO) yang disesuaikan tingkat kesulitan dan beberapa faktor yang memerlukan preparasi sebelum dimulainya penyelesaian reparasi dari masing-masing grup kerja.

Penentuan durasi paling mungkin ditentukan dari salah satu durasi *best scenario*, *most scenario*, atau *worst scenrio* berdasarkan volume pekerjaan dalam realisasi 25 hari kerja dengan jam kerja aktual 8 jam per-hari serta total durasi jam orang (JO) pada masing-masing urutan grup kerja.

Dari masing-masing elemen pekerjaan reparasi dilakukan pembobotan volume pekerjaan dalam efektifitas kerja yang disesuaikan dengan (nomor kode pekerjaan tabel 4.7) sebagaimana kesesuaian rekomendasi kelas. Pada pembobotan volume pekerjaan ditentukan dari hasil perhitungan komputasi (pada lampiran 4A), dan efektifitas kerja pada masing-masing pekerjaan reparasi dengan perhitungan sebagai berikut sebagai berikut :

(% *vol*) = D / ΣD x 100

Dimana : D = Durasi paling mungkin untuk penyelesaian

ΣD = Total durasi riil (jam). *(tabel lampiran-4D)

100 = Tingkat kepercayaan (α) per-100%

Sedangkan untuk efektifitas Jam Orang (JO), ditentukan sebagai berikut :

Ef(JO) = vol.pekerjaan (%) x waktu aktual (8)

4.6.1. Pekerjaan bawah garis air (BGA) dan atas garis air (AGA)

a. Perawatan lambung kapal (*scrapping*, *water jet*, *sandblasting*) dari lunas sampai ke batas *main deck* termasuk *feender* dan *second deck* (tabel. 1a).

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
8,267	31,73	42,311

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario).* T = 31,7 jam :

volume pekerjaan (%) = 31,7 / 832,9 x 100

= 3,806 %

Ef(JO) = 3,808 x 8

= 30,4 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Proses *scrapping* renik dilambung (BGA)

dan dasar kapal = 1 jam

- Proses cuci air tawar *(water jet)* lambung (BGA) dan dasar kapal = 0 ,40 jam
- Proses *sandblasting* (SA : 2,5) lambung (BGA) hingga dasar kapal :
  - Lambung kanan = 5 jam
  - Lambung kiri = 5 jam
  - Dasar *(Bottom)* = 14 jam

b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat *bottom*, lambung, sekat, profil serta pelat *cardeck*.. (tabel. 1b)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	*Most*	*Worst*
7,07	16,93	22,573

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)*. T = 16,9 jam :

volume pekerjaan (%) = 16,9 / 832,9 x 100

= 2,029 %

Ef(JO) = 2,029 x 8

= 16,2 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Proses *Ultrasonic test* area *bottom* = 5 jam
- Proses *Ultrasonic test* area lambung kanan / kiri = 2 jam
- Proses *Ultrasonic test* seluruh area ruang tertutup : sekat, sekat dasar ganda, profil = 8 jam
- Proses *Ultrasonic test* seluruh pelat *cardeck* = 1 jam

c. Dilakukan pengecatan lambung kapal dari lunas sampai ke batas *main deck* termasuk *feender*. (tabel. 1c)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
5,98	16,47	21,96

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)*. T = 16,5 jam :

volume pekerjaan T (%) = 16,5 / 1,981 x 100

= 8,329 %

Ef(JO) = 8,329 x 8 = 7 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Pengecatan layer-1 *anti corotion primer epoxy* = 2 jam
- Pengecatan layer-2 *sealer epoxy* = 2 jam
- Pengecatan layer-3 *anti fouling epoxy* = 2 jam

d. Dilakukan pengecatan dari batas *main deck* sampai batas atas *second deck.* (tabel. 1d)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
2,04	10,26	13,68

Durasi paling mungkin. *(most scenario)*. T = 10,3 jam :

volume pekerjaan T (%) = 10,3 / 832,9 x 100

= 1,236 %

Ef(JO) = 1,236 x 8 = 6,4 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Pengecatan layer-1, *anti corrotion epoxy primer* = 2 jam
- Pengecatan layer-2, *sealer shop coating* = 2 jam
- Pengecatan layer-3, *finished coating, white and blue* = 2 jam

e. Nama kapal, *draf mark*, serta *plimsol mark* dicat sesuai aslinya (AGA). (tabel. 1e).

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
0,067	1,233	1,6444

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario).* T = 1,23 jam :

volume pekerjaan T (%) = 1,23 / 832,9 x 100

= 0,147 %

Ef(JO) = 0,147 x 8 = 1,1jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Pengecatan nama kapal, = 0,35 jam
- Pengecatan *draft mark* dan *plimsol mark* = 0,30 jam

f. Dilakukan penggantian baru alumunium anoda (*zinc anode*) sesuai jumlah dan posisi penggantian. (tabel. 1f)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
0,833	2,167	2,8889

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario).* T = 2,17 jam :

volume pekerjaan T (%) = 2,17 / 832,9 x 100

= 0,260 %

Ef(JO) = 0,260 x 8 = 2 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Penandaan dan peletakan posisi *zinc anode*, = 0,30 jam
- Pengelasan posisi *zinc anode* = 1 jam

4.6.2. Pekerjaan *Replatting* dan Konstruksi

a. Penggantian baru *feender* ⌀ 8″ inc Sch 40. 12 meter. (tabel. 2a)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
16,13	83,2	110,93

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario).* T = 83,2 jam :

volume pekerjaan T (%) = 83,2 / 832,9 x 100

= 9,989 %

Ef(JO) = 9,989 x 8 = 72 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Pelepasan *feender* lama = 3 jam
- Pelepasan pelat penebal = 3 jam
- Pemotongan setempat pelat lambung *side deck* yang kedapatan terkorosi = 2 jam
- Marking pelat lambung *side deck* 1100 x 12000 x 10mm = 1 jam
- Marking pelat penebal lambung *side deck* 600 x 12000 x 8 mm = 1 jam
- Marking & potong pipa ⌀ 0,5d. 8 inc. Sch.40. 12 meter = 1,30 jam
- Marking & potong pelat frame feender : pelat ⌀ 0,5d. 200mm x 8mm (12 potong) = 1,30 jam
- Pasang, stel dan las ikat pelat lambung *side deck* = 2,5 jam
- Pengelasan penuh pelat lambung *side deck* dua sisi = 8 jam
- Pasang stel dan las ikat pelat penebal = 2 jam
- Pengelasan penuh pelat penebal = 6 jam
- Pasang stel dan las ikat *frame feender* = 2 jam
- Pengelasan penuh *frame feender* = 1,5 jam
- Pasang, stel dan las ikat *feender* = 3 jam
- Pengelasan penuh *feender* = 8 jam

b. *Replatting* pelat ceruk buritan kiri fr.3/5. 1500 x 1000 x 10 mm. (tabel. 2b)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
4,527	4,893	6,5244

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario)*. T = 6,5 jam :

volume pekerjaan T (%) = 6,5 / 832,9 x 100

= 0,780 %

Ef(JO) = 0,780 x 8 = 6,24 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Persiapan pemotongan pelat (*cleaning* tangki ceruk buritan) = 0,30 jam
- Pemotongan pelat = 0,30 jam
- Marking pelat, stel, las ikat = 1 jam
- Pengelasan penuh kedua sisi = 3 jam

c. *Replatting* pelat *bottom* kanan fr.10/14. 2800 x 1600 x 10 mm. (tabel. 2c)

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario)*. T = 8,2 jam :

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
3,84	6,16	8,2133

volume pekerjaan T (%) = 8,2 / 832,9 x 100

= 0,984 %

Ef(JO) = 0,984 x 8 = 7,8 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Persiapan pemotongan pelat (*cleaning* tangki bahan bakar) = 1 jam
- Pemotongan pelat = 1 jam
- Marking pelat, stel, las ikat = 1 jam
- Pengelasan penuh kedua sisi = 4,30 jam

d. *Replatting* pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 10 mm. (tabel. 2d)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
4,3	5,25	7

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario)* T = 7 jam :

volume pekerjaan T (%) = 7 / 832,9 x 100

= 0,840 %

Ef(JO) = 0,840 x 8 = 6,7 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Pemotongan pelat lama = 0,30 jam
- Pemotongan pelat baru = 0,30 jam
- Marking pelat, stel, las ikat = 2 jam
- Pengelasan penuh kedua sisi = 3,30 jam

e. Penggantian pelat wrang pembujur kiri (*tangki ballast*) 3200 x 1500 x 10 mm. (tabel. 2e).

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
3,333	7,667	10,222

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario).* T = 10,2 jam :

volume pekerjaan T (%) = 10,2 / 832,9) x 100

= 1,224 %

Ef(JO) = 1,224 x 8 = 9,7 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Persiapan pemotongan pelat wrang (*cleaning tangki balast*) = 1 jam
- Pemotongan pelat wrang = 1 jam
- Marking, perambuan, stel, las ikat pelat wrang = 1,30 jam
- Pengelasan penuh kedua sisi = 5,30 jam

f. Penggantian pelat sekat *cofferdam* tangki ceruk haluan kanan 3000 x 1500 x 10 mm. (tabel. 2f)

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario)* T = 9 jam :

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
3,673	6,817	9,0889

volume pekerjaan T (%) = 9 / 832,9 x 100

= 1,080 %

Ef(JO) = 1,080 x 8 = 8,6 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Persiapan pemotongan pelat wrang (*cleaning* tangki ceruk haluan kanan) = 0,30 jam
- Pemotongan sekat *cofferdam* = 1 jam
- Marking, stel, las ikat pelat *cofferdam* = 1 jam
- Pengelasan penuh kedua sisi = 5,30 jam

4.6.3. Pekerjaan *Tail Shaft, Propeller* dan *Rudder*

a. *Tail shaft* (As/poros *propeller* 2 unit) : Dilakukan *clearence* dan *allignment*. (tabel. 3a)

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)*. T = 19,3 jam :

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
2,16	19,32	25,76

volume pekerjaan T (%) = 19,3 / 832,9 x 100

= 2,917 %

Ef(JO) = 2,917 x 8 = 23,33 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Lepas baut *flens tail shaft* ⌀42mm x 8 (biji) = 1,30 jam
- Lepas baut pengikat *spie tail shaft* ⌀ 32mm x 2 (biji) = 1 jam

- Lepas *flens* pengedap = 1,30 jam
- Lepas cabut sisi luar *tail shaft* = 1 jam
- Lepas bantalan *tail shaft (poghout)* = 0,30 jam
- *Clearence* diameter as, dye penetrant test = 0,30 jam
- *Renewal tail shaft* = 6 jam
- Penggantian baru bantalan *(poghout)* dan penyesuaian *clearence* terhadap *stern tube* dan *tail shaft* = 4 jam
- Pasang bantalan baru *(poghout)* = 2 jam
- Pasang kembali sesuai posisi *tail shaft* = 3 jam
- Pasang kembali *flens* pengedap *tail shaft* = 0,30 jam
- Pasang kembali dan ikat pada baut *spie tail shaft* pada posisi awal pelepasan = 0,30 jam
- Pasang dan ikat baut kembali *flens tail shaft* beserta *flens* poros antara = 2 jam

b. *Propeller* (2 unit) : Dilakukan *balancing*, *renewal* permukaan bilah *propeller*, dan di *polish.* (tabel. 3b)

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario)* T = 27 jam :

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
3,14	20,28	27,04

volume pekerjaan T (%) = 27 / 832,9 x 100

= 3,241 %

Ef(JO) = 3,241 x 8 = 25,9 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Lepas *scerm as propeller* kanan-kiri = 2 jam
- Lepas mur pengikat *propeller* kanan-kiri = 2 jam
- Lepas *propeller* kanan-kiri = 1 jam
- *Propeller* di *cleaning*, di *polish* dan di *balansir* = 10 jam
- Pasang kembali propeller kanan-kiri pada kedudukannya = 5 jam

- Pasang dan ikat kembali dengan mur, propeller kanan-kiri = 3 jam
- Pasang kembali *scerm as propeller* = 2 jam

c. *Rudder* (2 unit) : Dilakukan *clearence* as kemudi kanan-kiri, dilakukan *allignment* as kemudi, daun kemudi di *sandblasting* dan dicat 2 layer. (tabel. 3c)

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario).* T = 24 jam :

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
2,4	18	24

volume pekerjaan T (%) = 24 / 832,9 x 100

= 2,881 %

Ef(JO) = 2,881 x 8 = 23 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Lepas baut *flens rudder* kanan-kiri = 2 jam
- Lepas kemudi dari kedudukannya = 2 jam
- Lepas as kemudi kanan-kiri = 1 jam
- As kemudi diperiksa kelurusannya dan di *renewal* = 6 jam
- Rudder dibersikan dan di *sandblasting* kemudian dicat kembali = 3 jam
- Pasang as kemudi kanan-kiri pada kedudukannya = 4 jam
- Pasang kemudi dan ikat kembali dengan baut *flens* kemudi kanan-kiri sesuai kedudukannya = 5 jam

4.6.4. Pekerjaan Perpipaan

a. Penggantian pipa-pipa kamar mesin. (tabel. 4a)

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario).* T = 162,3 jam :

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
0,667	162,3	216,44

volume pekerjaan T (%) = 162,3 / 832,9 x 100

= 3,085 %

Ef(JO) = 3,085 x 8 = 24 ,7 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Penggantian baru pipa sirkulasi pendingin air laut yang keropos sepanjang 4 meter dengan uk. ⌀ 4 inc. sch. 80 + elbow 4 inc antara lain :

  ~ Penggantian pipa sirkulasi pendingin mesin induk = 6 jam

  ~ Penggantian pipa sirkulasi pendingin mesin bantu = 6 jam

  ~ Penggantian pipa distribusi *sea cest* = 7 jam

  ~ Penggantian pipa air limbah dibawah mesin induk sepanjang 4 meter dengan uk. ⌀ 3 inc = 5 jam

b. Penggantian pipa cuci jangkar. (tabel. 4b)

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario).* T = 13,3 jam :

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
4,667	13,33	17,778

volume pekerjaan T (%) = 13,3 / 832,9 x 100

= 1,596 %

Ef(JO) = 1,596 x 8 = 12,7 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Persiapan pemotongan : bongkar dan lepas penghalang pada area pemotongan = 1 jam

- Penembusan area tanki *cofferdam* dan *chain locker* = 1 jam
- Pemotongan pipa keropos pada posisi penggantian = 1 jam
- Marking, peramabuan, stel posisi pipa baru dan las ikat. Pada posisi pipa lama = 3 jam
- Pengelasan penuh = 3 jam
- Pengecatan cat anti karat pada pipa baru = 1 jam
- Pemasangan kembali penghalang pada area pemotongan = 1 jam
- Penutupan kembali pada area penembusan tanki *cofferdam* dan *chain locker* = 1 jam

4.6.5. Pekerjaan Permesinan

a. Generator pembangkit listrik (2 unit) : Dilakukan *cleaner* dan di *merger test*. (tabel. 5a)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
5,333	22,67	30,222

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)* T = 22,6 jam :

volume pekerjaan T (%) = 22,6 / 832,9 x 100

= 2,713 %

Ef(JO) = 2,713 x 8 = 21,6 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Lepas *cover generator* = 0,30 jam
- Lepas *flens couple conector* = 0,30 jam
- Pengukuran tahanan *generator* dengan merger test = 1 jam
- Dilakukan *cleaner* pada kumparan *generator* = 4 jam
- Bila ditemukan tahanan *merger test* dibawah normal serta terdapat cacat pada *lack isolator*, atau lilitan kumparan yang terbakar, maka wajib dilakukan reparasi pada *generator* = 14 jam
- Pasang kembali *cover generator* = 0,30 jam

- Pasang kembali *flens couple conector* = 0,30 jam

b. Elektro motor : Dilakukan *merger test* pada motor pompa I / II dan motor-motor pompa lain. (tabel. 5b)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
13,33	42,67	56,889

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario).* T = 42,6 jam :

volume pekerjaan T (%) = 42,6 / 832,9 x 100

= 5,114 %

Ef(JO) = 5,114 x 8 = 40,8 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Lepas *cover elektro motor* = 0,30 jam
- Lepas *flens couple conector* elektro motor = 0,30 jam
- Pengukuran tahanan *merger test* elekto motor = 1 jam
- Dilakukan *cleaner* pada kumparan dan komponen elektro motor = 4 jam
- Bila ditemukan tahanan merger test dibawah normal serta terdapat cacat pada *lack isolator*, atau lilitan kumparan yang terbakar, maka wajib dilakukan reparasi pada masing-masing elektro motor = 32 jam
- Pasang kembali *cover* elektro motor = 1 jam
- Pasang kembali *flens* elektro motor = 1 jam

c. Mesin induk (2 unit)

Dilakukan pengukuran, *service* keseluruhan, cek kondisi *part* mesin induk

(berdasarkan rekomendasi kelas survey). (tabel. 5c)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
38,4	129,6	172,8

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario).* T = 173 jam :

volume pekerjaan T (%) = 173 / 832,9 x 100

= 20,771 %

Ef(JO) = 20,771 x 8 = 166 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Lepas *cylinder head* beserta komponennya (6 set per-1 mesin induk) = 2,30 jam
- *Cylinder head* pada posisi camber ruang bakar di *cleaning* dan diperiksa terhadap kemungkinan retak. *Part cylinder head* masing-masing diperiksa kondisinya ; Dilakukan *skirt valve* atau dilakukan penggantian *valve* berikut *setting valve* serta, *nozzle* pengabut solar dilakukan uji *test* tekanan kabut sesuai standar = 20 jam
- Piston beserta *connecting rod* dilepas, untuk selanjutnya dilakukan pengukuran keausan *cylinder liner*, *cleaning* pada *crown piston*, pengukuran celah metal jalan. Jika dimungkinkan kedapatan hasil pengukuran komponen tersebut diatas mengalami tingkat keausan dibawah standar toleransi maka dilakukan penggantian sesuai ukuran dan spesifikasi standar mesin induk = 32 jam
- Dilakukan pemeriksaan *cam-shaft* dan *timming-gouvernoor*, serta kalibrasi *bosch-pump* solar Jika kedapatan terdapat keausan pada part komponen tersebut, dilakukan penggantian sesuai

spesifikasi standar mesin induk. = 28 jam

- Dilakukan pemeriksaan dan pengukuran defleksi *crank-shaf*, pada 2 unit mesin induk. Jika kedapatan terdapat defleksi dibawah toleransi standar wajib dilakukan *overhoul* total = 3,6 jam
- Dilakukan penggantian pelumas *gear-box*, berikut *alignment* kelurusan antara *gear-box* dan mesin induk, *gear-box* dan poros antara. Sebagai akibat penggantian pelat *bottom* dibawah-mesin induk. = 8 jam

d. Mesin bantu (2 unit)

Dilakukan *service* keseluruhan, cek kondisi part mesin bantu (berdasarkan *rekord maintenance* rutin). (tabel. 5d)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
5,333	34,67	46,222

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario).* T = 46,2 jam :

volume pekerjaan T (%) = 46,2 / 832,9 x 100

= 5,546 %

Ef(JO) = 5,546 x 8 = 44,5 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Lepas *cylinder head* beserta komponennya (6 set per-1 mesin bantu) = 16 jam
- *Cylinder head* pada posisi *camber* ruang bakar di*cleaning* dan diperiksa terhadap kemungkinan retak. *Part cylinder head* masing-masing diperiksa kondisinya ; Dilakukan *skirt valve* atau dilakukan penggantian *valve* berikut *setting valve* serta, *nozzle* pengabut solar dilakukan uji *test* tekanan kabut sesuai standar = 8 jam

- Piston beserta *connecting rod* dilepas, untuk selanjutnya dilakukan pengukuran keausan *cylinder liner*, *cleaning* pada *crown piston*, pengukuran celah metal jalan. Jika dimungkinkan kedapatan hasil pengukuran komponen tersebut diatas mengalami tingkat keausan dibawah standar toleransi maka dilakukan penggantian sesuai ukuran dan spesifikasi standar mesin bantu = 8 jam
- Dilakukan pemeriksaan *bosch-pum*, jika kedapatan-pompa tekanan bahan bakar solar terlalu rendah maka wajib dilakukan, kalibrasi *bosch-pump* = 12 jam

e. Sistem *starting* : Dilakukan cek kondisi tabung udara tekan, dan dilakukan uji tekan NDT pada 2 unit tabung udara tekan serta uji pengisian pada *compressor*. (tabel. 5e)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
4	16	21,333

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)* T = 16 jam :

volume pekerjaan T (%) = 16 / 832,9 x 100

= 1,921 %

Ef(JO) = 1,921 x 8 = 15,3 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Pemeriksaan kondisi *external* tabung bejana tekan, berikut sistim pipa distribusinya = 1 jam
- Pemeriksaan internal tabung, dengan membuka tutup *inert* tabung, jika kedapatan secara pengamatan visual bagian dalam tabung kotor dan terdapat air akibat kondensasi udara. Maka dilakukan *cleaning* dengan-alat penyerap cairan. = 3 jam

- Dilakukan proses uji tekanan udara pada masing-masing bejana tekan dengan tekanan kerja diatas paling sedikit 1 bar dari tekanan kerja maksimum yang diijinkan serta lama waktu uji pada tekanan statis = 4 jam
- Pemasangan kembali piranti tabung bejana tekan dan dalam pemasangan dipastikan presisi dan terjamin kekedapannya. = 3 jam
- Dilakukan uji pengisian dengan motor kompressor, pada pengisian normal dan cepat pada tekanan kerja normal = 4 jam

f. Sistem instalasi kelistrikan

Dilakukan pemeriksaan sistem *ground*, isolasi kelistrikan, dan sistem otomatis pada panel-panel. (tabel. 5f)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
12,67	45,33	60,444

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario).* T = 45,3 jam :

volume pekerjaan T (%) = 45,3 / 832,9 x 100

= 5,438 %

Ef(JO) = 5,438 x 8 = 43,5 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Pemeriksaan *ground* seluruh instalasi kelistrikan pada beberapa titik dan dilakukan *merger test* = 8 jam
- Pemeriksaan isolasi kelistrikan seluruh kapal beserta kondisi panel-panel listrik = 8 jam
- Pemeriksaan visual dan uji fungsi peralatan otomatis- dan alarm terkait = 8 jam

- Pemeriksaan seluruh isolasi peralatan dan jaringan kabel listrik dengan pemakaian daya listrik 220-340 Kva- serta dilakukan *merger-test.* = 16 jam

4.6.6. Pekerjaan tangki-tangki

a. Tangki bungker bbm : Dilakukan *cleaning* secara menyeluruh. (tabel. 6a)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
0,407	2,883	3,8444

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario).* T = 3,8 jam :

volume pekerjaan T (%) = 3,8 / 832,9 x 100

= 0,456 %

Ef(JO) = 0,456 x 8 = 3,8 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Persiapan *cleaning* ; buka tutup deksel dan diventilasi *blower* ± 2 jam = 2 jam
- Proses *cleaning*, dilakukan dengan menguras sisa bahan bakar yang tidak terhisap, membersihkan lumpur

  bahan bakar, dan membilas dengan dispersan lalu dikeringkan kembali. = 1 jam

b. Tangki bbm harian : Dilakukan *cleaning* secara menyeluruh. (tabel. 6b)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
0,47	0,75	1

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario).* T = 1 jam :

volume pekerjaan T (%) = 1 / 832,9 x 100

= 0,120 %

Ef(JO) = 0,120 x 8 = 1 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Proses *cleaning*, dilakukan dengan menguras sisa bahan bakar pada dasar tanki harian, membersihkan lumpur bahan bakar yang mengendap, dan mengeringkan dan menutup kembali deksel bersamaan dengan *packing* pengedap tahan minyak. = 1 jam

c. Tangki *ballast* kiri/kanan haluan : Dilakukan *cleaning*, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh. (tabel. 6c)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
0,18	2,14	2,8533

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario)* T = 2,8 jam :

volume pekerjaan T (%) = 2,8 / 832,9 x 100

= 0,336 %

Ef(JO) = 0,336 x 8 = 2,6 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Persiapan *cleaning* ; buka tutup deksel dan diventilasi blower jam = 0,30 jam
- Proses *cleaning*, dilakukan dengan menguras sisa air *ballast*, dan membersihkan lumpur beserta kerak air yang tertinggal. Selanjutnya jika lapisan pelingung lama masih baik dan tidak ada karat besi, maka dilakukan pengecatan anti karat *(hard coating)*. = 1,30 jam

d. Tangki *ballast* kiri/kanan buritan : Dilakukan *cleaning*, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh. (tabel. 6d)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
0,033	1,233	1,6444

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario)* T = 1,6 jam :

volume pekerjaan T (%) = 1,6 / 832,9 x 100

= 0,192 %

Ef(JO) = 0,192 x 8 = 1,6 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Persiapan *cleaning* ; buka tutup deksel dan diventilasi *blower* jam = 0,30 jam
- Proses *cleaning*, dilakukan dengan menguras sisa air ballast, dan membersihkan lumpur beserta kerak air yang tertinggal. Selanjutnya jika lapisan pelingung lama masih baik dan tidak ada karat besi, maka dilakukan pengecatan anti karat *(hard coating)*. = 0,30 jam

e. Tangki bungker air tawar kiri/kanan : Dilakukan *cleaning*, diperiksa kondisi lapisan *coating*/semen, diperiksa kondisi karat pada besi, dan dicat anti karat serta dilapisi semen kembali. (tabel. 6e)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
0,733	1,567	2,0889

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario)* T = 2 jam :

volume pekerjaan T (%) = 2 / 832,9 x 100

= 0,240 %

Ef(JO) = 0,336 x 8 = 2,6 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Persiapan *cleaning* ; buka tutup deksel dan diventilasi *blower* jam = 0,30 jam
- Proses *cleaning*, dilakukan dengan menguras sisa air ballast, dan membersihkan lumpur beserta kerak air yang tertinggal. Selanjutnya jika lapisan pelingung lama masih baik dan tidak ada karat besi, maka dilakukan pengecatan anti karat *(hard coating)*, selanjutnya ditambah lagi dengan lapisan *sement* atau *aquaproof*. = 1,30 jam

4.6.7. Pekerjaan Pintu *Rampdoor*

a. Dilakukan uji kekedapan pada celah pintu *rampdoor*. (tabel. 7a).

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
14	32	42,667

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)*. T = 32 jam :

volume pekerjaan T (%) = 32 / 832,9 x 100

= 3,842 %

Ef(JO) = 3,842 x 8 = 30,8 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Pemeriksaan visual dan kondisi pintu *rampdoor* meliputi ; pin pengaman silinder, siku-siku, penyangga, *back-up bracket*, kait pengunci, serta *locating stopper device*. Termasuk pemeriksaan kampuh las jika disambung dengan pengelasan. = 5 jam
- Uji kekedapan pintu *rampdoor*, : dilakukan uji semprot dari luar lambung kapal sebagai simulasi deburan air laut pada pintu *rampdoor*. = 2,30 jam

b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat dinding pintu *rampdoor*. (tabel. 7b)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
1	7	9,3333

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)* T = 7 jam :

volume pekerjaan T (%) = 7 / 832,9 x 100

= 0,840 %

Ef(JO) = 0,840 x 8 = 6,72 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Uji NDT dan uji *ultrasonic test* pada tebal pelat pintu *rampdoor* pada titik-titik yang diduga mengalami penyimpangan. = 2,30 jam

4.6.8. Pekerjaan Jangkar, Rantai jangkar dan Kotak rantai

a. Jangkar dan rantai jangkar diturunkan, dibersihkan dan diperiksa pengurangan ketebalannya akibat karat besi serta dicat kembali dengan cat bitumastik. (tabel. 8a)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
8	24	32

Durasi paling mungkin untuk *(worst scenario)* T = 32 jam :

volume pekerjaan T (%) = 32 / 832,9 x 100

= 3,842 %

Ef(JO) = 3,842 x 8 = 30,8 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Dilakukan penurunnan 2 set jangkar dan rantai kemudian direntangkan, lalu diperiksa secara visual, dibersihkan dari kotoran dan karat. Selanjutnya diukur diameter rata-rata rantai jangkar dengan pengurangan diameter rata-rata

yang diijinkan 12%. Untuk selanjutnya dilakukan pengecatan cat bitumastik = 10 jam

- Jangkar dibersihkan dari karat dan ditimbang beratnya. Pengurangan berat yang diijinkan maksimum 10% dari berat awal jangkar. Selanjutnya jangkar dilakukan-pengecatan cat bitumastik. = 7 jam
- Pemasangan kembali pada posisi awal rantai jangkar, beserta jangkar. Dengan penataan kembali posisi-alur rantai jangkar pada *chain locker*. = 8 jam

b. Kotak rantai jangkar dibersihkan dan diukur ketebalannya serta dicat kembali dengan cat antikarat. (tabel. 8b)

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
2,32	10,2	13,6

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)*. T = 10,2 jam :

volume pekerjaan T (%) = 10,2 / 832,9 x 100

= 1,224 %

Ef(JO) = 1,224 x 8 = 9,8 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Dilakukan *cleaning* pada *chain locker*, diukur ketebalannya, jika tidak terdapat pengurangan ketebalan dapat langsung dilakukan pengecatan dengan cat anti karat. = 6 jam

4.6.9. Pekerjaan Peralatan Pemadam Kebakaran

a. Dilakukan uji fungsi dan perawatan instalasi pipa dan pemercik kabut air (*water springkle*), pada area kamar mesin dan *cardeck*. (tabel. 9a).

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
8	40	53,333

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)* T = 40 jam :

volume pekerjaan T (%) = 40 / 832,9 x 100

= 4,802 %

Ef(JO) = 1,224 x 8 = 9,8 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Dilakukan uji fungsi peralatan pemadam kebakaran utama termasuk, selang dan nosel. Selain itu sistem peralatan pemadam kebakaran gas, sistem peralatan pemadam kebakaran bubuk kering, sistem peralatan pemadam kebakaran busa, termasuk sistem pemercik kabut api dan APAR (Alat Pemadam Api Ringan). Uji fungsi dilakukan saat kapal selesai *docking* atau berada di atas air. Sedangkan untuk pemeriksaan non visual serta kalibrasinya direalisasikan berdasarkan dari tanggal masa berlakunya sertifikat peralatan pemadam kebakaran. = 3 jam

b. Dilakukan uji otomatisasi sistem alarm dan deteksi kebakaran. (tabel. 9b).

Realisasi Durasi Paling Mungkin		
Best	***Most***	***Worst***
5,333	42,67	56,889

Durasi paling mungkin untuk *(most scenario)* T = 42,6 jam :

volume pekerjaan T (%) = 42,6 / 832,9 x 100

= 5,114 %

Ef(JO) = 5,114 x 8 = 40,9 jam

Dengan uraian efektifitas JO sebagai berikut :

- Dilakukan pemeriksaan visual dan fungsi sistem alarm peringatan dini kebakaran, serta sistem penutup kebakaran

(peredam kebakaran / *fire dampers*) = 2,30 jam

Hasil dari nilai realisasi durasi paling mungkin berdasarkan volume pekerjaan akan disajikan dalam bentuk tabel grafik S-*Curve*. (Dalam Lembar Lampiran 4D.).

Dengan demikian hasil dari perhitungan didapatkan efektifitas *man hours* terhadap realisasi penyelesaian pekerjaan pada masing-masing grup kerja dengan waktu aktual jam kerja di galangan kapal. Dalam prakteknya dilapangan efektifitas *man hours* pada tiap volume pekerjaan ditentukan berdasarkan prakiraan kondisi. Dalam hal ini di analisis menurut hasil perhitungan *fuzzy FLASH.*

Jika realisasi berdasarkan *repair list* durasi waktu total pada salah satu item reparasi paling mungkin direalisasikan adalah dengan durasi (T) *Time schedulle* penyelesaian dalam durasi penyelesaian paling mungkin yang meliputi ; pemeriksaan, perawatan, pembongkaran, penggantian, pengembangan tambahan akibat pembongkaran untuk reparasi, pemasangan kembali, dan *finishing*.

Dan volume dalam realisasi penyelesaian pekerjaan berdasarkan prosentase bobot volume pekerjaan terhadap faktor tingkat *possibility* (kepercayaan) dalam berbagai kriteria.

Maka realisasi penyelesaian reparasi menurut efektifitas *man hours* (jam orang) didapatkan berdasarkan jumlah proses penyelesaian dalam satu aktifitas reparasi. Sehingga dalam hal ini di asumsikan satu item *project repair* dapat terealisasi dengan durasi total yang paling mungkin atau durasi berdasarkan dalam proses penyelesaian (efektif *man-hours*) pada jam kerja aktual galangan kapal.

4.7. Hasil Perhitungan FLASH Terhadap Efisiensi Waktu *Docking Repair*

Setelah didapatkan hasil perhitungan dari *FLASH* dalam bentuk durasi waktu maka selanjutnya adalah menentukan efisiensi secara maksimum. Dari hasil perhitungan diatas didapatkan durasi total dalam realisasi dan durasi efektifitas *man hours* (Jam Orang) dalam tabel 4.9 pada halaman berikut :

Tabel 4.9. Efisiensi waktu penyelesaian *docking repair special survey* berdasarkan efektifitas *man-hours* dan waktu aktual galangan kapal

No. Kode Tabel	Area Grup Kerja	Efektif *Man Hours* (Jam)	Durasi Efektif (Jam) per-hari	Progress Lanjutan Dalam Penyelesaian
1a	*Sandblasting* (BGA) & AGA area	30	5	Penyelesaian Setelah progress *replatting*
1b	*Ultrasonic Test*	16,5	8	
1c	Pengecatan (BGA) area	10,3	5	Penyelesaian Setelah progress *replatting*
1d	Pengecatan *(AGA) area*	10,3	5	
1e	*Marking Draft & plimsolmark*	1,23	1,1	
1f	Penggantian baru *zinc anode*	2,17	2	*Finishing painting* akibat pengelasan *zinc anode*
2a	Penggantian feender	72	8	Estimasi Pengembangan reparasi
2b	Replatting pelat *After peak*	6,5	6,2	Estimasi Pengembangan reparasi
2c	Replatting pelat *bottom* kanan	8,2	7,8	Estimasi Pengembangan reparasi
2d	Replatting pelat bilga kiri	7	6,7	Estimasi Pengembangan reparasi
2e	Replatting pelat wrang	10,2	9,7	Estimasi Pengembangan reparasi
2f	Replatting sekat *coferdam*	9	8,6	Estimasi Pengembangan reparasi
3a	Cabut as-*propeller* (2 unit)	19,3	2,31	Dilakukan *clearence, alignment* dan rekondisi
3b	Cabut *propeller* (2 unit)	25,9	5	Dilakukan *balancing* , direkondisi dan dipolish
3c	Lepas daun kemudi (2 unit)	23	5	
4a	Penggantian pipa kamar mesin	24,7	6	Sesuai pengembangan kerusakan pipa
4b	Penggantian pipa cuci jangkar	12,7	6	Sesuai pengembangan kerusakan pipa
5a	Perawatan generator listrik	21,6	8	Dimerger test, dicleaning, dan di sirlak ulang
5b	Perawatan elektro motor (pompa)	40,8	8	Dilakukan merger test dan test uji fungsi
5c	Service mesin induk (2 unit)	166	8	Penyesuaian dalam progress tambahan
5d	Service mesin bantu (2 unit)	44,5	8	Sesuai jam kerja mesin bantu (Spec.mesin)
5e	Perawatan tabung udara tekan	15,3	5	Dilakukan uji NDT dan pengisian maksimun
5f	Perawatan sistem instalasi listrik	43,5	8	Uji daya listrik pada beban penuh
6a	*Cleaning* tangki bunker bbm	3,8	3	
6b	*Cleaning* tangki bbm harian	1	1	
6c	*Cleaning* tangki balast kn/kr haluan	2,6	2,6	Perawatan menyeluruh sesuai tingkat kondisi
6d	*Cleaning* tangki balast kn/kr buritan	1,6	1,6	Perawatan menyeluruh sesuai tingkat kondisi
6e	*Cleaning* tangki bunker air tawar	2,6	2,6	Perawatan menyeluruh sesuai tingkat kondisi
7a	Perawatan/Perbaikan pintu *rampdoor*	30,8	5	Perbaikan rampdoor jika hasil survey terdapat keausan
7b	*Ultrasonic Test* konstruksi pintu *rampdoor*	6,72	2,3	Perbaikan pelat *rampdoor* jika hasil survey terdapat kerusakan
8a	Perawatan jangkar dan rantai jangkar	30,8	5	Penggantian segel rantai jika terjadi pengurangan diameter
8b	Perawatan/Perbaikan bak rantai jangkar	9.8	4	*Replatting* jika kedapatan *chain locker* keropos
9a	Perawatan/Perbaikan instalasi pemadam api	9,8	3	Perbaikan & Penggantian jika terjadi mal fungsi sistem
9b	Perawatan/Perbaikan sistem alarm dan deteksi kebakaran	40,9	2,3	Perbaikan & Penggantian jika terjadi mal fungsi sistem

Sumber : Hasil realisasi efektifitas jam orang *(man-hour)*

Berdasarkan efektifitas *man-hours* (jam orang), maka untuk mencapai efisiensi waktu 25 hari penyelesaian pada pekerjaan *docking repair* periode *Special survey* yang didapatkan jika pada penyelesaian pada durasi efektif dalam pekerjaan tidak ada pengembangan atau penambahan item reparasi maka

efektifitas jam kerja didapatkan 21 hari penyelesaian, dan jika pada *progress*nya terdapat pengembangan pekerjaan reparasi, maka total efektifitas jam orang yang didapat dalam penyelesaian maksimum total selama 25 hari.

Tabel 4.10. Pembagian aktivitas *progress* reparasi dengan satu aktivitas dan beberapa aktivitas.

Kode Pekerjaan	Aktivitas	Urutan Penyelesaian	Waktu (jam)
1	**Perawatan Lambung Kapal Bawah Garis Air (BGA) dan Atas Garis Air (AGA)**		
1a	Perawatan lambung kapal (sandblasting) dari lunas sampai ke batas main deck termasuk *feender*	0	0
1b	Dilakukan pengukuran ketebalan pelat bottom, lambung, sekat, profil, serta pelat cardeck	1b	16
1c	Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas main deck	1a, 1c	31
1d	Dilakukan pengecatan dari batas main deck sampai batas atas second deck	1a, 1d	31
1e	Nama kapal, draf mark, serta plimsol mark dicat sesuai aslinya (AGA)	1e	1,1
1f	Dilakukan penggantian baru alumunium anoda (zinc anode) sesuai jumlah dan posisi penggantian	1f	2
		Total durasi	**81,1**
2	***Repplatting* dan Konstruksi**		
2a	Penggantian baru feender ø "8 inc Sch 40. 12 meter	2a	44,6
2b	Replatting pelat ceruk buritan kiri fr.3/5. 1500 x 1000 x 10 mm	2b	5
2c	Replatting pelat bottom kanan fr.10/14. 2800 x 1600 x 10 mm	2c	7,8
2d	Replatting pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 10 mm	2d	6,7
2e	Penggantian pelat wrang pembujur kiri (tangki ballast) 3200 x 1500 x 10 mm	2e	8,6
2f	Penggantian pelat sekat *cofferdam* tangki ceruk haluan kanan 3000 x 1500 x 10 mm	2f	8,6
		Total durasi	**81,3**
3	***TAIL SHAFT, PROPELLER* DAN *RUDDER***		
3a	Tail shaft (As/poros propeller 2 unit) : Dilakukan clearence dan allignment	0	0
3b	Propeller (2 unit) : Dilakukan balancing, renewal permukaan bilah propeller, dan di polish	0	0
3c	Rudder (2 unit) : Dilakukan clearence as kemudi kanan-kiri, dilakukan *allignment* as kemudi, daun kemudi di sandblasting dan dicat 2 layer	3a, 3b, 3c	46,33
		Total durasi	**46,33**
4	**Perpipaan**		
4a	Penggantian pipa-pipa kamar mesin	4a	24
4b	Penggantian pipa cuci jangkar	4b	12
		Total durasi	**36**
5	**Permesinan**		
5a	Generator pembangkit listrik (2 unit) : Dilakukan cleaner dan di *merger test*	0	0
5b	Elektro motor : Dilakukan *merger test* pada motor pompa I / II dan motor-motor pompa lain	5a, 5b	59,8
5c	Mesin induk (2 unit) Dilakukan pengukuran, service keseluruhan, cek kondisi part mesin induk (berdasarkan rekomendasi kelas survey)	5c	93,9
5d	Mesin bantu (2 unit) Dilakukan service keseluruhan, cek kondisi part mesin bantu (berdasarkan rekord *maintenance* rutin)	5d	44
5e	Sistem starting : Dilakukan cek kondisi tabung udara tekan, dan dilakukan uji tekan NDT pada 2 unit tabung udara tekan serta uji pengisian	5e	15,3
5f	Sistem instalasi kelistrikan Dilakukan Pemeriksaan sistem ground, isolasi kelistrikan, dan sistem otomatis pada panel-panel	5f	40
		Total durasi	**253**

6	**Tangki - tangki**	
6a	Tangki bungker bbm : Dilakukan *cleaning* secara menyeluruh	6a
6b	Tangki bbm harian : Dilakukan *cleaning* secara menyeluruh	6b
6c	Tangki ballast kiri/kanan haluan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	6c
6d	Tangki ballast kiri/kanan buritan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	6d
6e	Tangki bungker air tawar kiri/kanan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi lapisan coating/semen, diperiksa kondisi karat pada besi, dan dicat anti karat serta dilapisi semen kembali.	6e
		Total durasi
7	**Pintu *rampdoor***	
7a	Dilakukan uji kekedapan pada celah pintu rampdoor	0
7b	Dilakukan pengukuran ketebalan pelat dinding pintu *rampdoor*	7a, 7b
8	**Jangkar, Rantai jangkar, dan Kotak rantai**	
8a	Jangkar dan rantai jangkar diturunkan, dibersihkan dan diperiksa pengurangan ketebalannya akibat karat besi serta dicat kembali dengan cat bitumastik	0
8b	Kotak rantai jangkar dibersihkan dan diukur ketebalannya serta dicat kembali dengan cat antikarat	8a, 8b
		Total durasi
9	**Peralatan pemadam kebakaran**	
9a	Dilakukan uji fungsi dan perawatan instalasi pipa dan pemercik kabut air (*water springkle*), pada area kamar mesin dan *cardeck*	9a
9b	Dilakukan uji otomatisasi sistem alarm dan deteksi kebakaran	9b
		Total durasi

Sumber : Realisasi durasi dalam jaringan aktivitas reparasi

Dari data tabel 4.10 didapatkan pembagian aktifitas waktu pada masing-masing pekerjaan reparasi berdasarkan hasil efektifitas jam orang (JO), dengan demikian maka dari rincian item *list* reparasi pada 9 aktivitas pekerjaan ditentukan urutan kerja atau jalur aktivitas pekerjaan dengan menggunakan bantuan *software* QM-*Windows* versi-4. Dengan hasil aktifitas waktu yang ditampilkan pada tabel halaman berikut :

Tabel 4.11. Hasil keluaran pada 9 aktivitas pekerjaan reparasi dengan waktu di awal dan diakhir

Network type
Immediate predecessor list
Start/end node numbers

Method
Single time estimate

(untitled)

Activity	Start node	End node	Activity time
1	1	2	81
2	2	3	81
3	2	4	46
4	3	5	36
5	4	6	253
6	4	7	10
7	5	8	9
8	6	8	5
9	7	9	5

Hasil dari tabel 4.11 dapat diketahui pelaksanaan pekerjaan pada hari di awal (*start node*) dan selanjutnya pelaksanaan pekerjaan lanjutan dalam *progress* penyelesaian pada hari di akhir (*end node*). Pada *start node* 1 – 2 dilaksanakan dalam waktu bersamaan, selanjutnya pada aktivitas 3 – 4 – 5 dan seterusnya dilakukan setelah dimulainya pelaksanaan pekerjaan awal (*start node*). Pada pekerjaan penyelesaian diakhir (*end node*) dilakukan setelah pelaksanaan pekerjaan di awal (*start node*) dengan durasi total (*activity time*) dalam realisasi masing-masing aktivitas reparasi.

Selanjutnya dari tabel 4.11. Ditentukan waktu *slack* pada masing-masing aktivitas pekerjaan reparasi. Dalam pengertian waktu *slack* atau *slack time* adalah jumlah waktu dari suatu aktifitas pekerjaan yang dapat ditunda, tanpa menunda atau mengganggu pekerjaan *early start* yang telah berjalan.

Tabel 4.12. waktu *slack* pada masing-masing aktivitas pekerjaan reparasi

Network type
Immediate predecessor list
Start/end node numbers

Method
Single time estimate

Project Management (PERT/CPM) Results

(untitled) Solution

Activity	Start node	End node	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project			385					
1	1	2	81	0	81	0	81	0
2	2	3	81	81	162	259	340	178
3	2	4	46	81	127	81	127	0
4	3	5	36	162	198	340	376	178
5	4	6	253	127	380	127	380	0
6	4	7	10	127	137	370	380	243
7	5	8	9	198	207	376	385	178
8	6	8	5	380	385	380	385	0
9	7	9	5	137	142	380	385	243

Pada tabel 4.12 waktu *slack* pada hasil *output* QM didapatkan pada masing-masing aktivitas pekerjaan dengan waktu efektif, dimana :

Early start : waktu paling cepat dalam realisasinya dapat dimulai tanpa menghambat selesainya pekerjaan

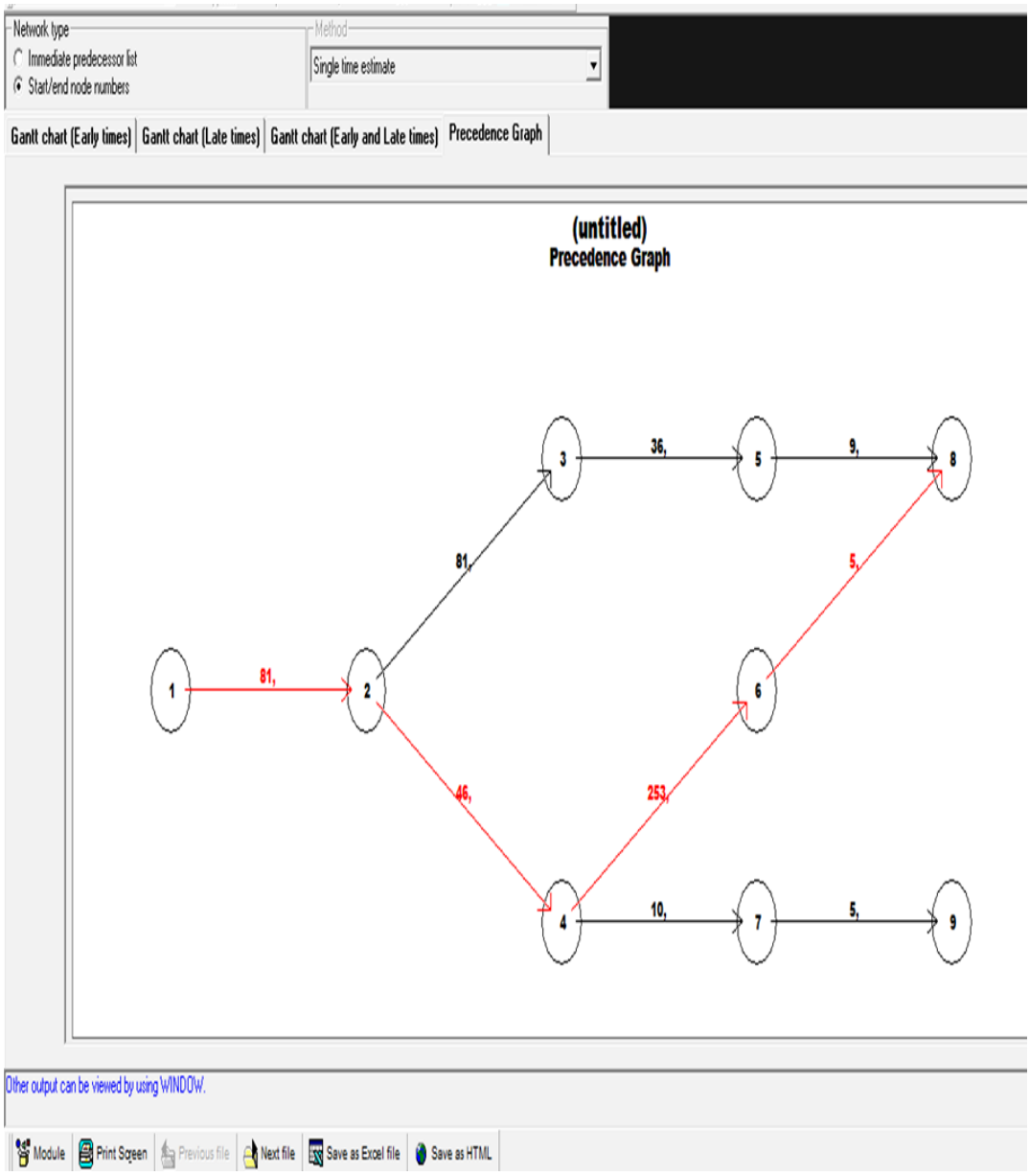
Early finish : waktu paling awal dimulainya pekerjaan tanpa menghambat penyelesaian pekerjaan.

Late start : waktu paling lambat dimulainya pekerjaan tanpa menghambat penyelesaian pekerjaan sebelumnya

Late finish : waktu paling lama penyelesaian pekerjaan tanpa menghambat penyelesaian pekerjaan sebelumnya

Slack : jumlah total waktu yang dimiliki dalam penyelesaian yang dapat ditunda tanpa mempengaruhi durasi penyelesaian pekerjaan lainnya.

Demikian pada *slack* 0 bernilai negatif dan dalam hal ini waktu 0 berarti lintasan kritis dalam penyelesaiannya, selanjutnya *slack* dengan durasi menunjukkan lintasan non kritis. Dari *output* QM pada tabel 4.12 didapatkan urutan kerja *line chart* pada gambar sebagai berikut.



Gambar 4.3. Urutan *line chart* pada *progress* penyelesaian *docking repair* 25 hari beserta lintasan kritis.

Dari gambar 4.3 diatas nilai *slack* nol (0) diartikan bahwa pekerjaan dengan lintasan kritis dengan garis merah adalah 1 – 2 – 4 – 6 – 8. Dengan total waktu penyelesaian dilintasan kritis adalah 385 jam atau 16 hari penyelesaian, diantara pekerjaan reparasi berdasarkan nomor item *list* yang merupakan lintasan kritis antara lain :

1. Kelompok pekerjaan perawatan lambung kapal bawah garis air (BGA) dan atas garis air (AGA)
2. Kelompok pekerjaan *replatting* dan konstruksi
4. Kelompok pekerjaan perpipaan
6. Kelompok pekerjaan tangki-tangki
8. Kelompok pekerjaan jangkar, rantai jangkar dan kotak rantai

Sedangkan pada pekerjaan pada lintasan non kritis adalah 3 – 5 – 7 – 9. Dengan total waktu 141 jam atau 9 hari, diantara pekerjaan reparasi berdasarkan nomor item *list* yang merupakan lintasan normal antara lain :

3. Kelompok pekerjaan *Tail shaft, Propeller* dan *Rudder*
5. Kelompok pekerjaan permesinan
7. Kelompok pekerjaan pintu *rampdoor*
9. Kelompok pekerjaan pemadam kebakaran.

Pada gambar 4.3 nilai *slack* pada item aktivitas pekerjaan 1 – 3 – 5 – 8 dengan nilai *slack* nol (0) merupakan aktivitas pekerjaan reparasi dengan penyelesaian waktu dipercepat. Sedangkan pada nilai *slack* non kritis pada item pekerjaan 2 – 4 – 6 – 7 – 9 aktivitas penyelesaian pekerjaan diperlambat atau berjalan normal, hal ini dikarenakan beberapa pengembangan pekerjaan dari hasil rekomendasi survey.

Dengan demikian pada tabel 4.12 dan bagan alir pada gambar 4.3 hasil dari QM pada penyelesaian pekerjaan reparasi berdasarkan pembagian urutan kerja di awal (*start node*) dan di akhir (*end node*) pada lintasan kritis adalah :

- Lintasan-1 yakni meliputi :

  Pekerjaan perawatan lambung kapal bawah garis air (BGA) dan atas garis air (AGA) dilakukan diawal kapal telah berada diatas *dock* pada pekerjaan *scrapping* renik dan pengukuran ketebalan pelat, sedangkan pada pekerjaan

sandblasting dan *painting (primer coat)* juga dilakukan pada hari pertama (*start node*) hal ini diasumsikan *progress* awal pengecatan terlaksana di awal sehingga pada *progress* pengecatan tahap ke-2 meskipun terjadi *slack* akibat pekerjaan *replatting* maupun lainnya penyelesaiannya tidak terburu-buru karena telah dilaksanakan secara maksimal di awal.

- Lintasan-2 yakni :

  Pekerjaan aktivitas-3 pekerjaan *Tail shaft, Propeller* dan *Rudder* dimana terdapat pekerjaan *replatting* pelat berikut pengembangnnya pada area aktivitas-3 dengan demikian terjadi *slack* antara alur pekerjaan *repplatting* dan pekerjaan *Tail shaft, Propeller* dan *Rudder* dengan demikian, pengerjaan *replatting* yang berada di area as *propeller* beserta pengembangannya dan mengharuskan pekerjaan pelepasan as *propeller* dilakukan di awal (*start node*) atau di akhir (*end node*) setelah penyelesaian *replatting*, yakni pada lintasan-4 bersamaan pada pengerjaan reparasi perpipaan.

- Lintasan-4 yakni :

  Pekerjaan aktivitas-5. Pekerjaan permesinan yang meliputi beberapa kelompok perbaikan dari rekomendasi survey klasifikasi. Pada pekerjaan permesinan lintasan-4 ini merupakan pekerjaan dengan lintasan dengan durasi waktu cukup lama dalam penyelesaian, hal ini dikarenakan pada lintasan di pekerjaan permesinan ini pengembangan dalam penyelesaian perbaikan menyangkut pada penyelesaian *progress* lanjutan pekerjaan di lintasan-7 dimana pekerjaan instalasi otomatis peralatan pemadam kebakaran di kapal dengan uji fungsi setelah penyelesaian pengerjaaan permesinan.

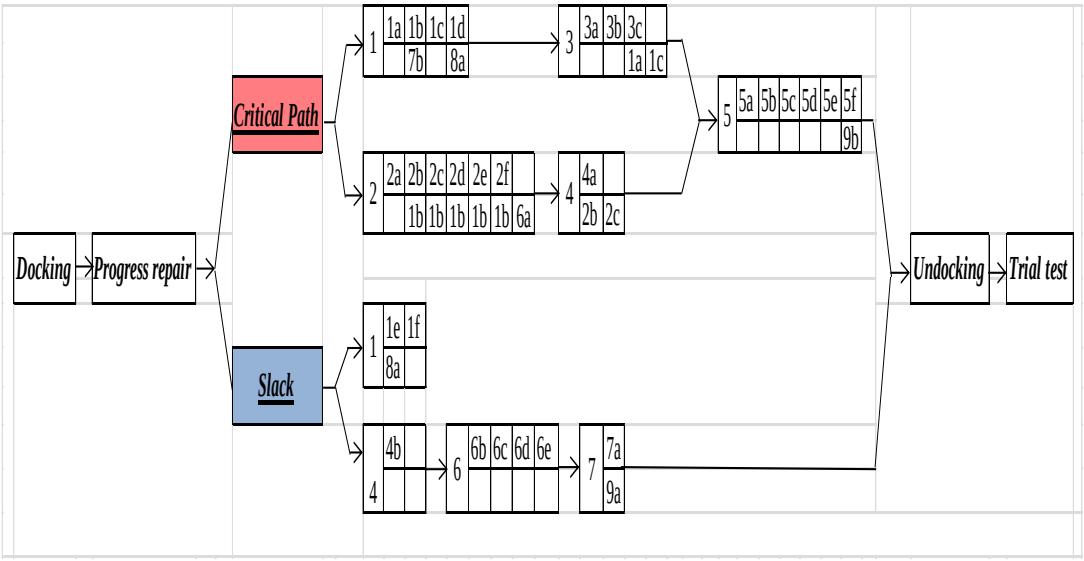
- Lintasan-6 yakni :

  Pekerjaan aktivitas-8. Pekerjaan jangkar, rantai jangkar dan kotak rantai jangkar, dimana pada aktivitas penyelesaian pekerjaan ini mengharuskan terselesaikan secara keseluruhan baik reparasi, penggantian maupun pengembangannya sebelum kapal turun *dock*.

Pada pekerjaan di lintasan-8, yakni pada aktivitas pekerjaan pintu *rampdoor* sebagaimana rekomendasi survey yang disyaratkan, mengharuskan dalam kondisi layak fungsi sesuai ketentuan kelas. Dalam *progress*

penyelesaiannya inspeksi uji fungsi maupun reparasi pada alur urutan kerja berada diantara lintasan normal dan lintasan kritis, yang diartikan jika uji fungsi pintu *rampdoor* telah memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam survey maka waktu penyelesaian yang dibutuhkan singkat dan dalam lintasan normal, namun jika uji fungsi pintu *rampdoor* terdapat ketidaksesuaian atau degradasi maka harus dilakukan reparasi sesuai ketentuan sehingga dalam hal ini penyelesaian pekerjaan reparasi dalam lintasan kritis.

Dalam perencanaannya berdasarkan estimasi waktu pada perhitungan *fuzzy* dan dilakukan pembagian urutan kerja pada *output* QM maka 9 aktivitas pekerjaan *docking*, realisasi waktu total yang didapatkan yaitu 526 jam atau 22 hari, sedangkan untuk penambahan 2 hari yakni 1 hari untuk penurunan kapal dari atas *dock* dan 1 hari untuk uji *trial* kapal. Maka secara keseluruhan total waktu yang direalisasikan sebesar 25 hari. Pembagian urutan kerja selengkapnya berdasarkan *output* QM ditunjukkan pada gambar 4.4 sebagai berikut, menurut nomor kode pekerjaan reparasi pada tabel 4.10.



Gambar 4.4. Urutan realisasi pekerjaan *docking repair* berdasarkan *critical path* dan *slack*

Selanjutnya adalah realisasi dari penjadwalan yang telah ditentukan durasi penyelesaiannya, dimana diasumsikan pada data kapal ferry dengan *gross tonage*

(gt) paling besar dan beberapa item reparasi yang biasa dilaksanakan pada periode *docking*. Dengan demikian melalui metode *FLASH* dan hasil yang didapat adalah prakiraan penjadwalan untuk kapal ferry 500 hingga 1500 gt, dimana dalam realisasi penjadwalannya dengan metode *fuzzy FLASH schedule* ini, dapat diestimasikan lebih singkat pada periode *special docking* yakni hingga penyelesaian 25 hari. Untuk realisasi dalam penjadwalan selengkapnya dapat ditunjukkan dalam *bar chart* grafik pada lampiran-4C.

4.8 Perencanaan Jumlah Tenaga Kerja Dalam Penjadwalan

Dalam merencanakan reliasasi penyelesaian pekerjaan reparasi sesuai penjadwalan yang telah ditetapkan, maka selanjutnya ditentukan jumlah tenaga kerja dalam setiap pekerjaan reparasi. Kendala dilapangan yang terkait dalam penentuan jumlah tenaga kerja dalam pekerjaan reparasi adalah tidak adanya standar yang pasti untuk menetapkan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam setiap grup kerja. Hal ini dikarenakan setiap *progress* dalam *docking repair* disesuaikan dengan jenis, kapasitas dan karakteristik kapal yang melakukan *docking*. Jadi untuk penentuan jumlah tenaga kerja dalam bab ini ditentukan dari hasil perhitungan durasi *fuzzy FLASH* dan prakiraan pengembangan maupun penambahan pekerjaan.

Penentuan jumlah tenaga kerja ditentukan dari hasil perhitungan dalam durasi *FLASH* yakni tingkat *possibility* α *(cuts)* dengan nilai penyelesaian 100 persen untuk setiap jenis pekerjaan reparasi, maka diasumsikan dalam jam kerja ditentukan 1 hari *progress* penyelesaian adalah 8 jam kerja digalangan kapal dan percepatan dalam *progress* kerja ditentukan oleh jumlah rincian perbaikan dengan jumlah tenaga kerja dalam waktu penyelesaian (hari) sehingga didapatkan :

Tenaga kerja = 100 / (jumlah hari dalam penjadwalan x 8)

Selanjutnya sesuai item *list order repair* ditentukan dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

1. Pekerjaan perawatan dibawah garis air (BGA) dan diatas garis air (AGA)
    a. Pembersihan lambung kapal *(scrapping, water jet, dan sandblasting)* dari lunas sampai ke batas *main deck* termasuk *feender* dan *second deck*.

Jumlah tenaga kerja : 100 / (3 x 8) = 4,16 ≈ 4 orang

b. Dilakukan *(ultrasonic test)* pengukuran ketebalan pelat dan konstruksi secara menyeluruh sesuai periode *docking special survey*, dengan petunjuk pada gambar konstruksi *midship section* serta *longitudinal section*.

   Jumlah tenaga kerja : 100 / (2 x 8) = 6,25 ≈ 6 orang

c. Dilakukan pengecatan lambung kapal (BGA) dari lunas sampai sampai ke batas *main deck* termasuk *feender*.

   Jumlah tenaga kerja : 100 / (3 x 8) = 4,16 ≈ 4 orang

d. Dilakukan pengecatan (AGA) dari batas *main deck* sampai batas atas *second deck*, dan dilakukan pekerjaan antara lain ; marking nama kapal, *draft mark, plimsol mark*. Serta dilakukan penggantian baru *zinc anode* sesuai jumlah dan posisi pemasangan.

   Jumlah tenaga kerja : 100 / (3 x 8) = 4,16 ≈ 4 orang.

2. Pekerjaan *replatting* dan reparasi konstruksi

   a. Pekerjaan penggantian *feender* (pisang-pisang)

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (3 x 8) = 4,16 ≈ 5 orang

   b. Pekerjaan *replatting* ceruk buritan kiri *(after peak)*

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (3 x 8) = 4,16 ≈ 4 orang

   c. Pekerjaan *replatting* pelat *bottom* sebelah kanan

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang

   d. Pekerjaan replatting pelat bilga sebelah kiri

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang

   e. Pekerjaan penggantian pelat wrang pembujur sebelah kiri (tangki *ballast*)

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang

   f. pekerjaan penggantian pelat sekat *cofferdam* tangki ceruk haluan *(fore peak tank)*

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang

3. Pekerjaan *tail-shaft, propeller*, dan *rudder* (kemudi)
   a. Pekerjaan *tail-shaft* (*as-propeller* 2 unit). Antara lain ; Dilakukan pencabutan as-*propeller* dari kedudukannya, dilakukan *clearence*, *alignment*, dan direkondisi sesuai standar

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang
   b. Pekerjaan *propeller* (2 unit). Antara lain ; Dilakukan pelepasan *propeller* dari *as-propeller* dari kedudukannya, dilakukan *balancing*, *renewal* permukaan, dan di*polish* seluruh permukaan *propeller*

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang
   c. Pekerjaan *rudder* (kemudi). Antara lain ; Dilakukan pelepasan (2 unit) kemudi beserta kelengkapannya, untuk kemudian dibersihkan dan di*sandblasting* permukaan daun kemudi dan dicat 2 layer, selanjutnya as-kemudi diperiksa kelurusannya dan dilakukan rekondisi beserta kalibrasi kwadran kemudi.

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang
4. Pekerjaan reparasi perpipaan
   a. Pekerjaan penggantian dan perbaikan antara lain ; pipa-pipa kamar mesin yang kedapatan keropos, perawatan katup-katup laut, kotak *sea-chest*, dan perawatan sistem sirkulasi didalam kamar mesin

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (2 x 8) = 6,25 ≈ 7 orang
   b. Pekerjaan penggantian pipa yang kedapatan keropos pada area *deck* antara lain ; pipa cuci jangkar, pipa pemadam, pipa hidrolis

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang
5. Pekerjaan reparasi permesinan
   a. Pekerjaan perawatan dan perbaikan generator pembangkit listrik (2 unit) antara lain ; Dilakukan *merger test*, dilakukan *cleaner* pada kumparan generator, dilapisi isolator sirlak kemudian dioven untuk pengeringan, dan diperiksa kondisi *bearing* dan slip-ring generator

      Jumlah tenaga kerja : 100 / (5 x 8) = 2,5 ≈ 3 orang
   b. Pekerjaan perawatan dan perbaikan elektro motor pada motor pompa I / II dan beberapa unit elektro motor pada penggerak pompa lain di kamar

mesin, antara lain ; Dilakukan *merger test*, dilakukan *cleaner* pada kumparan elektro motor, dan diuji fungsi.

Jumlah tenaga kerja : 100 / (5 x 8) = 2,5 ≈ 3 orang

c. Pekerjaan reparasi (2 unit) mesin induk (*over-houl* sedang)

Dilakukan beberapa pekerjaan antara lain ;

- *clocking* pada *crankshaft* mesin induk (dicatat untuk dibuat report *class survey*

  Jumlah tenaga kerja : 100 / (2 x 8) = 6 ≈ 6 orang
- lepas *cylinder head* masing-masing dari 2 unit mesin induk dan dilakukan cleaner pada ruang bakar, *valve* in/ex diskirt dan diinstal kembali

  Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang
- piston dilepas dari kedudukannya pada batang *conecting rod* lalu di*cleaner*, selanjutnya diukur kerenggangan antara ring piston dan dinding *cylinder liner* untuk dibuat *report class survey*, selanjutnya dilakukan penggantian *part* jika pada kondisi aus atau direkondisi jika masih memenuhi ketentuan, untuk kemudian diinstal kembali.

  Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang
- metal jalan dilepas dari posisi *crankshaft* dan *conecting rod* diukur toleransi kerenggangannya untuk report *class survey*, selanjutnya dilakukan penggantian sesuai standar jika pada kondisi aus dibawah toleransi standar, untuk kemudian diinstal kembali.

  Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang
- sistem pengabut bahan bakar diperiksa distel dan dilakukan penggantian jika aus tidak sesuai standar, selanjutnya diinstal kembali

  jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang
- sistem sirkulasi air pendingin *cooler* diperiksa dan dibersihkan dari kerak air, kemudian diinstal kembali.

  Jumlah tenaga kerja : 100 / (4 x 8) = 3,12 ≈ 4 orang

f. Pekerjaan sistem instalasi kelistrikan

Dilakukan pemeriksaan sistem *ground*, isolasi kelistrikan dan sistem otomatisasi, serta dilakukan *merger-test*. Jika pada komponen kelistrikan yang terbakar aus atau mal fungsi dilakukan penggantian.

Jumlah tenaga kerja : 100 / (2 x 8) = 6 ≈ 6 orang

6. Pekerjaan tangki-tangki

a. Pekerjaan *cleaning* tangki bahan bakar *bunker* (tangki induk) dan tangki bahan bakar harian

Jumlah tenaga kerja : 100 / (1 x 8) = 12,5 ≈ 12 orang

b. Pekerjaan *cleaning* tangki *ballast* kanan/kiri haluan dan buritan, dan dilakukan pengecatan keseluruhan

Jumlah tenaga kerja : 100 / (2 x 8) = 6,25 ≈ 7 orang

c. Pekerjaan *cleaning* tangki air tawar kanan/kiri, dan dilakukan pengecatan anti karat, dan dilapisi semen secara menyeluruh

Jumlah : 100 / (2 x 8) = 6,25 ≈ 7 orang

7. Pekerjaan perawatan dan perbaikan pintu *rampdoor* Pekerjaan uji kekedapan dan uji ketebalan *(ultrasonic test)* pelat *rampdoor* serta dilakukan perbaikan jika kedapatan aus atau kerusakan struktur pada pintu *rampdoor*

Jumlah tenaga kerja : 100 / (3 x 8) = 4,16 ≈ 5 orang

8. Pekerjaan jangkar, rantai jangkar dan bak rantai jangkar

a. Jangkar dan rantai jangkar (2 set) kanan/kiri diturunkan, digelar sesuai panjang rantai, selanjutnya.

- jangkar dibersihkan dan ditimbang beratnya dan dicat bitumastik
- rantai jangkar dibersihkan diukur toleransi standarnya dan dicat bitumastik

Jumlah tenaga kerja : 100 / (2 x 8) = 6,25 ≈ 7 orang

b. Bak rantai jangkar kanan/kiri dibersihkan dan dicat anti karat, jika ditemukan kerusakan atau keropos akibat karat dilakukan *replatting*.

Jumlah tenaga kerja : 100 / (2 x 8) = 6,25 ≈ 7 orang.

9. Pekerjaan perawatan peralatan pemadam kebakaran dan sistem automatisasi
   a. Sesuai masa berlaku peralatan pemadam api, dilakukan perawatan dan uji fungsi peralatan pemadam kebakaran otomatis maupun *portable* beserta peralatan masing-masing fungsi pemadaman api.
      Jumlah tenaga kerja : 100 / (3 x 8) = 4,16 ≈ 5 orang
   b. Sesuai fungsi dan masa berlaku peralatan peringatan kebakaran, dilakukan uji fungsi dan kalibrasi sesuai posisi dan penempatan
      Jumlah tenaga kerja : 100 / (3 x 8) = 4,16 ≈ 5 orang

Penentuan jumlah tenaga kerja didasarkan pada hasil realisasi penjadwalan dengan mempertimbangkan beban volume kerja pada masing-masing penyelesaian pekerjaan dan target dalam penyelesaian pekerjaan reparasi dalam jumlah hari. Dengan demikian dari penentuan jumlah tenaga kerja didapatkan jumlah tenaga kerja yang proporsional sesuai kondisi *existing* galangan kapal dan metode perhitungan *fuzzy FLASH*.

BAB 5
ANALISIS HASIL

5.1. Analisis Metode

Dari hasil perhitungan untuk mendapatkan efisiensi waktu dalam penjadwalan pekerjaan *docking repair* melalui metode *fuzzy FLASH* secara keseluruhan, maka dalam aturan dasar pada himpunan variabel *fuzzy* adalah berdasarkan bahasa logis linguistik seperti IF, THEN sedangkan numeris X = A dan Y = B maka Z = C. Selain itu dalam keanggotaan *membership function* dipergunakan derajat keanggotaan yang ditentukan dalam *grade membership function*. Besaran nilai *grade membership function* ini adalah antara 0 hingga 1.

Dalam perhitungan efisiensi waktu dengan metode *fuzzy* FLASH pada bab sebelumnya, selain variabel himpunan dan durasi *crisp* ditentukan beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penyelesaian pekerjaan reparasi. Faktor tersebut adalah sebagai penentu dari kondisi *riil* dilapangan selain parameter perhitungan metode.

Dari hasil akhir perhitungan didapatkan efisiensi waktu lebih singkat dari realisasi pelaksanaan reparasi sebelumnya. Namun untuk menentukan derajat *grade membership function* dari beberapa faktor yang berpengaruh terhadap durasi waktu *docking repair*, maka perlu dilakukan uji keakuratan hasil dengan menggunakan bantuan komputasi dari *software* matlab. Dimana pada aplikasi bantuan *software* tersebut, fungsi dari logika *fuzzy* menggunakan logika *fuzzy* mamdani, dimana masukan numerik maka keluaran hasil berupa numerik.

Pada metode *fuzzy* mamdani ini *rule* awal seperti halnya bahasa logis IF, THEN ditentukan beberapa rule masukan sebagai *input* data. *Input* data tersebut terdiri dari masing-masing faktor yang mempengaruhi sebagai masukan *input* sebelumnya. Dengan demikian dari penerapan dalam komputasinya, logika *fuzzy* mamdani di *input*kan seperti :

- IF (pada faktor berpengaruh) THEN (pada faktor berpengaruh) is Best

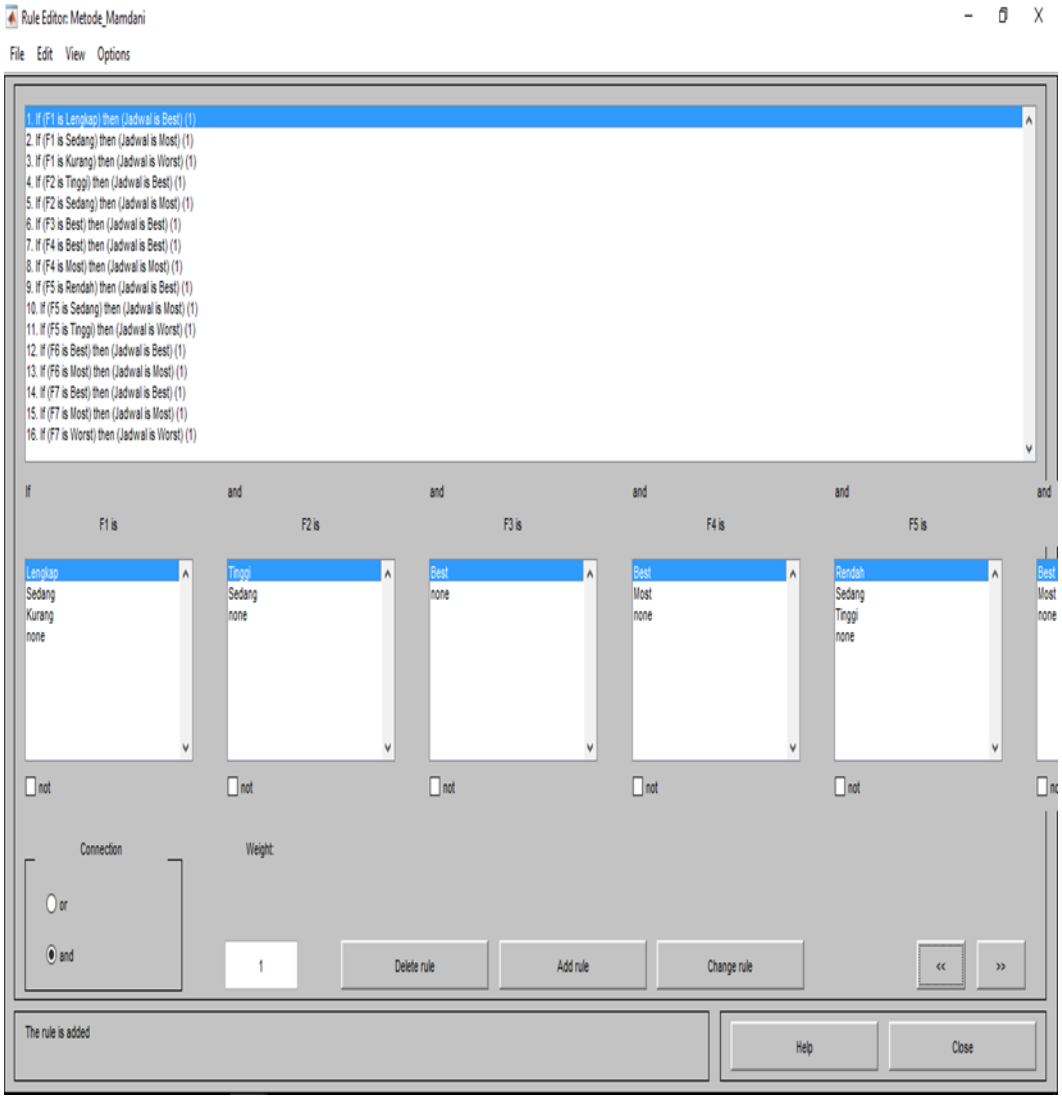
- IF (pada faktor berpengaruh) THEN (pada faktor berpengaruh) is Most
- IF (pada faktor berpengaruh) THEN (pada faktor berpengaruh) is Worst.

Berdasarkan rule awal bahasa linguistik ditentukan 7 faktor dari beberapa variabel *function*, variabel *function* terdiri dari beberapa faktor yang mempengaruhi durasi penyelesaian antara lain :

1. Ketersediaan peralatan kerja (F1)
2. Pengalaman metode pengerjaan (F2)
3. Ketepatan suplai kebutuhan kapal (F3)
4. Ketersediaan stok *spare* pada masing-masing departemen di kapal (F4)
5. Faktor operasi (F5)
6. Produktifitas kerja dalam berbagai kondisi lingkungan di kapal (F6)
7. Pengaruh usia kapal (F7)

Dari 7 variabel *function* maka *rule input* pada *fuzzy* mamdani diperoleh 16 masukan rule sebagaimana hasil *input* pada masing-masing hasil *grade membership*. *Input rule* pada *fuzzy* mamdani dari 16 rule selanjutnya akan diperoleh hasil kriteria nilai yang menampilkan *grade membership function* pada masing-masing variabel *function.* Masukan awal pada *rule input* dapat ditunjukkan pada tabel halaman selanjutnya.

Tabel 5.1. Masukan *rule grade membership function* pada 7 variabel *function*



Berdasarkan tabel 5.1 masukan *rule input* dari 16 rule *membership function* yakni terdiri dari beberapa aktifitas yang saling terkait dari 7 faktor variabel *fucntion* yang saling mempengaruhi, dengan demikian dari fungsi tersebut selanjutnya dapat diketahui kriteria nilai *grade membership* dalam bentuk kurva berdasarkan penjadwalan durasi *Best*, *Most* dan *Worst*.

Tabel 5.2. Hasil masukan *rule input* dari masing-masing *membership function*

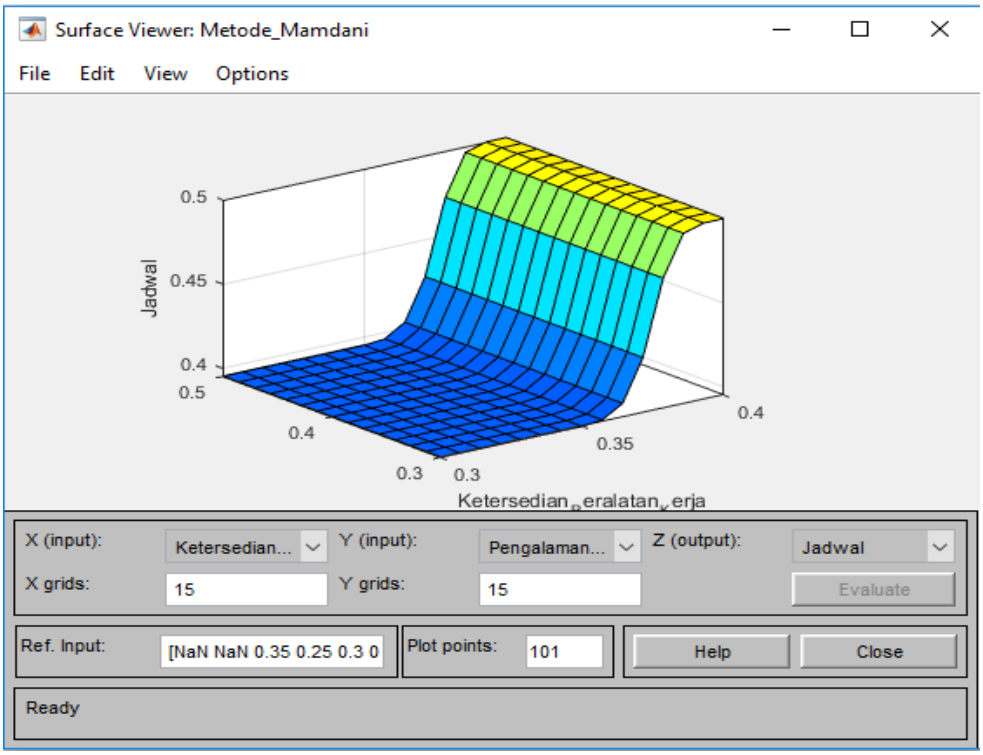
Dari hasil tabel pada 7 variabel *function*, dalam satu variabel *function* terdiri satu, dua atau 3 kurva yang berasal dari input linguistik dari logika *fuzzy*. Diantara masukan input linguistik tersebut akan menggambar sebagaimana faktor kondisi *riil* saat ini jika sistem penjadwalan melalui metode *FLASH* ini diaplikasikan pada galangan reparasi kapal, sehingga hasil analisisnya adalah kriteria penilaian kesiapan galangan kapal dalam percepatan reparasi kapal dan pengendalian dalam lingkup penjadwalan pekerjaan reparasi dengan mempertimbangkan berbagai faktor kondisi yang mempengaruhi proses pekerjaan

reparasi kapal. Diantara *input* kriteria dari beberapa kurva hasil tabel diatas dapat artikan sebagai berikut :

1. Ketersediaan peralatan kerja (F1), kriteria *rule input* adalah (lengkap, sedang, kurang)
2. Pengalaman metode pengerjaan (F2), kriteria *rule input* adalah (tinggi, sedang)
3. Ketepatan suplai kebutuhan kapal (F3), kriteria *rule input* adalah (tepat, kurang)
4. Ketersediaan stok *spare* pada masing-masing departemen di kapal (F4) kriteria *rule input* adalah (tersedia, kurang)
5. Faktor operasi (F5) kriteria *rule input* adalah (rendah, sedang, tinggi)
6. Produktifitas kerja dalam berbagai kondisi lingkungan di kapal (F6) kriteria *rule input* adalah (tinggi, sedang)
7. Pengaruh usia kapal (F7) kriteria *rule input* adalah (usia kapal 5 tahun, usia kapal 10 tahun, usia kapal 20 tahun).

Dari 7 variabel *function* masukan kriteria dalam *rule input* terbagi dalam masing-masing gambar grafik, selengkapnya pada halaman selanjutnya.

Grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F1) Ketersediaan Peralatan kerja



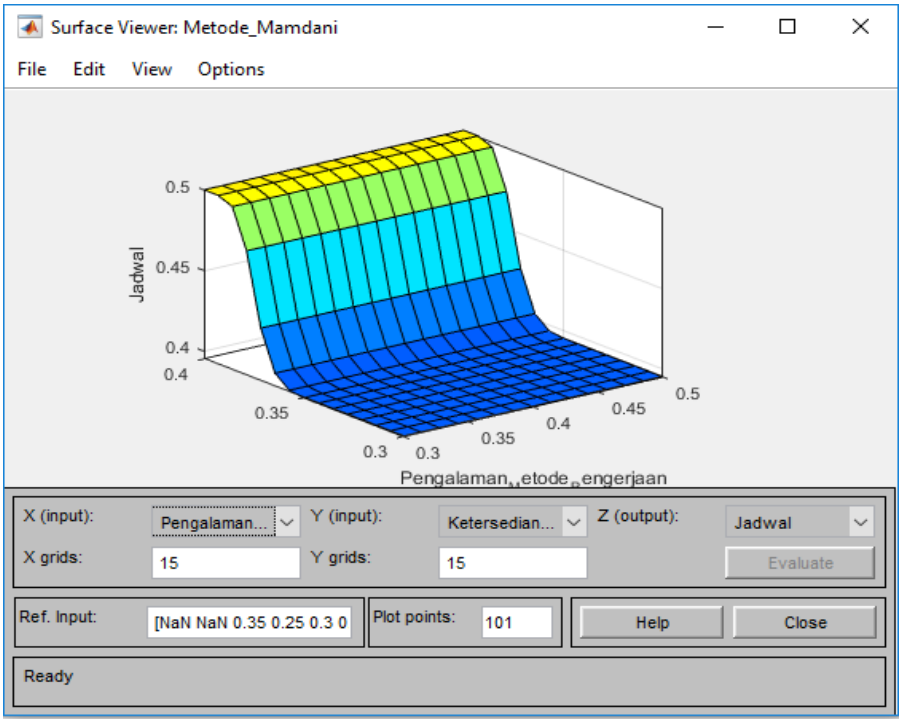
Gambar 5.1. Grafik *grade membership* faktor ketersediaan peralatan kerja

Berdasarkan gambar 5.1 hasil *grade membership* pada faktor ketersediaan peralatan kerja didapatkan *grade* dikisaran 0,40 hingga 0,50 dalam kurva grafik diatas nilai numerik pada penjadwalan yakni :

- *input* X ketersediaan peralatan kerja memiliki nilai *output grade* numerik 0,35 sedangkan input Y pengaruh pada penjadwalan dengan *output nilai* grade 0,4
- *input* kriteria pada masukan *fuzzy* mamdani berdasarkan linguistik adalah *output* 'lengkap'.

Dengan demikian pada faktor ketersediaan peralatan kerja dalam penjadwalan pekerjaan memiliki kriteria lengkap yang dalam kondisi saat ini sesuai kebutuhan kondisi dilapangan.

Grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F2) Pengalaman metode pengerjaan



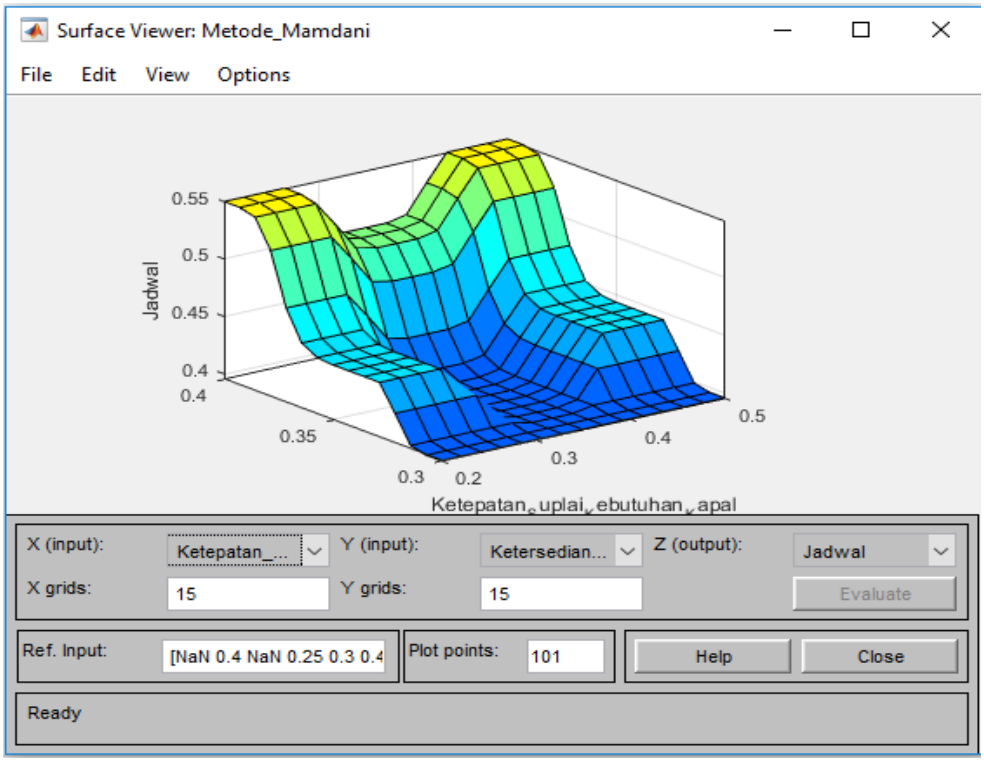
Gambar 5.2. Grafik *grade membership* faktor pengalaman metode pengerjaan

Berdasarkan gambar 5.2 hasil *grade membership* pada faktor pengalaman metode pengerjaan didapatkan *grade* dikisaran maksimum 0,50 hingga 0,50 dalam kurva grafik diatas nilai numerik pada penjadwalan yakni :

- *input* X pengalaman metode pengerjaan memiliki nilai *output grade* numerik 0,40 sedangkan input Y pengaruh pada penjadwalan dengan *output* nilai *grade* 0,45
- *input* kriteria pada masukan *fuzzy* mamdani berdasarkan linguistik adalah *output* 'tinggi'.

Dengan demikian pada faktor pengalaman metode pengerjaan memiliki kriteria tinggi sesuai bidang dan keahlian bidang masing-masing SDM galangan kapal.

Grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F3) ketepatan suplai kebutuhan kapal



Gambar 5.3. Grafik *grade membership* faktor ketepatan suplai kebutuhan kapal

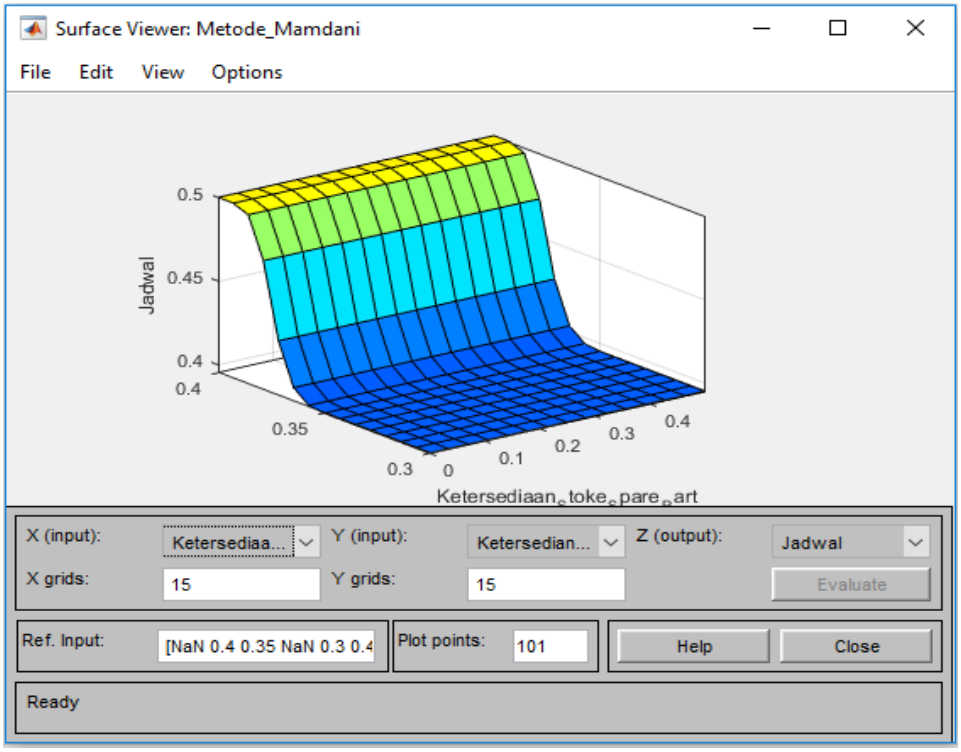
Berdasarkan gambar 5.3 hasil *grade membership* pada faktor ketepatan suplai kebutuhan kapal didapatkan *grade* dikisaran maksimum 0,50 hingga 0,55 dalam kurva grafik diatas nilai numerik pada penjadwalan yakni :

- input X ketepatan suplai kebutuhan kapal memiliki nilai *output grade* numerik 0,35 sedangkan *input* Y pengaruh pada penjadwalan dengan *output* nilai *grade* 0,45
- input kriteria pada masukan *fuzzy* mamdani berdasarkan linguistik adalah *output* '*best*' yang berarti paling baik.

Pada faktor ketepatan suplai kebutuhan kapal memiliki kriteria paling baik mengingat kebutuhan kapal saat *docking* disuplai 95 persen dari pihak *owner* (pemilik kapal) setelah sebelumnya dilakukan rencana pengadaan kebutuhan *docking* sesuai prediksi kebutuhan, dan sisanya 5 persen berdasarkan grafik kurva

yang lebih tinggi, kebutuhan material disuplai dari galangan kapal dan *supplier* saat *progress docking* berjalan.

Grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F4) Ketersediaan stok *spare* pada masing-masing departemen di kapal



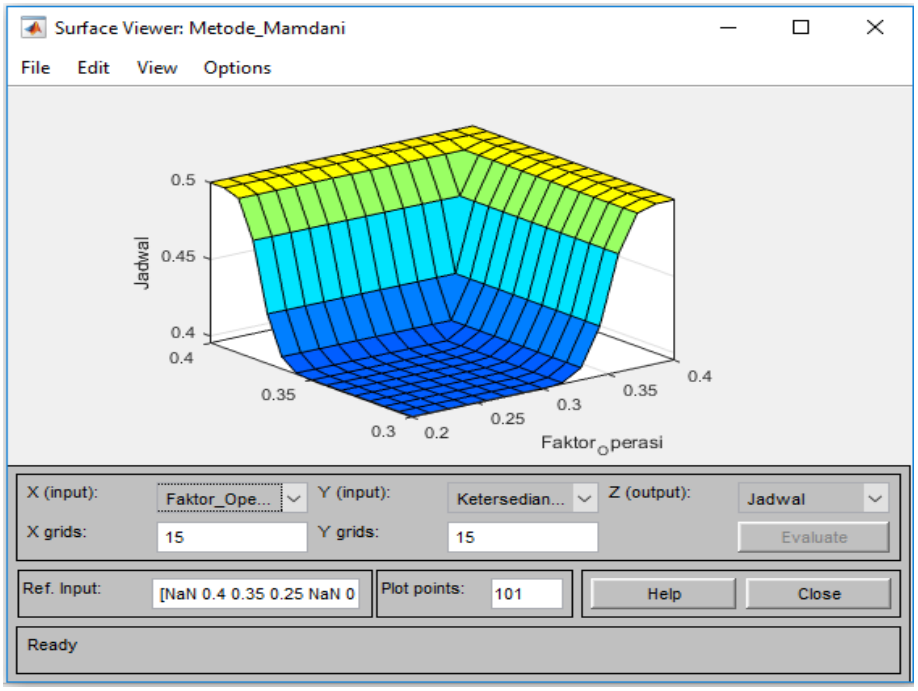
Gambar 5.4. Grafik *grade membership* faktor ketersediaan stok *spare* pada masing-masing departemen di kapal

Berdasarkan gambar 5.4 hasil *grade membership* pada faktor ketersediaan peralatan kerja didapatkan *grade* dikisaran 0,25 hingga 0,40 dalam kurva grafik diatas nilai numerik pada penjadwalan yakni :

- *input* X ketersediaan stok *spare* pada masing-masing departemen di kapal memiliki nilai *output grade* numerik 0,25 sedangkan input Y pengaruh pada penjadwalan dengan *output* nilai *grade* 0,40
- *input* kriteria pada masukan *fuzzy* mamdani berdasarkan linguistik adalah *output* '*best*' yang berarti paling baik.

Dengan demikian pada faktor ketersediaan stok *spare* pada masing-masing departemen di kapal dalam penjadwalan pekerjaan memiliki kriteria paling baik yang dalam kondisi saat kapal *docking* pada periode *special docking* yang mengharuskan dilakukan *overhoul* mesin, maka diharapkan stok suku cadang atau *spare* pengganti masih tersedia di *store* pada departemen mesin di kapal. Hal ini tentu dapat mengurangi waktu pengadaan suku cadang dari suplier serta mempersingkat waktu dalam penyelesaian pekerjaan mesin.

Grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F5) faktor operasi kapal



Gambar 5.5 Grafik *grade membership* pengaruh faktor operasi kapal

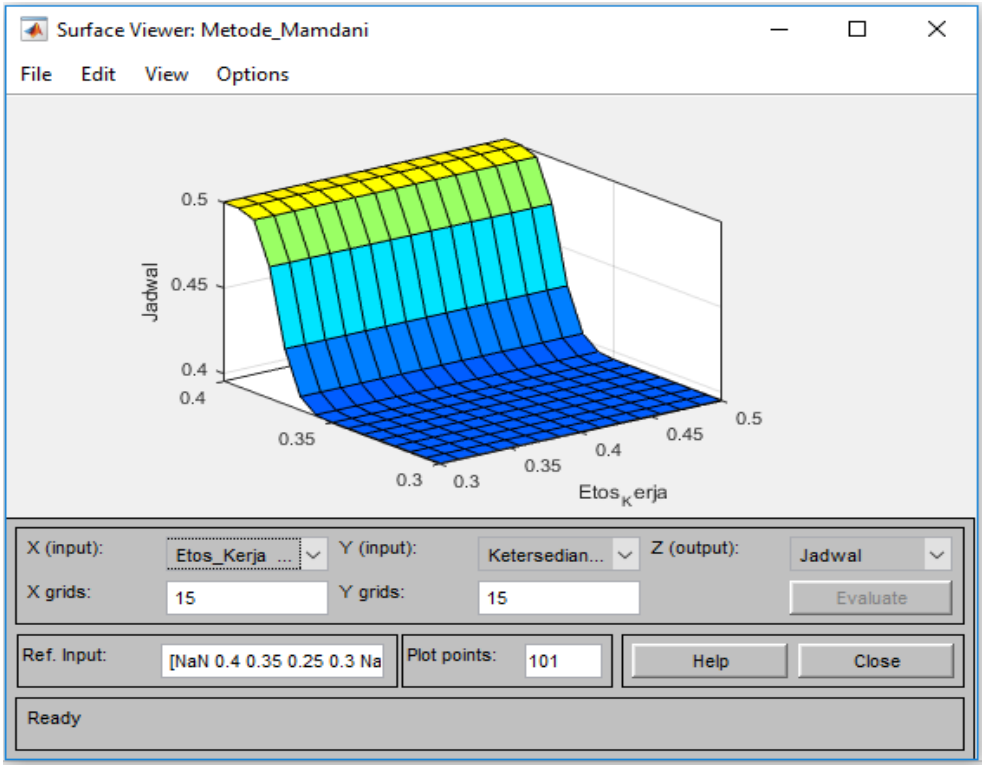
Berdasarkan gambar 5.5 hasil *grade membership* pada faktor operasi kapal didapatkan grade dikisaran 0,30 hingga 0,40 dalam kurva grafik diatas nilai numerik pada penjadwalan yakni :

- input X pada pengaruh faktor operasi kapal memiliki nilai *output* grade numerik 0,30 sedangkan *input* Y pengaruh pada penjadwalan dengan *output* nilai *grade* 0,40

- input kriteria pada masukan *fuzzy* mamdani berdasarkan linguistik adalah *output* '*worst*' yang berarti rendah.

Hasil *output* pada *grade membership* pada faktor operasi kapal terhadap penjadwalan *docking* pada nilai numerik memenuhi ketentuan *fuzzy*, yakni 0 hingga 1 namun pada hasil *output* linguistik '*worst*', hal ini diartikan jika faktor operasi kapal yang tinggi maka tingkat pekerjaan reparasi kapal digalangan dapat terselesaikan sesuai jadwal realisasi *docking days*. Selanjutnya jika tingkat operasi kapal yang tinggi maka sistem penjadwalan dalam perawatan berjalan (*preventive maintenance*) relatif rendah.

Grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F6) Produktifitas kerja dalam berbagai kondisi lingkungan di kapal



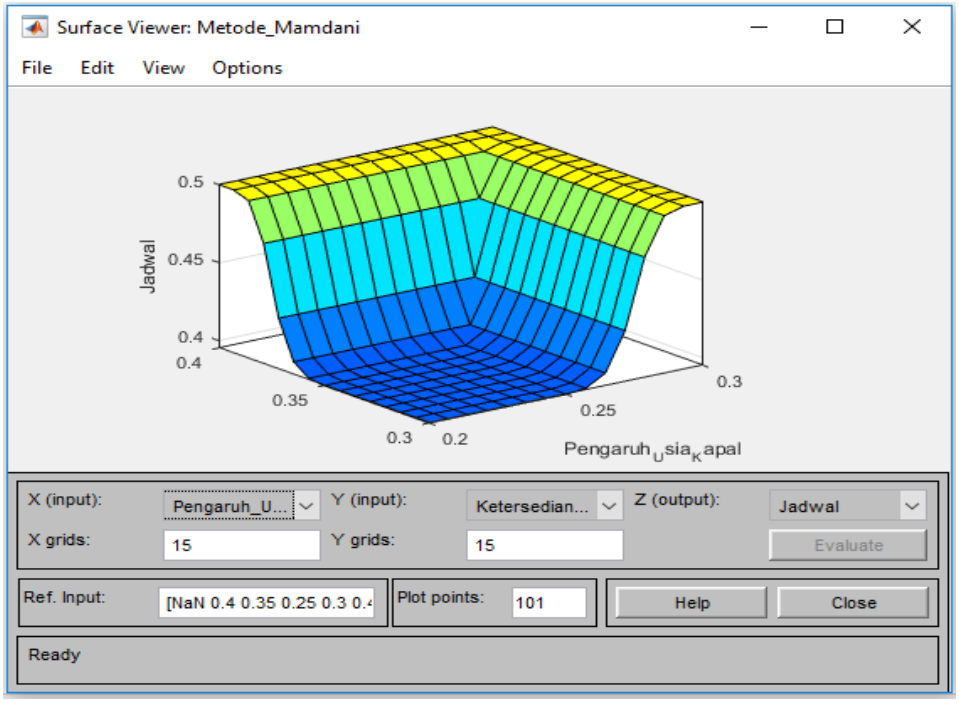
Gambar 5.6. Grafik *grade membership* pengaruh produktifitas kerja dalam berbagai kondisi lingkungan di kapal

Berdasarkan gambar 5.6 hasil *grade membership* pada faktor produktifitas kerja dalam berbagai kondisi lingkungan di kapal didapatkan *grade* dikisaran 0,40 hingga 0,42 dalam kurva grafik diatas nilai numerik pada penjadwalan yakni :

- input X pada faktor produktifitas kerja dalam berbagai kondisi lingkungan di kapal memiliki nilai *output grade* numerik 0,40 sedangkan input Y pengaruh pada penjadwalan dengan *output* nilai *grade* 0,42
- input kriteria pada masukan *fuzzy* mamdani berdasarkan linguistik adalah *output* tinggi yang berarti kondisi SDM galangan kapal produktivitasnya masih cukup baik.

Dengan demikian hasil dari *output grade membership* pada produktifitas pekerja terhadap penjadwalan kerja dalam realisasinya masih cukup baik pada progress penyelesaian jika dilakukan dengan pembagian grup kerja, hal ini dilakukan untuk pembagian beban kerja pada pekerjaan reparasi dilintasan kritis.

Grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F7) Pengaruh usia kapal



Gambar 5.7. Grafik *grade membership* pengaruh usia kapal

Berdasarkan gambar 5.7 hasil *grade membership* pada faktor pengaruh usia kapal pada durasi dalam penjadwalan didapatkan *grade* dikisaran 0,25 hingga 0,42 dalam kurva grafik diatas nilai numerik pada penjadwalan yakni :

- *input* X pada faktor pengaruh usia kapal memiliki nilai *output grade* numerik 0,25 sedangkan *input* Y pengaruh pada penjadwalan dengan *output* nilai *grade* 0,42
- *input* kriteria pada masukan *fuzzy* mamdani berdasarkan linguistik adalah *output 'most'* yang berarti dalam kriteria sedang.

Pada hasil *output grade membership* pada grafik dalam kaitan kriteria pengaruh usia kapal terhadap penjadwalan masih dalam kriteria nilai yang memenuhi, namun pada penjadwalan realisasi pekerjaan reparasi kondisi yang disebabkan dari usia kapal tidak terlalu signifikan pengaruhnya dalam penjadwalan. hal ini tergantung pada ketepatan penjadwalan beberapa item pekerjaan reparasi, serta ketepatan progressnya jika ada penambahan maupun pengembangan pekerjaan reparasi yang sedang berjalan.

Detail hasil pada tampilan komputasi matlab *fuzzy* mamdani ditunjukkan pada halaman lampiran 5A – 5J.

5.2. Analisis Penjadwalan *FLASH*

Bahwa dengan permasalahan efisiensi waktu pada studi kasus pekerjaan *docking repair* maka dengan melalui pendekatan perhitungan metode *fuzzy FLASH*, dapat dilakukan untuk penerapannya digalangan kapal. Adapun prasyarat dari penerapan perhitungan durasi pada metode *fuzzy* ini dapat dilakukan jika.

- Terdapat data sebelumnya tentang *historical repair* dari data kapal yang melakukan *docking repair* pada periode *docking* sebelumnya
- Terdapat beberapa faktor kondisi yang mempengaruhi, faktor kondisi ini ditentukan penilaiannya berdasarkan tingkat kepercayaan dalam penyelesian pekerjaan reparasi. Hal ini tidak terlepas pada pengalaman dan metode kerja galangan kapal dalam mereparasi kapal yang melakukan *docking*.

Adapun hal yang dapat secara signifikan dapat berpengaruh pada efisiensi waktu dalam penyelesaian pekerjaan reparasi adalah penambahan pekerjaan dari pekerjaan pokok pada item reparasi yang telah ditetapkan sebelumnya. Penambahan ini tidak bersifat langsung, namun dampak pengembangan pada pekerjaan yang saat itu direalisasikan, penambahan atau pengembangan dari

reparasi biasanya terjadi pada pekerjaan-pekerjaan kritis (*ctitical path*). Hal ini secara teknis harus dilakukan sebagai penyempurnaan hasil dari pekerjaan reparasi yang direkomendasikan.

Efisiensi dari segi waktu dapat berdampak luas dalam dalam segi produksi, terutama galangan kapal. Hal ini tentu dalam penerapan memperhitungkan seluruh sumber daya galangan kapal yang dalam kaitan efisiensi, beberapa hal yang dalam penerapannya dapat memberikan dampak secara signifikan dalam meningkatkan efisiensi dari waktu pekerjaan reparasi di galangan kapal antara lain :

1. Meningkatkan jumlah kapasitas peralatan penunjang galangan kapal yang disesuaikan dengan tingkat order *docking* yang diterima serta memaksimalkan tingkat automatisasi dari peralatan produksi galangan kapal.
2. Memperbaharui dan merevitalisasi sarana pokok galangan kapal dengan menyesuaiakan kebutuhan dan kondisi riil galangan kapal saat ini.
3. Meningkatan sumber daya (SDM) yang berkompetensi menurut bidangnya
4. Merencanakan investasi dalam jangka panjang yang berkaitan dengan peningkatan sumber daya galangan kapal.

Dengan demikian pada penerapan melalui pendekatan perhitungan efisiensi waktu Dimana penerapannya dari hasil penerapan efisiensi metode *FLASH* tersebut dapat berbeda jika didasarkan dari jenis kapal yang lainnya, namun secara metode dapat dilakukan metode dan perhitungannya.

5.3. Implikasi Hasil Metode *FLASH*

Berdasarkan hasil perhitungan melalui metode *fuzzy (FLASH) Fuzzy Logic Aplication for Schedulling* dengan tingkat *possibility* pada data rekomendasi perbaikan berdasarkan ketentuan klasifikasi kapal *class matter* serta data *historical repair docking* terakhir dapat dimodelkan pola durasi waktu yang relevan *Best case scenario*, *Most case scenario*, serta *Worst case scenario*. Dengan demikian pada pembagian grup pekerjaan galangan kapal dapat diketahui dari interval waktu durasi masing-masing pekerjaan perbaikan yang dapat terselesaikan berdasarkan volume tingkat perbaikan yang ditangani. Selain itu pada faktor kondisi dari data sebelumnya dapat dipakai untuk pengambilan

keputusan yang bersifat *preventive* maupun *corrective* dalam pemeliharaan terencana saat kapal beroperasi kembali.

Dari grafik S-*Curve* yang ditunjukkan pada lampiran-4D, dimana tingkat volume pekerjaan pada hari-1 sampai dengan hari ke-4 terjadi peningkatan aktifitas jam orang (JO) pekerjaan *docking*, diantaranya pekerjaan-pekerjaan bawah garis air. Peningkatan aktifitas ini wajar mengingat peningkatan durasi aktifitas masih dalam tahap dalam pekerjaan yang umum biasa dilakukan galangan kapal pada saat kapal telah berada di atas *keel block*, namun masih menyesuaian kebutuhan dan sumber daya galangan kapal serta rekomendasi kelas survey dan pengambilan keputusan dari *owner ship*. Sebagai contoh pada pekerjaan-pekerjaan *cleaning* tangki, *sandblasting* and *painting, propeller*, as dan kemudi, serta alat labuh pekerjaannya dipercepat terselesaiakan progress di awal mengingat semakin terselesaikannya pekerjaan inti di awal maka *progress* pekerjaan yang lainnya akan menyesuaikan durasi penyelesaian hingga kapal turun *dock*.

Hal ini tampak pada hari ke-5 sampai dengan hari ke-13 dimana aktifitas dari pekerjaaan inti pada area bawah garis air dari masing-masing grup kerja telah terealisasi meskipun beberapa item penyelesaian pekerjaan dilakukan pada saat kapal *floating* diarea *dock*, namun penyelesaiannya berdasarkan durasi waktu *fuzzy* yang relevan. Sedangkan untuk pekerjaan permesinan yang secara khusus memerlukan penanganan dan ketelitian, durasi aktifitas pekerjaan dilakukan setelah 50 persen dari pekerjaan bawah garis air terealisasi selesai sesuai prosedur survey kelas yang mensyaratkan survey permesinan diharuskan bebas dari aktivitas pekerjaan diluar pekerjaan permesinan. Hal ini penting dilakukan mengingat prosedur survey dalam hal pengukuran harus dapat memberikan hasil pengukuran yang teliti dan akurat untuk mengetahui dan pengambilan keputusan perbaikan permesinan, dengan demikian durasi waktu reparasi mesin dapat ditentukan volume kerja perbaikan dengan sumber daya dan waktu yang relevan.

Dalam kondisi normal pada pertimbangan beberapa faktor yang mempengaruhi waktu penyelesaian *docking* kapal, penyelesaian docking umumnya dapat terealisasi selesai dalam waktu rata-rata 14 hari untuk pekerjaan

dan perbaikan bawah garis air atau pada *docking* periode *intermediate* survey 2 tahunan, sedangkan pada periode *special* survey pembaharuan kelas 5 tahunan rekomendasi kelas survey pada beberapa komponen pokok di kapal ditambahkan untuk dilakukan survey dan perbaikan.

Dari hasil pengamatan dilapangan dan analisis perhitungan metode *flash* serta penambahan item survey dalam perbaikan di *dock* dapat ditentukan besaran durasi dalam penyelesaian masing-masing item pekerjaan, dan selanjutnya pada penentuan urutan kerja dengan menggunakan bantuan *software* QM versi-4 didapatkan lintasan jaringan kerja dari 9 aktivitas pekerjaan reparasi sehingga didapatkan pekerjaan reparasi dengan lintasan kritis dan lintasan normal, dengan demikian pada perencanaannya dapat dilakukan pengaturan grup kerja yang saling terintegrasi sesuai dengan prosedur kerja galangan kapal.

Berdasarkan perhitungan metode *FLASH* dan penentuan rencana urutan kerja dalam realisasinya terdapat langkah-langkah yang dapat diambil oleh galangan kapal sebagai pelaksanaan efisiensi, dilakukan perencanaan pada pekerjaan kritis dimana pada pekerjaan kritis tersebut yang terdiri dari beberapa aktivitas pekerjaan reparasi dalam lingkup *job order repair* bila terjadi keterlambatan dalam penyelesaian maka akan menyebabkan keterlambatan dalam penyelesaian secara keseluruhan. Maka dalam prakteknya penyelesaian pekerjaan tersebut membutuhkan penanganan khusus dan hasil penyelesaian pekerjaan berpengaruh pada penyelesaian secara keseluruhan.

Dengan demikian sesuai hasil dari perhitungan efisiensi waktu dan pembagian alur kerja pada lintasan kritis, maka untuk mencapai *schedule* penyelesaian dalam 25 hari *docking repair* perlu dilakukan perencanaan dan pengendalian penyelesaian pengerjaan reparasi antara lain :

1. Perencanaan grup kerja sesuai dengan spesialisasi menjadi beberapa grup kelompok. Dalam hal ini pada pekerjaan kritis antara lain :
   a. Pekerjaan *over houl* mesin induk

      Dari satu grup terdiri beberapa mekanik dibagi menjadi kelompok yang menangani *progress repair* antara lain :

      - Kelompok-1 : Part *cylinder head*

- Kelompok-2 : Part sistem komponen bahan bakar
- Kelompok-3 : Part piston dan *connecting rod*
- Kelompok-4 : Part *crank shaft*
- Kelompok-5 : *Gear-box*

b. Pekerjaan sistem propulsi

Dari satu grup yang menangani *progress* sistem propulsi, dibagi menjadi beberapa bagian dari komponen propulsi, antara lain :

► As-propeller *(tail-shaft)* :
- Kelompok-1 : pelepasan dan pemasangan as-*propeller*
- Kelompok-2 : penggantian, dan pemasangan komponen pengedap as *propeller*
- Kelompok-3 : *Alignment* dan rekondisi as- *propeller*.

► Propeller :
- Kelompok-1 : pelepasan dan pemasangan *propeller*
- Kelompok-2 : NDT, *balancing* dan rekondisi *propeller*

► Sistem Kemudi :
- Kelompok-1 : pelepasan dan pemasangan as daun kemudi
- Kelompok-2 : kalibrasi sistem kwadran kemudi
- Kelompok-3 : *alignment* as dan daun kemudi beserta rekondisinya.

c. Pekerjaan *replatting* dan konstruksi

Dari satu grup konstruksi, dibagi menjadi beberapa bagian kelompok dalam salah satu *progress replatting* :
- Kelompok-1 : pemotongan pelat dan pengelasan
- Kelompok-2 : marking pelat, perambuan dan penyetelan posisi pasang
- Kelompok-3 : *helper*

2. Melakukan optimalisasi waktu pada pekerjaan-pekerjaan dengan durasi waktu terpendek.

Pada *schedule* penyelesaian beberapa pekerjaan dengan durasi waktu tersingkat ditentukan berdasarkan dari volume pekerjaan yang dapat diselesaikan,

biasanya pekerjaan tambahan sebagai bagian dari pengembangan hasil survey atau pengembangan dari pekerjaan inti. Dengan demikian beberapa cara yang dapat mengoptimalisasi waktu pada pekerjaan-pekerjaan dengan durasi waktu terpendek.

a. Pembagian *shift* kerja

Jika tenaga kerja sudah tercukupi maka dapat diatur melalui kelompok kerja yang bergantian dalam penyelesaian *progress* kerja sesuai dengan waktu kerja galangan kapal dengan tidak menambahkan jam *extra*/lembur serta tidak mengganggu penyelesaian pekerjaan inti lainnya. Yakni dengan menyesuaikan pengaturan efektifitas *man-hours* (jam orang) pada awal dimulainya *progress* kerja dengan semaksimal mungkin dan pada *progress* selanjutnya disesuaikan dengan sisa waktu yang diatur secara bergantian pada jam kerja efektif.

b. Kombinasi dari aktifitas kerja

Pada satu atau beberapa kelompok grup kerja kemungkinan dapat terselesaiakan pekerjaan secara cepat, namun untuk beberapa grup kerja lain masih memiliki durasi penyelesaian panjang dalam urutan progress kerjanya. Maka solusi yang lebih efektif yakni mengkombinasikan beberapa pekerja dari grup yang lebih selesai di awal, dengan pertimbangan masih ada hubungan spesialisasi dalam penyelesaiannya beberapa pekerjaan.

3. Merencanakan *stock* kebutuhan material, bahan, maupun peralatan bantu

Dalam pengefisiensian waktu pada pekerjaan *docking repair*, kebutuhan material yang cukup adalah aspek yang dipandang perlu dalam hal percepatan progress penyelesaian terutama pada galangan kapal yang lokasinya cukup jauh dari distribusi material kapal. Beberapa hal yang dapat direncanakan efisiensinya di awal antara lain :

a. Merencanakan kebutuhan material dan bahan berdasarkan jenis kapal yang melakukan *docking*, dengan data *historical* order *repair* sebelumnya dalam berbagai ukuran.

seperti : pelat, profil, pipa, *flens* pipa, elbow, *knee*, *round-bar*.

b. Merencanakan persediaan material, bahan, maupun komponen tertentu untuk mengantisipasi perbaikan yang membutuhkan perbaikan, penggantian dan rekondisi sesuai dengan bahan aslinya.

   seperti : bahan *brons* untuk rekondisi *propeller*, bahan metal babit untuk rekondisi as *propeller* dan as kemudi, bantalan *as propeller*, *simplex seal*, *seal* pengedap, *mechanic seal*, *remes packing*, komponen *valve*.

c. Merencanaan persediaan kebutuhan material dan bahan yang diperlukan dalam membantu kelancaran *progress docking repair*.

   seperti : kawat las baja, kawat las kuningan, kawat las *stainless steel*, oxigen, bahan bakar, minyak lumas.

Dalam kaitan efisiensi adalah perbandingan antara hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumber daya yang dimiliki galangan kapal. Dari beberapa uraian mengenai efisiensi waktu pada penerapan diatas adalah hasil dari metode perhitungan yang dimungkinkan dapat tercapai jika disesuaikan dengan kondisi riil galangan kapal saat ini.

5.4. Generalisasi Hasil Study Penelitian

Perhitungan metode *fuzzy schedule* adalah perhitungan alternatif yang biasa digunakan dalam penjadwalan pekerjaan konstruksi darat atau proyek-proyek sipil, seperti halnya pada metode perhitungan-perhitungan sebelumnya dalam metode cpm/perth (*critical path method / program evaluation review and technique*) hanya menghitung pekerjaan-pekerjaan dilintasan kritis saja dengan urutan yang panjang, namun pada metode *fuzzy schedule* ini perhitungan mempertimbangkan beberapa faktor kondisi yang mempengaruhi dalam *progress schedule* yang akan direalisasikan.

Pada penerapannya dalam penjadwalan pekerjaan *docking repair* dengan penyelesaian singkat, metode cpm/perth dapat diaplikasikan namun perhitungan dalam perencanaan cukup panjang dan tidak mempertimbangkan beberapa faktor dalam *progress* penjadwalan, tetapi pada perhitungan dengan metode *fuzzy schedule* metode perhitungannya cukup singkat sesuai aturan dasar kaidah *fuzzy* serta mempertimbangkan pada faktor yang mempengaruhi α (cut) dalam

perhitungan penjadwalannya serta hasil yang didapatkan sudah mendapatkan durasi waktu dan beberapa pekerjaan pada *progress* penyelesaian dilintasan kritis, sehingga dari hasil metode direncanakan penjadwalan sesuai pada item-item dalam pekerjaan reparasi.

Dari hasil penelitian diatas hal yang utama dalam penelitian ini adalah mengenai efisiensi waktu untuk pekerjaan *docking repair* kapal melalui data-data pada pekerjaan *docking repair* dengan kapal yang sama dan lokasi galangan kapal yang sama, serta dapat memberikan estimasi waktu dalam perencanaan *schedulling* pada masing-masing pekerjaan reparasi sesuai dengan hasil survey kelas yang diikuti kapal. Dengan demikian perhitungan metode FLASH pada perhitungan matematis sederhana ini bertujuan mengetahui estimasi waktu *riil* dari *schedulle* dan tujuan dari generalisasi hasil study ini adalah bagaimana *schedulling* pada reparasi kapal ferry dapat digunakan untuk jenis kapal yang lain, untuk penentuan realisasi waktu yang efektif pada pekerjaan reparasi.

Selanjutnya dalam *progress* reparasi bagi galangan kapal dapat diketahui lebih awal estimasi penyelesaian pekerjaan reparasi setelah di dapatkan daftar pekerjaan reparasi maka dapat ditentukan *schedule* penyelesaian reparasi dengan tepat dan efisien. Selain itu jika pada *progress* penyelesaiannya terdapat pengembangan dari pekerjaan reparasi sebelumnya yang terutama pada pekerjaan kritis, maka sistem dapat secara awal memberikan masukan melalui nilai-nilai atau angka akan adanya keterlambatan atau perpanjangan waktu, sehingga dari masukan sistem tersebut dapat diantisipasi dengan sistem pengendalian yang lebih baik pada penjadwalan atau penanganan *progress* yang lebih efisien.

5.5. Potensi Penelitian Lanjutan

Berdasarkan konsep dalam metode *fuzzy* yang menjabarkan permasalahan samar-samar, ambigu dan ketidaktepatan, maka sejalan dengan pemasalahan dalam penjadwalan pada pekerjaan reparasi, konsep metode *fuzzy* dipilih. Dalam hal ini adalah metode *fuzzy FLASH* dalam penyederhanaan perhitungan pada penjadwalan pekerjaan reparasi kapal, dimana pernhitungan ditentukan dari durasi *crisp* untuk mendapatkan variabel waktu dan tingkat kepercayaan *(possibility)*

dalam penyelesaian pekerjaan reparasi sesuai *schedule* yang direalisasikan galangan kapal.

Hasil perhitungan dalam penelitian ini hanya mendapatkan durasi waktu penyelesaian pada masing-masing pekerjaan reparasi dan merealisasikannya berdasarkan volume atau beban kerja, sehingga dapat diketahui pekerjaan dengan kemungkinan terjadi *critical path* yang mempengaruhi penyelesaian pekerjaan lainnya, serta pekerjaan dengan waktu *slack* yang berarti *non critical* dimana pada penyelesaiannya jika diperlambat tidak mempengaruhi penyelesaian pekerjaan lainnya. Untuk menentukan urutan penyelesaian pekerjaan reparasi maka disusun dalam urutan *bar-chart*, sehingga dapat diketahui waktu penyelesaian secara keseluruhan. Dalam hal ini secara teoritis metode *fuzzy* dalam kaitannya pada penjadwalan telah dapat dijadikan perhitungan alternatif dalam penjadwalan pekerjaan *docking* kapal.

Dengan demikian pada penelitian ini dapat dilakukan kembali dengan obyek penelitian yang berbeda kasusnya diseputar galangan kapal, dan hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi dan referensi pada pengambilan data dilapangan, khususnya pada sampling kuisioner untuk mengetahui beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penyelesaian pekerjaan di galangan kapal terutama pada *project repair* maupun *shipbuilding*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan, analisis dan perhitungan melalui metode *FLASH Fuzzy Logic Aplication for Scheduling* pada pekerjaan reparasi kapal ferry ro-ro dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor operasi kapal yang ketat serta waktu *docking* yang singkat adalah faktor yang turut berpengaruh dalam penyelesaian reparasi bagi galangan kapal. Beberapa penyelesaian pekerjaan reparasi yang sering terjadi perpanjangan waktu diantaranya pekerjaan *replatting* dibawah mesin induk, pekerjaan sekat pada tangki-tangki, pekerjaan sistem propulsi, serta *over houl* mesin induk. Dalam pelaksanaannya waktu penyelesaian telah ditetapkan pada *schedule* rencana kerja galangan kapal, namun terdapat ketidaksesuaian rencana saat pelaksanaan. Hal ini disebabkan waktu yang direalisasikan dalam penjadwalan pada beberapa pekerjaan reparasi lebih singkat atau lebih lama sehingga terjadi *critical path*, yakni jika salah satu pekerjaan terjadi perpanjangan waktu dalam penyelesaian maka pekerjaan yang lain juga terjadi perpanjangan waktu dalam penyelesaian. Diantara solusi awal jika terjadi hal demikian adalah :
   a. Dilakukan penambahan grup kerja pada pekerjaan reparasi yang kemungkinan dapat menghambat penyelesaian pekerjaan reparasi yang lainnya, penambahan grup kerja ini dimaksudkan untuk membagi beban kerja dari grup inti sehingga terfokus pada masing-masing tugasnya.
   b. Merealisasikan diawal dengan waktu penyelesaian yang singkat pada pekerjaan reparasi yang tidak bersinggungan dengan pekerjaan lainnya, semisal pelaksanaan pekerjaan diawal kapal *docking* dengan pekerjaan *cleaning* tangki-tangki, serta *free* gas, pelepasan as-*propeller*, *propeller* dan kemudi, reparasi keran air laut serta perpipaan, pekerjaan lepas turunkan rantai jangkar, serta survey-survey *docking* yang belum

terselesaikan. Sehingga dalam penyelesaian reparasi pada pekerjaan reparasi dibawah garis air dengan risiko *critical path* dapat dikurangi dan penyelesaian serta waktu kapal turun *dock* dapat tepat waktu.

c. Pada pekerjaan reparasi mesin induk atau mesin bantu dilaksanakan setelah pekerjaan *sandblasting* dan replatting pada area kamar mesin, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya ketidakteraturan pada proses bongkar pasang *part* mesin karena bersinggungan dengan pekerjaan *replatting* dan dampak partikel yang disebabkan proses *blasting*. Dengan demikian jika pekerjaan inti telah dilaksanakan diawal maka pada pekerjaan reparasi mesin dapat diselesaikan tanpa hambatan.

2. Dengan mempertimbangkan faktor kondisi *existing* galangan kapal serta pengalaman dalam penanganan pekerjaan reparasi sebelumnya pada kondisi kapal yang berbeda, maka untuk mengoptimalkan pekerjaan reparasi kapal dengan waktu penyelesaian yang singkat, dapat menggunakan pendekatan diantaranya :

   a. Pendekatan dari data *historical repair* dari kapal sejenis yang diasumsikan bahwa rekomendasi reparasi dari hasil survey klasifikasi tidak jauh berbeda pada periode *docking* kapal sebelumnya. Selanjutnya pada rencana kerja dalam penjadwalannya dapat ditentukan prakiraan reparasi yang akan dilaksanakan dengan pertimbangan waktu masing-masing penyelesaiannya dalam waktu penyelesaian yang memungkinkan yakni *best* (penyelesaian paling cepat), *most* (penyelesaian waktu normal) dan *worst* (penyelesaian dengan waktu terlama).

   b. Membagi dua urutan kerja dalam penjadwalan pada pekerjaan dengan risiko *critical path* dan pekerjaan non *critical path* dengan waktu *slack* yang panjang. Dengan demikian pekerjaan yang memiliki resiko *critical path* dapat terselesaikan dengan cepat, karena terdapat alokasi waktu slack dari pekerjaan non *critical*.

3. Dalam upaya percepatan dalam penjadwalan beberapa hal yang perlu diperhatikan galangan kapal dalam pelaksanaan reparasi, diantaranya :
   a. Mempersiapkan peralatan galangan kapal sesuai dengan kapasitas yang ada dengan mengoptimalkan metode kerja. Dengan demikian dapat memangkas waktu satu jam orang dalam penyelesaian pekerjaan reparasi.
   b. Menentukan interval waktu yang memungkinkan sesuai volume beban kerja pada penyelesaian masing-masing pekerjaan reparasi dengan pertimbangan tiga kondisi waktu penyelesaian paling cepat *(best)*, penyelesaian normal *(most)* dan penyelesaian paling lama *(worst)*. Dengan demikian jika terjadi penambahan reparasi pada *progress* yang sedang berjalan, maka dapat diantisipasi penyelesaiannya tanpa terjadi penambahan waktu.
   c. Berdasarkan kondisi *existing* galangan kapal, hal yang paling mungkin untuk percepatan penyelesaian pekerjaan reparasi adalah dengan menambah jumlah pekerja *helper* yang dibagi beberapa grup kerja khususnya tenaga subkontraktor. Dengan dibagi menjadi beberapa grup, maka pekerja inti yang menangani reparasi lebih fokus dalam penyelesaian serta menjaga kualitas hasil reparasi yang dilakukan.
   d. Berdasarkan hasil penjadwalan dari metode *FLASH* didapatkan hasil dari kondisi *existing* dan tingkat kepercayaan *(possibility)* pemilik kapal terhadap penyelesaian pekerjaan reparasi, dengan nilai kriteria sebesar 0,90 atau 90 persen. Nilai kriteria ini didapatkan dari hasil kuisioner yang dikumpulkan dari 8 responden yang berkompeten dalam penilaian penyelesaian pekerjaan reparasi kapal. Sedangkan pada kriteria *grade membership* dari faktor hambatan yang mempengaruhi penjadwalan pekerjaan reparasi kapal, didapatkan kesesuaian dari faktor yang mempengaruhi sebesar 0,39 atau 39 persen berdasarkan derajat keanggotaan *membership function* yang bernilai 0 hingga 1.
   e. Dengan perhitungan *fuzzy FLASH* dan pembagian penyelesaian pekerjaan reparasi, maka jika direalisasikan oleh pihak galangan kapal dapat diprediksi mulai dari kapal naik *dock* hingga kapal turun *dock*, total durasi

yang direalisasikan dalam penyelesaian pekerjaan memerlukan waktu 20 hari dengan waktu kerja 8 jam per-hari, dan 5 sampai 7 hari untuk realisasi pekerjaan lanjutan non *critical path* diarea *floating* galangan kapal.

6.2. Saran

Beberapa hal yang perlu disarankan dalam penerapannya di galangan kapal, sehubungan hasil yang diperoleh dari kajian penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengoptimalkan percepatan pekerjaan *docking* maka pihak galangan kapal harus didukung melalui sistem manajemen perencanaan dalam penjadwalannya, serta informasi data-data terkait dari *docking days* sebelumnya. Sehingga dapat memperkirakan rencana penjadwalan yang berkaitan dengan pelaksanaan reparasi, alokasi pekerja, perencanaan kebutuhan material dan bahan serta kapasitas peralatan dan metode yang mampu ditangani oleh galangan kapal.
2. Untuk mengetahui lebih rinci mengenai beberapa hal pokok dalam perencanaan penjadwalan pekerjaan reparasi pada tiap order *docking* kapal, maka perlu disusun skema reparasi dari beberapa jenis kapal menurut survey yang dilaksanakan oleh biro klasifikasi kapal.
3. Dalam penerapan penjadwalan pekerjaan reparasi yang lebih efisien, perlu juga di dukung pengembangan personil galangan kapal serta memperbarui fasilitas dan peralatan reparasi di galangan kapal. Hal ini adalah salah satu faktor dalam percepatan pekerjaan reparasi tanpa harus mensubkontraktorkan pada penyelesaian pekerjaan reparasi permesinan maupun peralatan kapal.
4. Bagi pihak pemilik kapal dengan acuan data *historical repair* dan hasil penentuan waktu *docking*, dapat dilakukan perencanaan awal mengenai penjadwalan dan perencanaan kebutuhan kapal waktu *docking* kapal diperiode selanjutnya. Hal ini didasarkan pada data periode survey sebelumnya serta prakiraan jatuh tempo survey *docking* tersebut yang disesuaikan dengan jadwal operasi sebelum kapal masuk *dock*. Sehingga dengan sinkronisasi penjadwalan maka galangan kapal dapat merealisasikan

docking repair sesuai *schedule* operasi kapal. Dengan demikian maka jadwal operasi kapal selanjutnya dapat berjalan tepat waktu.

6.2.1. Keterbatasan dalam penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka ada keterbatasan yang perlu dikemukakan dari penelitian ini antara lain :

1. Keterbatasan dalam penelitian ini adalah hanya satu obyek pengamatan yang diambil yaitu satu galangan kapal dan satu obyek kapal yang melakukan *docking repair*, serta data *docking days* dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2017. Sehingga acuan penelitian didasarkan pada gt kapal yang paling besar dan waktu *docking days* yang paling lama untuk digunakan dalam perhitungan penjadwalan *fuzzy FLASH*.
2. Dalam penerapan metode *FLASH* pada penelitian ini tidak mengulas aspek pembiayaan yang timbul dalam percepatan pekerjaan reparasi, baik dari sudut pandang pemilik kapal maupun susdut pandang galangan kapal sebagai pihak yang merealisasikan penjadwalan pekerjaan reparasi.

6.2.2. Saran yang diajukan dalam penelitian selanjutnya

Hasil dari penelitian ini secara teoritis dalam keterkaitannya pada penjadwalan/*scheduling* dapat dijadikan dasar pada penelitian selanjutnya, diantaranya :

1. Aspek penjadwalan pekerjaan reparasi dari beberapa galangan kapal dan obyek kapal yang berbeda. Maka pengembangan dari penelitian ini adalah perlunya menggunakan cakupan sampling yang lebih luas pada galangan reparasi kapal yang berbeda, serta obyek penelitian mencakup beberapa jenis kapal, dengan demikian dapat dimodelkan dalam perencanaan penjadwalan dan prediksi biaya antara galangan kapal satu dengan galangan kapal yang lain melalui permodelan metode *fuzzy*.
2. Berdasarkan hasil penjadwalan dari metode *fuzzy FLASH* dalam penelitian ini, maka penerapan metode *fuzzy* ini dapat dikembangkan lebih luas lagi terutama yang berkaitan dengan manajemen kerja reparasi kapal seperti, *rebuild*, konversi, dan modifikasi kapal.

3. Dalam aspek pembangunan kapal baru/*shipbuilding* juga dapat dikembangkan melalui metode *fuzzy scheduling* dengan permodelan pada skema penjadwalan yang efisien, sehingga waktu penyelesaian dapat direalisasikan dalam waktu yang singkat.

DAFTAR PUSTAKA

Alwi, R.M & Hasan, H, (2009), "Manajemen Perawatan Sistem Permesinan Kapal dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance", *Jurnal Penelitian Enjiniring* Vol.12, No.2, Hal. 185-192.

Anam, C & Basuki, M, (2017), "Indentifikasi Dan Penilaian Risiko Pekerjaan Reparasi Kapal Pada Perusahaan Galangan Kapal di PT. Indonesia Marina Shipyard", *Seminar Nasional Kelautan XII*, Universitas Hang-Tuah, Surabaya hal. C49-C58.

Biro Klasifikasi Indonesia, (2005), *Petunjuk dan Prosedur Survey : Pemilik Kapal, Operator, Galangan Kapal dan Pabrik Material / Komponen*, PT. BKI, Jakarta.

Biro Klasifikasi Indonesia. (2012), *Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Baja Samudera : Peraturan Klasifikasi dan Survey*, Vol. 1. 44-56, PT. BKI, Jakarta.

Blischke, R.W., Murthy, P.N.D, (2003), *Case Studies in Reliability and Maintenance*. Hoboken, New Jersey.

Barraza, G.A., Back, WE., Mata, F, (2000), "Probalistic monitoring of project performance using S-curves". *Journal of Construction Engineering and Management* 126 (2), 142-148.

Chanas, S., Kamburowski, J, (1981), *"The use of fuzzy variables in PERT".* Fuzzy Sets and System 5 (1), 11–19.

Dhillon, B.S. (2002), *Engineering Maintenance. A Modern Approach*, CRC Press. Washington,D.C, 13-88.

Herroelen, M., Leus, R., (2005), "Project schedulling under uncertainty : survey and research potential". *European Journal of Operational Research* 165 (2), 289-306.

Hamzah, M; El Unas, S. Widiarsa, (2011), "Penjadwalan proyek konstruksi dengan metode FLASH *(Fuzzy logic Application for Shcedulling)*". Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Internet News, (2017), *Latar belakang, Bab (1): Rute Jalur Penyeberangan Ferry*, Entry Data, www.Indonesiaferry.co.id

Ma'ruf, B. (2006). "Analisis Bidang Usaha Reparasi Kapal untuk Mengoptimalkan Pendapatan Industri Galangan Kapal, Studi Kasus: PT Dok dan Perkapalan Surabaya". *Jurnal Penelitian Enjiniring*, Universitas Hasanudin.

Ma'ruf, B. (2010). "Analisis Daya Saing Industri Galangan Kapal Nasional Dengan Menggunakan Model Yardstrat". *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI*, Program Studi MMT-ITS.

Ma'ruf, B. (2014). "Inovasi Teknologi untuk Mendukung Program Tol Laut dan Daya Saing Industri Kapal Nasional", *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan II*, 1-19.

Maravas, A., Pantouvakis, J-P, (2011), "Project cash flow analysis in the presence of uncertainty in activity duration and cost". *International Journal of Project Management.* 30 (2012), Athens, 374-384.

Ross, Thimothy J, (1983), *Fuzzy Logic With engineering Applications.* New York. Mc Graw-Hill, 13-20.

Sugiyono, (2007), *Statistika untuk Penelitian*,cetakan-12, Alfa beta., Bandung.

Wibowo, A. (2001), "Alternatif Metoda Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Teori Set Samar". *Dimensi Teknik Sipil* Vol. 3 No. 1, Maret 2001 : 1-8.

Wardani, A.Y. (2015), *Perencanaan Vessel Collision Avoidance System (VCAS) Dengan Data AIS Berbasis Kontrol Logika Fuzzy*, Thesis Magister., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Zadeh, L. A; 1965. *"Fuzzy Sets"*, Information Control, 3(8), 338-353.

Zammori, F.A., Braglia, M, Frosolini, M, (2009), "A fuzzy multi-criteria approach for critical path definition". *International Journal of Project Management* 27 (3), 78-291.

LEMBAR LAMPIRAN

Lampiran-1A. Tabel 1. Data *docking days* dari bulan januari 2015 sampai dengan desember 2015

***PT. BEN SANTOSA* . cabang madura**

GALANGAN KAPAL & GRAVING DOCK

No.	Nama kapal	*Gross Tonage* (GT)	Type	Konstruksi	Periode *Docking*	Naik *Dock*	Turun *Dock*	Total *Docking* & *Floating*
1	KM. Sarana Utama-01	1480	General Cargo	Baja	Special Docking	12/01/2015	28/02/2015	29 hari
2	TB. LGM-1600	203	Tug-Boat	Baja	Special Docking	15/01/2015	31/02/2015	28 hari
3	KMP. Yunicee	730	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	03/02/2015	23/02/2015	30 hari
4	TK. Coastway-201	1540	Oil Barge	Baja	Special Docking	25/02/2015	13/03/2015	18 hari
5	TB. Biak-XI	217	Tug-Boat	Baja	Annual Docking	15/02/2015	30/03/2015	16 hari
6	TB. Harmony-V	187	Tug-Boat	Baja	Special Docking	18/02/2015	03/04/2015	17 hari
7	TK. Kapuas-18	1827	Barge	Baja	Annual Docking	05/04/2015	19/04/2015	15 hari
8	KM. Dewi Samudera-XV	1140	General Cargo	Baja	Special Docking	08/04/2015	23/04/2015	27 hari
9	KMP. Tongkol	728	Ferry Ro-Ro	Baja	Annual Docking	21/04/2015	10/05/2015	20 hari
10	MT. Berkah Selatan	685	Tanker	Baja	Annual Docking	25/04/2015	12/05/2015	17 hari
11	KMP. Dingkis	404	Ferry Ro-Ro	Baja	Annual Docking	14/05/2015	31/05/2015	26 hari
12	KM. Altamanda	976	General Cargo	Baja	Annual Docking	18/05/2015	02/06/2015	17 hari
13	KM. Surya Papua	767	General Cargo	Baja	Annual Docking	05/06/2015	19/06/2015	15 hari
14	MT. Jaya Bahari	575	Tanker	Baja	Special Docking	08/06/2015	26/06/2015	23 hari
15	KMP. Wihan Bahari	722	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	22/06/2015	10/07/2015	27 hari
16	KM. Permata Putri-1	1455	General Cargo	Baja	Annual Docking	14/07/2015	30/07/2015	19 hari
17	KMP. Jatra-III	878	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	05/08/2015	22/08/2015	31 hari
18	KM. Trihandal-23	786	General Cargo	Baja	Special Docking	25/08/2015	10/09/2015	24 hari
19	SPOB. Petro Ocean-VII	897	SPOB	Baja	Annual Docking	13/09/2015	28/09/2015	20 hari
20	KM. Tanimbar Bahari	823	General Cargo	Baja	Special Docking	07/10/2015	24/10/2015	23 hari
21	KM. Kalimas Utama	725	General Cargo	Baja	Special Docking	28/10/2015	17/11/2015	27 hari
22	KMP-Trima Jaya-09	528	Ferry Ro-Ro	Baja	Annual Docking	02/12/2015	18/12/2015	17 hari
23	KM. Armada Setia	627	General Cargo	Baja	Annual Docking	11/12/2015	28/12/2015	18 hari

Sumber : Data rincian *docking days* 2015 Ben Dockyard. kamal-Madura

Lampiran-1B. Tabel 2. Data *docking days* dari bulan januari 2016 sampai dengan desember 2016

***PT. BEN SANTOSA* . cabang madura**

GALANGAN KAPAL & GRAVING DOCK

No.	Nama Kapal	*Gross Tonage* (GT)	Type	Konstruksi	Periode *Docking*	Naik *Dock*	Turun *Dock*	Total *Docking* & *Floating*
1	KM. Martapura	835	General Cargo	Baja	Annual Docking	15/01/2016	31/01/2016	25 hari
2	KM. Dewi Samudera-XIII	1123	General Cargo	Baja	Special Docking	21/01/2016	17/02/2016	32 hari
3	TK. Azamara-V	2430	Barge	Baja	Annual Docking	20/02/2016	07/03/2016	15 hari
4	TB. SSI-1600	187	Tug Boat	Baja	Annual Docking	19/03/2016	06/04/2016	24 hari
5	MT. Josephine-1	835	Tanker	Baja	Special Docking	21/03/2016	10/04/2016	35 hari
6	TB. Virgo Samudera-1720	216	Tug Boat	Baja	Special Docking	29/03/2016	17/04/2016	28 hari
7	KM. Sarana Sukses	1378	General Cargo	Baja	Special Docking	04/05/2016	20/06/2016	22 hari
8	KM. Tanjung Permai	963	General Cargo	Baja	Special Docking	10/05/2016	29/05/2016	30 hari
9	KM. Pulau Manis	1235	General Cargo	Baja	Annual Docking	05/06/2016	20/06/2016	18 hari
10	KMP. Gajah Mada	563	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	15/06/2016	07/07/2016	30 hari
11	SPOB WAG-01	783	SPOB	Baja	Annual Docking	25/06/2016	12/07/2016	24 hari
12	KMP. Prathista	1245	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	04/07/2016	24/07/2016	30 hari
13	MT. Bagus Selatan	737	Tanker	Baja	Special Docking	18/07/2016	09/08/2016	29 hari
14	KM. Asia Persada	1523	General Cargo	Baja	Special Docking	13/08/2016	29/08/2016	21 hari
15	TK. Hubmar-III	725	Oil Barge	Baja	Annual Docking	04/09/2016	19/09/2016	16 hari
16	KMP. Trisila Bhakti-II	1156	Ferry Ro-Ro	Baja	Annual Docking	14/09/2016	30/09/2016	25 hari
17	TK. Indomarine	1684	Oil Barge	Baja	Annual Docking	05/10/2016	22/10/2016	18 hari
18	TB. Sepati	202	Tug Boat	Baja	Annual Docking	25/10/2016	12/11/2016	21 hari
19	KMP. Cakalang	1483	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	11/11/2016	07/11/2016	37 hari
20	TB. Rahmawati	78	Tug Boat	Baja	Annual Docking	17/11/2016	01/12/2016	15 hari

Sumber : Data rincian *docking days* 2016 Ben Dockyard. kamal-Madura

Lampiran-1C. Tabel 3. Data *docking days* dari bulan januari 2017 sampai dengan desember 2017

***PT. BEN SANTOSA* . cabang madura**
GALANGAN KAPAL & GRAVING DOCK

No.	Nama Kapal	*Gross Tonage* (GT)	Type	Konstruksi	Periode *Docking*	Naik *Dock*	Turun *Dock*	Total *Docking* & *Floating*
1	KM. Danawira	656	General Cargo	Baja	Special Docking	16/01/2017	02/02/2017	25 hari
2	KM. Nunukan Permai	1027	General Cargo	Baja	Annual Docking	20/01/2017	07/02/2017	20 hari
3	MT. Petro Ocean-XXI	729	Tanker	Baja	Special Docking	04/02/2017	20/02/2017	20 hari
4	MT. Jamrud Selatan	701	Tanker	Baja	Special Docking	10/02/2017	28/02/2017	22 hari
5	KMP. Sindu Tritama	538	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	03/03/2017	21/03/2017	23 hari
6	KMP. Gerbang Samudera-II	1247	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	24/03/2017	11/04/2017	32 hari
7	KM. Bunga Melati-IX	880	Ferry Ro-Ro	Baja	Annual Docking	15/04/2017	30/04/2017	16 hari
8	KM. Artomoro-II	637	General Cargo	Baja	Special Docking	02/05/2017	17/05/2017	20 hari
9	TK. CBS-005	1360	Barge	Baja	Annual Docking	05/05/2017	19/05/2017	15 hari
10	SPOB. Persada-XXVII	2389	SPOB	Baja	Annual Docking	21/05/2017	04/06/2017	15 hari
11	KMP. Mutiara Alas-III	735	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	05/06/2017	21/06/2017	27 hari
12	KM. Sinar Fajar-7	1058	General Cargo	Baja	Special Docking	23/06/2017	08/07/2017	20 hari
13	KM. Cahaya Lestari	1451	General Cargo	Baja	Annual Docking	10/07/2017	24/07/2017	16 hari
14	TB. Tirta Samudera	182	Tug Boat	Baja	Annual Docking	15/07/2017	29/07/2017	21 hari
15	SPOB. Tirta Samudera-9	1934	SPOB	Baja	Special Docking	27/07/2017	15/08/2017	26 hari
16	KMP. Mutis	621	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	18/08/2017	05/09/2017	27 hari
17	KMP. PBK Muryati	645	Ferry Ro-Ro	Baja	Special Docking	08/09/2017	24/09/2017	26 hari
18	MT. Dewi Sri	2755	Tanker	Baja	Annual Docking	26/09/2017	11/10/2017	17 hari
19	KM. Uranus-7	1058	General Cargo	Baja	Annual Docking	13/10/2017	28/10/2017	18 hari
20	MT. Sumber Rejeki-68	1122	Tanker	Baja	Annual Docking	29/10/2017	12/11/2017	17 hari
21	MT. Andriana-XX	1394	Tanker	Baja	Annual Docking	14/11/2017	28/11/2017	20 hari
22	KM. Sarana Bahari	877	General Cargo	Baja	Annual Docking	29/11/2017	13/12/2017	17 hari
23	KM. Jayanata-III	762	General Cargo	Baja	Annual Docking	03/12/2017	17/12/2017	18 hari
24	TK. Sindo Megah-XXV	1864	Oil Barge	Baja	Annual Docking	15/12/2017	29/12/2017	16 hari

Sumber : Data rincian *docking days* 2017 Ben Dockyard. kamal-Madura

Lampiran 1D.

Tabel dari gambar grafik 2.3

Tahun	Jumlah keseluruhan kapal (unit)	Rata-rata docking days (hari)
2015	23	22
2016	20	25
2017	24	22

Tabel dari gambar grafik 2.4

Type Kapal	Jumlah Pengedokan Kapal dan Rata-Rata Docking Days Dalam 3 Tahun Terakhir			Rata-rata Docking Days (hari)
	Jumlah Docking tahun 2015 (unit)	Jumlah Docking Tahun 2016 (unit)	Jumlah Docking tahun 2017 (unit)	
General Cargo	9	6	9	19
Tanker	2	2	5	24
SPOB	1	1	2	21
Tug-Boat	3	4	1	21
Barge	1	1	1	16
Oil Barge	1	2	1	17
Ferry Ro-Ro	6	4	5	28

Lampiran 1E.

Tabel dari gambar grafik 2.5

Realisasi Total Docking Days Kapal Ferry Ro-Ro Tahun 2015	
Ship Name & Gross Tonage (GT)	**Total Realisasi Docking Days (hari)**
KMP. Trima Jaya-09. 528 GT	17
KMP. Jatra-III. 878 GT	19
KMP. Tongkol. 728 GT	20
KMP. Dingkis. 404 GT	26
KMP. Wihan Bahari. 722 GT	27
KMP. Yunicee. 730 GT	30

Tabel dari gambar grafik 2.6

Realisasi Total Docking Days Kapal Ferry Ro-Ro Tahun 2016	
Ship Name / Gross Tonage (GT)	**Total Realisasi Docking Days (hari)**
KMP. Trisila Bhakti-II. / 1156 GT	25
KMP. Gajah Mada. / 563 GT	30
KMP. Prathista. / 1245 GT	30
KMP. Cakalang. / 1483 GT	37

Tabel dari gambar grafik 2.7

Realisasi Total Docking Days Kapal Ferry Ro-Ro Tahun 2017	
Ship Name & Gross Tonage (GT)	**Total Realisasi Docking Days**
KMP. Sindu Tritama. / 538 GT	23
KMP. PBK Muryati. / 645 GT	26
KMP. Mutis. / 621 GT	27
KMP. Mutiara Alas-III. / 735 GT	27
KMP. Gerbang Samudera-II. / 1247 GT	32

LAMPIRAN 2A.

PT. BEN SANTOSA. cabang madura

GALANGAN KAPAL & GRAVING DOCK

***Schedulle* kerja (Teknik dan Umum) galangan kapal tahun 2016**

Data tabel rencana awal pelaksanaan *docking repair* KMP CAKALANG 1483 GT (Periode *docking* Pembaharuan Kelas / *Special Survey)*

NO	ITEM PEKERJAAN *DOCKING* SERTA REKOMENDASI *CLASS SURVEY*	DURASI JO. (jam)	PEKERJAAN MULAI	PEKERJAAN SELESAI	PELAKSANAAN PER-HARI PEKERJAAN *DOCKING*								Total (jam) Aktifitas Docking
					BULAN-11				BULAN-12				
					Nop-16				Des-16				
					Minggu				Minggu				
					1	2	3	4	1	2	3	4	
	Kapal Naik *Dock* : 11 Nopember 2016 *sesuai pasang air laut												
	Kapal Turun *Dock* : 13 Desember 2016 *sesuai pasang air laut												
1	***General Service***												
	1. Pelayanan jasa pandu waktu kapal tiba / berangkat dan dari / ke area *dock*	**2**	08/11/2016	08/11/2016									**6**
	2. Selama kapal diatas dan sesudah turun *dock* , sebelum generator berfungsi												
	- Dilakukan penyambungan dan lepas listrik dari darat	**24**	11/11/2016	11/12/2016									**72**
	3. Disediakan tempat sampah dan pembuangan secara teratur selama kapal *docking*	**24**	11/11/2016	11/12/2016									**72**
	4. Disediakan tenaga PMK dan keamanan selama kapal *docking repair*	**24**	11/11/2016	11/12/2016									**72**
	5. Diberikan pelayanan dan stock air tawar selama berada di area *dock*	**24**	11/11/2016	11/12/2016									**96**
	6. Diberikan fasilitas MCK untuk ABK selama kapal *docking* dan *floating repair* diarea *dock*	**24**	11/11/2016	11/12/2016									**72**
2	***Docking & Undocking***												
	1. Diberikan asisten *line handling* waktu kapal naik turun dock	**3**	11/11/2016	14/12/2016									**6**
	2. Line handling selama kapal melaksanakan *docking* dan *floating*	**1**	11/11/2016	21/12/2016									**12**
3	**Perawatan Lambung Kapal Bawah Garis Air (BGA)**												
	1. Lambung kapal dari lunas sampai												
	- Disekrap dari renik laut	**2**	12/11/2016	12/11/2016									**2**
	- Dicuci dengan air tawar	**1**	12/11/2016	12/11/2016									**1**
	- Di *Sandblasting* SA 2.0 - 2.5 (BGA), dan di *Sweep Spot blasting* (AGA)	**8**	12/11/2016	13/11/2016									**16**
	2. Dilakukan pengukuran ketebalan plat sbb: (sesuai petunjuk survey)												
	- Plat Bottom dan plat lambung	**2**	12/11/2016	12/11/2016									**2**
	- Plat cardeck	**1**	13/11/2016	13/11/2016									**1**
	3. Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas main deck												
	3.1 Bottom + Botop (BGA Area)												
	- 1 x primer (red - 175 micron)	**3**	13/11/2016	13/11/2016									**3**
	- 1 x *anti corosive* AC (*light grey* - 75 micron)	**3**	14/11/2016	14/11/2016									**3**
	- 1 x *anti fouling* AF (red - 150 micron)	**2**	15/11/2016	15/11/2016									**2**
	3.2 Top Side (AGA Area)												
	- 1 x primer (red - 150 micron)	**3**	13/11/2016	13/11/2016									**3**
	- 1 x *anti corosive* AC (light grey - 75 micron)	**3**	14/11/2016	14/11/2016									**3**
	- 1 x *finished coat* (blue - 75 micron)	**3**	16/11/2016	16/11/2016									**3**
	4. Nama kapal, *draf mark* , serta *plimsol mark* dicat sesuai aslinya	**2**	16/11/2016	16/11/2016									**2**
	5. Dilakukan penggantian baru alumunium anoda *(zinc anode)* sesuai jumlah dan posisi penggantian	**2**	08/12/2016	08/12/2016									**2**
4	***Top Deck***												
	- Pembuatan tangki penampungan air tawar uk :P;2, L: 1,5 mtr, T;1 mtr, t ;4 mm	**4**	15/11/2016	15/11/2016									**4**

5	***Deck Navigation (interior)***												
	1. Pembuatan pintu sorong	**5**	17/11/2016	17/11/2016									**5**
	2. Ganti baru railing yang keropos Uk. 1 1/2"	**6**	15/11/2016	15/11/2016									**6**
	3. Ganti baru frame jendela yang rusak	**3**	17/11/2016	17/11/2016									**3**
	4. Ganti baru langit-langit yang rusak	**2**	17/11/2016	17/11/2016									**2**
	5. Ganti baru kusen pintu yang rusak	**2**	17/11/2016	17/11/2016									**2**
6	**Area *Deck* Kendaraan *(cardeck)* dan *Second deck***												
	1. Buat baru penahan tali buritan *(fairlead)*	**5**	15/11/2016	15/11/2016									**5**
	2. Ganti baru tangga railling 1.5"	**3**	15/11/2016	15/11/2016									**3**
	3. Ganti baru anak tangga yang keropos	**5**	15/11/2016	16/11/2016									**5**
	4. Ganti baru pipa hidraulik kemudi 1"inch	**2**	16/11/2016	16/11/2016									**2**
	5. Ganti baru pipa pembuangan Uk. 3"1/4 inch	**6**	16/11/2016	16/11/2016									**6**
	6. Ganti baru pipa pembuangan Uk. 2"1/2 inch	**4**	16/11/2016	16/11/2016									**4**
	7. Pasang dan ganti baru *roll block ramdoor* samping	**3**	18/11/2016	18/11/2016									**3**
	8. Ganti bari motor penggerak dewi-dewi sekoci *(second deck)*	**2**	18/11/2016	18/11/2016									**2**
	9. Pasang baru motor penggerak dewi-dewi sekoci *(second deck)*	**6**	18/11/2016	18/11/2016									**6**
	10. Ganti baru *man hole* di atas kwandran kemudi kiri	**6**	16/11/2016	16/11/2016									**6**
7	**Replatting dan Kontruksi**												
	1. Penggantian baru pisang-pisang (feeder) "8 Sch 40. 12 meter	**8**	12/11/2016	17/11/2016									**48**
	2. *Replatting* pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 80mm	**8**	12/11/2016	20/11/2016									**64**
8	***TAIL SHAFT, PROPELLER***												
	1. *Tail Shaft (As/poros propeller)*												
	1.1 Clearence As propeller kanan / kiri dicabut	**10**	12/11/2016	12/11/2016									**10**
	1.2 As propeller kanan - kiri dicabut (dibongkar pasang kembali)	**8**	12/11/2016	28/11/2016									**136**
	1.3 As propeller di periksa keseluruhannya di atas mesin bubut	**8**	12/11/2016	28/11/2016									**128**
	- Asistensi Buka - pasang skerm as propeller kanan - kiri	**2**	12/11/2016	28/11/2016									**136**
	2. *Propeller*												
	2.1 *Propeller* kanan - kiri dicabut (bongkar pasang kembali)	**8**	12/11/2016	28/11/2016									**136**
	2.2 *Propeller* kanan - kiri dibersihkan, dibalancing dan di *polish*	**8**	12/11/2016	28/11/2016									**136**
9	***Rudder* (kemudi)**												
	1. *Clearence* As kemudi kanan - kiri dicabut	**2**	12/11/2016	12/11/2016									**2**
	2. Daun kemudi kanan - kiri dicabut	**6**	12/11/2016	28/11/2016									**102**
	3. As kemudi kanan - kiri dicabut	**6**	12/11/2016	28/11/2016									**102**
	4. As kemudi kanan - kiri dicek keseluruhannya diatas mesin bubut	**3**	13/11/2016	28/11/2016									**45**
	5. Daun kemudi kanan - kiri dibersihkan dari renik, di sandblast dan dicat 2 layer	**3**	13/11/2016	14/11/2016									**9**
9	**PIPA - PIPA**												
	1 Penggantian pipa sirkulasi pendinginan air laut mesin induk	**6**	14/11/2016	14/11/2016									**6**
	2. Penggantian pipa air got dibawah mesin induk / uk Pipa "3 inchi	**6**	14/11/2016	15/11/2016									**12**
	3. Penggantian pipa cuci jangkar haluan kanan - kiri / uk / 1 3/4 inchi	**3**	16/11/2016	16/11/2016									**3**
	4. Penggantian pipa hidraulik ramdoor haluan kanan 1 3/4 inchi	**3**	16/11/2016	16/11/2016									**3**
	5. Penggantian Pipa hisap void haluan "2,5 inchi	**5**	17/11/2016	17/11/2016									**5**

10	**Pemesinan (masing-masing 2 unit : Generator, motor pompa, mesin induk, mesin bantu, *gear-box*)**												
	1. Generator listrik 2 unit dibuka, dilakukan cleaner lalu di open, kemudian di *merger test*	**8**	15/11/2016	19/11/2016									**32**
	2. Dilakukan *merger test* motor pompa GS / bilga I dan II.	**2**	15/11/2016	15/11/2016									**2**
	3. Dilakukan *service gouvernoor* mesin induk kiri yang aus, serta penggantian suku cadang yang rusak	**8**	15/11/2016	24/11/2016									**72**
	4. Dilakukan *service* dan pengukuran *cylinder liner, crankshaft* , *Chamshaft* dan *gear-box* .	**8**	15/11/2016	06/12/2016									**280**
	- Report hasil pengukuran sesuai rekomendasi BKI serta												
	- Dilakukan *over houl* jika dibawah toleransi standar												
11	**Tangki - Tangki**												
	1. Dilakukan pembersihan tangki bunker minyak solar	**2**	12/11/2016	12/11/2016									**2**
	2. Tangki minyak solar bahan bakar harian dikuras dan dibersihkan	**2**	12/11/2016	12/11/2016									**2**
	3. Tangki *ballast* kiri dan kanan haluan di bersihkan dan di cat anti karat	**4**	12/11/2016	14/11/2016									**12**
	4. Tangki *ballast* kiri dan kanan buritan di bersihkan dan di cat anti karat	**4**	12/11/2016	14/11/2016									**12**
	5. Tangki air tawar kiri dan kanan dibersihkan dan dicat anti karat serta dilapisi semen	**4**	13/11/2016	15/11/2016									**8**
12	**RAMPDOOR HALUAN, BURITAN, dan SAMPING**												
	1. Di *sandblast* sisi luar	**2**	12/11/2016	12/11/2016									**2**
	2. Di cat anti *corosive* AC	**2**	13/11/2016	13/11/2016									**2**
	3. Dicat *epoxy (sealer)*	**2**	14/11/2016	14/11/2016									**2**
	4. Dicat hijau *(green finish epoxy)*	**1**	14/11/2016	14/11/2016									**1**
	5. Dicat *bitumastic* (jangkar, rantai jangkar)	**2**	12/11/2016	14/11/2016									**2**
	Total durasi (JO) efektif dalam penyelesaian	**379**											

* Durasi waktu relevan penyelesaian pekerjaan dari standar waktu (8 jam per-hari) dan jumlah total realisasi dalam penyelesaian per-minggu

* Penyelesaian *docking repair* di estimasikan pada rencana awal pelaksanaan. Jika terdapat tambahan pekerjaan reparasi atau pengembangan - untuk penyempurnaan perbaikan sesuai rekomendasi hasil survey kelas maka waktu penyelesaian tidak lebih dari rencana pelaksanaan

* Penyelesaian perbaikan tidak termasuk pada penyelesaian di luar dari order *repair list* .

Keterangan kode pelaksanaan :

- : Realisasi pekerjaan pelayanan umum galangan kapal sehubungan kapal *docking repair*
- : Realisasi pekerjaan *sandblasting* dan *painting*
- : Realisasi pelaksanaan pekerjaan reparasi konstruksi
- : Realisasi pelaksanaan pekerjaan reparasi sistem - propulsi dan olah gerak kapal
- : Realisasi pelaksanaan pekerjaan reparasi perpipaan
- : Realisasi pelaksanaan pekerjaan reparasi permesinan
- : Realisasi pekerjaan perawatan tangki-tangki / bungker.

Sumber : Realisasi pelaksanaan *docking* periode *(special survey)* Ferry Ro-Ro 1483 GT.

LAMPIRAN 2B.

PT. BEN SANTOSA. cabang madura

GALANGAN KAPAL & GRAVING DOCK

***Schedulle* kerja (Teknik dan Umum) Docking KMP GERBANG SAMUDERA-II 1247 GT tahun 2017**

Data tabel rencana awal pelaksanaan *docking* (Periode *docking* Pembaharuan Kelas / *Special Survey)*

NO	ITEM PEKERJAAN *DOCKING* SERTA REKOMENDASI *CLASS SURVEY*	DURASI JO. (jam)	PEKERJAAN MULAI	PEKERJAAN SELESAI	PELAKSANAAN PER-HARI PEKERJAAN *DOCKING*								Total (jam) Aktifitas Docking
					BULAN-03				BULAN-04				
					Mar-17				Apr-17				
					Minggu				Minggu				
					1	2	3	4	1	2	3	4	
	Kapal Naik *Dock* : 24 Maret 2017 *sesuai pasang air laut												
	Kapal Turun *Dock* : 21 April 2017 *sesuai pasang air laut												
1	***General Service***												
	1. Pelayanan jasa pandu waktu kapal tiba / berangkat dan dari / ke area *dock*	2	24/03/2017	08/14/2017									6
	2. Selama kapal diatas dan sesudah turun *dock* , sebelum generator berfungsi												
	- Dilakukan penyambungan dan lepas listrik dari darat (380 V/20 KVA/60 Hz. 3 phase)	24	24/03/2017	25/04/2017									72
	3. Disediakan tempat sampah dan pembuangan secara teratur selama kapal *docking*	24	24/03/2017	25/04/2017									72
	4. Disediakan tenaga PMK dan keamanan selama kapal *docking repair*	24	24/03/2017	11/04/2017									72
	5. Diberikan pelayanan dan stock air tawar selama berada di area *dock*	24	24/03/2017	24/04/2017									120
	6. Diberikan fasilitas MCK untuk ABK selama kapal *docking* dan *floating repair* diarea *dock*	24	24/03/2016	11/04/2017									64
	7. Penjagaan keamanan selama kapal sandar di lokasi dock	24	11/04/2017	25/04/2017									336
2	***Docking & Undocking***												
	1. Diberikan asisten *line handling* waktu kapal naik turun dock	3	24/03/2017	11/04/2017									6
	2. Line handling selama kapal melaksanakan *docking* dan *floating*	1	24/03/2017	10/04/2017									10
3	**Perawatan Lambung Kapal Bawah Garis Air (BGA)**												
	1. Lambung kapal dari lunas sampai												
	- Disekrap dari renik laut	2	24/03/2017	24/03/2017									2
	- Dicuci dengan air tawar	1	24/03/2017	24/03/2017									1
	- Di *Sandblasting* SA 2.0 - 2.5 (BGA), dan di *Sweep Spot blasting* (AGA)	8	25/03/2017	28/03/2017									16
	2. Dilakukan pengukuran ketebalan plat sbb: (sesuai petunjuk survey sejumlah 64 titik)												
	- Plat Bottom dan plat lambung	2	25/03/2017	25/03/2017									2
	- Plat cardeck	1	25/03/2017	25/03/2017									1
	3. Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas main deck												
	3.1 Bottom + Botop (BGA Area)												
	- 1 x primer (red - 175 micron)	3	25/03/2017	27/03/2017									3
	- 1 x *anti corosive* AC (*light grey* - 75 micron)	3	26/03/2017	26/03/2017									3
	- 1 x *anti fouling* AF (red - 150 micron)	2	27/03/2017	27/03/2017									2
	3.2 Top Side (AGA Area)												
	- 1 x primer (red - 150 micron)	3	26/03/2017	26/03/2017									3
	- 1 x *anti corosive* AC (light grey - 75 micron)	3	27/03/2017	27/03/2017									3
	- 1 x *finished coat* (blue - 75 micron)	3	28/03/2017	28/03/2017									3
	4. Nama kapal, *draf mark* , serta *plimsol mark* dicat sesuai aslinya	2	28/03/2017	28/03/2017									2
	5. Dilakukan penggantian baru alumunium anoda *(zinc anode)* sesuai jumlah dan posisi penggantian	2	19/04/2017	19/04/2017									2
	6. Dilakukan perawatan sea chest dan sea greating (dibuka dibersihkan, diblasting, dicat & dipasang kembali)	8	25/03/2017	26/03/2017									2
	7. Perawatan sea valve induk (dibuka, dibersihkan, dipoles, diskirt, dicat & dipasang kembali)	8	25/03/2017	28/03/2017									24
	8. Perawatan valve overboard (dibuka, dibersihkan, dipoles, diskirt, dicat & dipasang kembali)	8	25/03/2017	28/03/2017									24
	9. Perawatan valve emergency pemadam (dibuka, dibersihkan, dipoles, diskirt, dicat & dipasang kembali)	8	25/03/2017	28/03/2017									24
	10. Dilakukan rekondisi pada valve overboard (ujung as dilas kuningan dan dibubut serta dibuatkan mur penahan)	8	25/03/2017	29/03/2017									32
	11. Dilakukan penggantian spare-part valve (remers packing, packing karet)	4	28/03/2017	29/03/2017									8
	12. Ganti baru valve induk sebelah kiri (globe valve 5K)	5	30/03/2017	30/03/2017									5

4	**Area *Deck* Kendaraan *(cardeck)* dan *Second deck***												
	1. Ganti baru bolder double kanan buritan	**8**	26/03/2017	29/03/2017									**24**
	2. Ganti baru bolder single kanan buritan	**8**	26/03/2017	28/03/2017									**16**
	- Asistensi penggantian bongkar penghalang bolder buritan kanan. Al : cor semen pelapis	**1**	26/03/2017	26/03/2017									**1**
	3. Ganti baru pengaman tali spring pada lambung sebelah kiri	**3**	29/03/2017	29/03/2017									**3**
	4. Ganti dan pasang baru pengaman tali trush pada lubang fair lead kanan haluan dan buritan	**3**	29/03/2017	29/03/2017									**3**
	5. Ganti baru rumah dan karet kedap pintu rampdoor haluan dan buritan	**5**	30/03/2017	30/03/2017									**5**
	6. Dilakukan perbaikan ganti baru pipa orloop jangkar sebelah kiri	**6**	31/03/2017	31/03/2017									**6**
	7. Ganti baru sebagian cincin lashing pada cardeck	**4**	31/03/2017	31/03/2017									**4**
	8. Ganti baru pipa railing pada deck winch buritan sebelah kanan	**8**	01/04/2017	01/04/2017									**8**
	9. Ganti baru pipa railing tangga kelas ekonomi.	**8**	01/04/2017	01/04/2017									**8**
5	**Pekerjaan Replatting dan Kontruksi**												
	1. Penggantian baru pelat lambung kiri, sbb :												
	- Fr 12/13 - 19/20 Lajur B (kamar mesin)	**8**	28/03/2017	01/04/2017									**32**
	- Fr 25/26 - 30/31 Lajur B (kamar mesin)	**8**	28/03/2017	03/04/2017									**48**
	- Fr 32/33 - 35/36 Lajur A (kamar mesin, tangki bungker BBM)	**8**	29/03/2017	05/04/2017									**56**
	- Fr 27/28 - 30/31 Lajur E (kamar mesin)	**8**	31/03/2017	08/04/2017									**64**
	- Fr 56/57 - 59/60 Lajur D (tangki void)	**8**	31/03/2017	08/04/2017									**64**
	- Fr 58/59 - 64/65 Lajur C (tangki void)	**8**	31/03/2017	09/04/2017									**72**
	- Fr 63/64 - 65/66 Lajur B (tangki void, tangki air tawar)	**8**	31/03/2017	10/04/2017									**80**
	- Fr 92/93 - 94/95 Lajur B (tangki fore peak)	**8**	03/04/2017	07/04/2017									**32**
	2. Penggantian baru pelat lambung kanan, sbb :												
	- Fr 12/13 - 15/16 Lajur C (kamar mesin)	**8**	30/03/2017	07/04/2017									**56**
	- Fr 15/16 - 21/22 Lajur D (kamar mesin)	**8**	30/03/2017	07/04/2017									**56**
	- Fr 24/25 - 27/28 Lajur B (kamar mesin)	**8**	30/03/2017	07/04/2017									**56**
	- Fr 55/56 - 57/58 Lajur C (tangki void)	**8**	31/03/2017	09/04/2017									**72**
	- Fr 66/67 - 68/69 Lajur C (tangki void)	**8**	31/03/2017	09/04/2017									**72**
	- Fr 90/91 - 91/92 Lajur B (tangki fore peak)	**8**	30/03/2017	03/04/2017									**24**
	- Fr 91/92 - 92/93 Lajur A (tangki fore peak)	**8**	30/03/2017	03/04/2017									**24**
	3. Penggantian baru pelat keel, sbb :												
	- Fr 19/20 - 20/21 Lajur K (kamar mesin)	**8**	29/03/2017	10/04/2017									**96**
	- Fr 23/24 - 29/30 Lajur K (kamar mesin)	**8**	29/03/2017	10/04/2017									**96**
	- Fr 37/38 - 40/41 Lajur K (tangki bungker BBM)	**8**	29/03/2017	10/04/2017									**96**
	- Fr 86/87 - 88/89 Lajur K (tangki fore peak)	**8**	29/03/2017	10/04/2017									**96**
	# Asistensi pekerjaan replating 1 - 3 : - Bongkar pasang penghalang replating pada kamar mesin	**3**	29/03/2017	10/04/2017									**36**
	- Bongkar pasang pelat temporary pada tangki BBM	**3**	29/03/2017	10/04/2017									**36**
	- Bongkar pasang deksel pada masing-masing replating tangki	**2**	29/03/2017	10/04/2017									**24**
	4. Penggantian feender / pisang-pisang sebelah kanan sepanjang 10 meter	**8**	25/03/2017	03/04/2017									**72**
	5. Rekondisi pelat sirip / bilge keel yang bengkok	**6**	25/03/2017	26/03/2017									**12**

6	***Tail Shaft, Propeller***												
	1. *Tail Shaft (2 unit As/poros propeller)*												
	- Dilakukan pengukuran clearence as-propeller kanan-kiri	**8**	25/03/2017	12/04/2017									**144**
	- Penggantian baru reimers packing as propeller kanan-kiri	**8**	25/03/2017	12/04/2017									**144**
	- Penggantian baru pisau skerm as kanan kiri	**8**	25/03/2017	12/04/2017									**144**
	- Dilaksanakan alignment antara mesin induk dengan as-propeller sebelah kiri	**8**	25/03/2017	12/04/2017									**144**
	2. *Propeller*												
	- Bongkar pasang propeller kanan-kiri untuk dilaksanakan perbaikan	**5**	25/03/2017	12/04/2017									**90**
	- Keempat daun propeller kanan-kiri dibersihkan, dipopok las kuningan, digerinda, dipoles & dibalancing	**8**	25/03/2017	12/04/2017									**144**
	3. Dilakukan test keretakan pada keempat ujung daun propeller	**4**	25/03/2017	12/04/2017									**72**
7	***Rudder* (kemudi)**												
	1. As kemudi kanan - kiri dicabut dan dilaksanakan pengukuran clearence as kemudi	**8**	25/03/2017	13/04/2017									**152**
	2. Bongkar pasang As kemudi kanan/kiri termasuk kwadran hidrolis kemudi	**8**	25/03/2017	13/04/2017									**152**
	3. Dilakukan MPT pada lubang spie as kemudi kanan/kiri	**5**	25/03/2017	13/04/2017									**95**
	4. Ganti baru bush bronze as kemudi kanan/kiri	**8**	25/03/2017	13/04/2017									**152**
	5. ganti baru reimers packing as kemudi kanan/kiri	**5**	25/03/2017	13/04/2017									**95**
	6. Daun kemudi kanan - kiri dicabut	**8**	25/03/2017	13/04/2017									**152**
	7. Daun kemudi kanan - kiri dibersihkan dari renik, di sandblast dan dicat 2 layer cat primer AC dan AF	**8**	25/03/2017	13/04/2017									**152**
	8. Dilakukan cleaning pada ; ruang kemudi & tangki VOID (kanan/kiri/tengah)	**8**	25/03/2017	13/04/2017									**152**
	9. Dilaksanakan rekondisi pada lubang pen stang hidrolis kemudi kanan/kiri yang oval	**8**	25/03/2017	13/04/2017									**152**
8	**Pekerjaan Perpipaan**												
	1. Ganti baru pipa pendingin ME kanan kiri yang keropos	**8**	27/03/2017	01/04/2017									**40**
	2. Ganti baru pipa pendingin AE kanan kiri yang keropos	**8**	27/03/2017	01/04/2017									**40**
	3. Ganti baru pipa buang pendingin gear-box ME kanan yang keropos	**8**	27/03/2017	01/04/2017									**40**
	4. Ganti baru pipa bilga ballast yang keropos	**8**	27/03/2017	01/04/2017									**40**
	5. Ganti baru pipa air tawar yang keropos	**8**	27/03/2017	01/04/2017									**40**
	6. ganti baru pipa air laut yang keropos	**8**	27/03/2017	01/04/2017									**40**
	7. Ganti baru pipa drainase kamar mesin yang keropos	**8**	27/03/2017	01/04/2017									**40**
	8. Ganti baru pipa udara minyak pelumas	**8**	27/03/2017	01/04/2017									**40**
	9. Ganti baru pipa udara sea chest	**4**	27/03/2017	01/04/2017									**20**
	10. Ganti baru pipa hidrolis kemudi	**4**	27/03/2017	27/03/2017									**20**
	11. Ganti baru pipa hidrolis whinch	**5**	28/03/2017	28/03/2017									**5**
	12. Ganti baru pipa BBM tangki bungker	**4**	27/03/2017	28/03/2017									**8**
	13. Dilaksanakan rekondisi pipa shore connection OWS	**5**	30/03/2017	30/03/2017									**5**
	14. Pasang baru bak penampungan BBM pada pipa kiri BBM kanan kiri.	**8**	30/03/2017	30/03/2017									**8**
9	**Pekerjaan Pemesinan**												
	1. Dilaksanakan clocking pada mesin induk sebelum dan sesudah naik dock	**6**	15/04/2017	15/04/2017									**6**
	2. Dilaksanakan alignment pada mesin induk sebelah kiri	**5**	15/04/2017	15/04/2017									**5**
	3. Dilaksanakan perawatan pada :												
	- motor bantu kanan	**8**	15/04/2017	18/04/2017									**24**
	- motor bantu kiri	**8**	15/04/2017	18/04/2017									**24**
	- motor bantu emergency kiri *(dibongkar, dibersihkan, dilapisi sirlak, dioven 1x24 jam, dan dirakit kembali)*	**8**	15/04/2017	18/04/2017									**24**

10	**Tangki - Tangki**												
	1. Dilakukan pembersihan tangki bunker minyak solar	**3**	25/03/2017	25/03/2017									**3**
	2. Tangki minyak solar bahan bakar harian dikuras dan dibersihkan	**1**	25/03/2017	25/03/2017									**1**
	3. Tangki *ballast* kiri dan kanan haluan di bersihkan dan di cat anti karat	**5**	25/03/2017	27/03/2017									**15**
	4. Tangki *ballast* kiri dan kanan buritan di bersihkan dan di cat anti karat	**5**	25/03/2017	27/03/2017									**10**
	5. Tangki air tawar kiri dan kanan dibersihkan dan dicat anti karat serta dilapisi semen	**5**	25/03/2017	27/03/2017									**10**
11	**Rampdoor haluan, Buritan, dan Samping**												
	1. Di *sandblast* sisi luar	**4**	25/03/2017	30/03/2017									**20**
	2. Di cat anti *corosive* AC	**4**	25/03/2017	30/03/2017									**20**
	3. Dicat *epoxy (sealer)*	**4**	25/03/2017	30/03/2017									**20**
	4. Dicat biru *(blue finish epoxy)*	**4**	25/03/2017	30/03/2017									**20**
	5. Penggantian baru karet kedap rampdoor haluan dan buritan	**3**	25/03/2017	30/03/2017									**15**
12	**Perawatan jangkar dan rantai jangkar kanan/kiri :**												
	1. Jangkar dan rantai jangkar kanan/kiri diturunkan, digelar, dibersihkan diketok & dicat bitumastik	**8**	25/03/2017	31/03/2017									**48**
	2. Bak rantai jangkar kanan kiri dibersihkan & dicat	**8**	25/03/2017	31/03/2017									**48**
	3. Dilakukan pengukuran rantai jangkar kanan/kiri	**5**	25/03/2017	31/03/2017									**30**
13	**Pekerjaan tambahan lainnya**												
	1. Dilaksanakan vacuum test pada pengelasan replating	**5**	15/04/2017	15/04/2017									**5**
	2. Dilakukan merger test pada seluruh instalasi listrik	**5**	17/04/2017	17/04/2017									**5**
	3. Dilakukan bongkar pasang ganjal keel block sebagai bagian pekerjaan replatting	**4**	28/03/2017	09/04/2017									**68**
	4. Dilaksanakan perawatan pada engsel-engsel dewi-dewi sekoci kanan-kiri	**3**	14/04/2017	14/04/2017									**3**
	5. Dilaksanakan rekondisi pintu kedap samping sebelah kiri	**3**	12/04/2017	12/04/2017									**3**
	6. Penggantian baru pintu kedap gudang haluan sebelah kanan	**6**	12/04/2017	12/04/2017									**6**
	Total durasi (JO) efektif dalam penyelesaian	**791**											

* Durasi waktu relevan penyelesaian pekerjaan dari standar waktu (8 jam per-hari) dan jumlah total realisasi dalam penyelesaian per-minggu

* Penyelesaian *docking repair* di estimasikan pada rencana awal pelaksanaan. Jika terdapat tambahan pekerjaan reparasi atau pengembangan - untuk penyempurnaan perbaikan sesuai rekomendasi hasil survey kelas maka waktu penyelesaian tidak lebih dari rencana pelaksanaan

* Penyelesaian perbaikan tidak termasuk pada penyelesaian di luar dari order *repair list* .

Keterangan kode pelaksanaan :

- : Realisasi pekerjaan pelayanan umum galangan kapal sehubungan kapal *docking repair*
- : Realisasi pekerjaan *sandblasting* dan *painting* dan pekerjaan perawatan dibawah garis air
- : Realisasi pelaksanaan pekerjaan reparasi konstruksi
- : Realisasi pelaksanaan pekerjaan reparasi sistem - propulsi dan olah gerak kapal
- : Realisasi pelaksanaan pekerjaan reparasi perpipaan
- : Realisasi pelaksanaan pekerjaan reparasi permesinan
- : Realisasi pekerjaan perawatan tangki-tangki / bungker.
- : Realisasi pekerjaan tambahan

Sumber : Realisasi pelaksanaan *docking* periode *(special survey)* Ferry Ro-Ro KMP. Gerbang Samudera II. 1247 GT.

LAMPIRAN 2C. Durasi pada pekerjaan *docking repair*

No.	Uraian Pekerjaan *Docking* Berdasarkan Rekomendasi Kelas Survey	Vol. Kerja		std waktu	std	JO	Jml.	Durasi (jam)
		satuan	jml	(jam)	tenaga	4x5x6/60	Tenaga	60x(7)/(8)
1	2	3	4	5	6	7,00	8	9,00
1	**Lambung Bawah Garis Air (BGA)**							
	a. Perawatan lambung kapal dari lunas sampai ke batas *main deck* termasuk *feender.* 1300 M²	M²	3,9	8	6	3,12	6	31,20
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat *bottom* , lambung, sekat, profil serta pelat *cardeck* .	Titik	0,698	4	3	0,14	3	2,79
	c. Dilakukan pengecatan lambung dari lunas sampai ke batas *main deck* 1300 M²	M²	3,9	1,3	3	0,25	2	7,61
	d. Dilakukan pengecatan dari batas *main deck* sampai batas atas *second deck* 124 M²	M²	3,72	1	3	0,19	2	5,58
	e. Tanda marking kapal : Nama kapal, draft mark, plimsol mark dicat sesuai aslinya	Ls	5	0,3	2	0,05	2	1,50
	f. Dilakukan penggantian baru zinc anode, sesuai jumlah posisi penggantian.	Pcs	0,5	1	2	0,02	2	0,50
2	**Replatting dan Konstruksi**							
	a. Penggantian baru (*feender*) ø "8 inc Sch 40. 12 meter	Ton	9	8	4	4,80	5	57,60
	b. Replatting pelat ceruk buritan kiri fr.3/5. 1500 x 1000 x 10 mm	Ton	0,177	8	2	0,05	2	1,42
	c. Replatting pelat bottom kanan fr.10/14. 2800 x 1600 x 10 mm	Ton	0,351	8	2	0,09	2	2,81
	d. Replatting pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 10 mm	Ton	0,24	8	2	0,06	2	1,92
	e. Penggantian pelat wrang pembujur kiri (tangki ballast) 3200 x 1500 x 10 mm	Ton	0,376	8	2	0,10	2	3,01
	f. Penggantian pelat sekat *cofferdam* tangki ceruk haluan kanan 3000 x 1500 x 10 mm	Ton	0,353	8	3	0,14	3	2,82
3	***Tail shaft, Propeller*, dan *Rudder***							
	a. Tail shaft (As/poros propeller 2 unit) : Dilakukan *clearence* dan *allignment*	Unit	2	8	4	1,07	5	12,80
	b. Propeller (2 unit) : Dilakukan balancing, renewal permukaan bilah propeller, dan di polish	Unit	2	8	6	1,60	7	13,71
	c. Rudder (2 unit) : Dilakukan clearence as kemudi kanan-kiri, dilakukan allignment as kemudi, daun kemudi di *sandblasting* dan dicat 2 layer	Unit	2	8	4	1,07	6	10,67
4	**Perpipaan**							
	a. Penggantian pipa-pipa kamar mesin	Meter	14	8	4	7,47	5	89,60
	b. Penggantian pipa cuci jangkar	Meter	2	8	2	0,53	2	16,00
5	**Permesinan**							
	a. Generator pembangkit listrik (2 unit) : Dilakukan *cleaner* dan di *merger test*	Unit	2	8	2	0,53	2	16,00
	b. Elektro motor : Dilakukan merger test pada motor pompa I / II dan motor-motor pompa lain	Unit	6	8	2	1,60	2	48,00
	c. Mesin induk (2 unit) Dilakukan pengukuran, service keseluruhan, cek kondisi part mesin induk (berdasarkan rekomendasi kelas survey)	Unit	4	48	2	6,40	5	76,80
	d. Mesin bantu (2 unit) Dilakukan service keseluruhan, cek kondisi part mesin bantu (berdasarkan rekord *maintenance* rutin)	Unit	2	8	5	1,33	5	16,00
	e. Sistem starting : Dilakukan cek kondisi tabung udara tekan, dan dilakukan uji tekan NDT pada 2 unit tabung udara tekan serta uji pengisian pada compressor	Unit	2	8	2	0,53	2	16,00
	f. Sistem instalasi kelistrikan Dilakukan Pemeriksaan sistem ground, isolasi kelistrikan, dan sistem otomatis pada panel-panel	Titik	6	8	2	1,60	2	48,00
6	**Tangki-tangki**							
	a. Tangki bungker bbm : Dilakukan cleaning secara menyeluruh	M²	0,124	12	3	0,07	3	1,49
	b. Tangki bbm harian : Dilakukan cleaning secara menyeluruh	M²	0,18	4,15	1	0,01	2	0,37
	c. Tangki ballast kiri/kanan haluan : Dilakukan *cleaning* , diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti	M²	0,104	10	3	0,05	3	1,04
	d. Tangki ballast kiri/kanan buritan : Dilakukan *cleaning* , diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti	M²	0,06	6	3	0,02	3	0,36
	e. Tangki bungker air tawar kiri/kanan : Dilakukan *cleaning,* diperiksa kondisi lapisan coating/semen, diperiksa kondisi karat pada besi, dan dicat anti karat serta dilapisi semen kembali.	M²	0,072	7	3	0,03	3	0,50
7	**Pintu rampdoor**							
	a. Dilakukan uji kekedapan pada celah pintu *rampdoor*	Unit	4	8	2	1,07	2	32,00
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat dinding pintu *rampdoor*	Unit	4	1	2	0,13	2	4,00
8	**Jangkar, Rantai jangkar dan kotak rantai**							
	a. Jangkar dan rantai jangkar diturunkan, dibersihkan dan diperiksa pengurangan ketebalannya akibat karat besi serta dicat kembali dengan cat bitumastik	Set	2	8	2	0,53	2	16,00
	b. Kotak rantai jangkar dibersihkan dan diukur ketebalannya serta dicat kembali dengan cat antikarat	M²	0,61	8	2	0,16	2	4,88
9	**Peralatan pemadam kebakaran**							
	a. Dilakukan uji fungsi dan perawatan instalasi pipa dan pemercik kabut air (*water springkle*), pada area kamar mesin dan *cardeck*	Titik	6	8	2	1,60	4	24,00
	b. Dilakukan uji otomatisasi sistem alarm dan deteksi kebakaran	Titik	4	8	2	1,07	2	32,00

Sumber : Olah data durasi

LAMPIRAN 3A

FORMAT QUISIONER

Prosentase Ketepatan Waktu Dalam Penyelesaian Pekerjaan Reparasi kapal Ferry 1483 GT

RESPONDENT	
JABATAN / BAGIAN	
JOB ORDER	

Kuisioner A. Pekerjaan perbaikan berjalan *(running repair)* dalam masa operasional kapal

1. Penyelesaian pekerjaan area kendaraan *(cardeck)*

   a. Menurut anda apakah pekerjaan Perawatan lantai *cardeck*, pada saat *running repair* di masa operasi kapal dapat diselesaikan tepat waktu dengan *standart power tool*.?

   Berapa tingkat kepercayaan anda bahwa pekerjaan saat *shut down (running repair)* akan dapat diselesaikan sebelum *schedull* pemuatan.? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

   b. Penggantian anti slip pada pintu masuk *cardeck* dapat diselesaikan dengan tepat waktu, sesuai dengan standart pemasangan anti slip.? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

---

c. Ketepatan waktu Pemeriksaan dan perawatan fungsi peralatan pemadam kebakaran, sesuai fungsinya secara berkala.?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

d. Pemasangan / penyesuaian posisi damprah sandar, sebagai bantalan pelindung *side deck* sudah tepat sesuai waktu yang dialokasikan.?
(dalam skala 1% - 100%

Ya	Tidak
%	%

2. Penyelesaian pekerjaan area *main deck*

a. Apakah pekerjaan yang dilakukan subkontraktor pada Penggantian 2 bolder samping kiri depan yang rusak, telah sesuai dengan estimasi waktu dan *standart* perbaikan.? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

b. Apakah pekerjaan yang dilakukan subkontraktor pada Penggantian sepanjang 4,2 meter pipa *hydrolic ramdoor* kiri yang bocor, telah sesuai dengan estimasi waktu dan standart perbaikan ? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

c. Apakah pekerjaan yang dilakukan subkontraktor pada penggantian pipa udara tanki air tawar sepanjang 0,6 meter pipa sch 40. 2,5 inch yang keropos, telah sesuai dengan estimasi waktu dan standart perbaikan ? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

3. Penyelesaian pekerjaan area *whinch deck*

a. Perawatan *Gear whinch* (laring) rantai jangkar ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

b. Perawatan berkala pada Roll tali, *fair lead* ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

4. Penyelesaian pekerjaan area permesinan

a. Kontroling volume dan kondisi minyak pelumas mesin induk kn/kr secara berkala ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

b. Dilakukan Pemeriksaan volume dan kondisi pelumas mesin bantu kn/kr, dan penggantian oli berikut filter oli secara berkala ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

c. Penggantian elemen filter oli mesin induk, dalam penggantian tepat waktu ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

d. Pembersihkan saringan BBM tanki harian secara berkala ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

e. Penggantian filter BBM mesin induk kn/kiri secara berkala ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

f. Penggantian filter BBM mesin bantu kn/kiri secara berkala ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

g. Pengujian tekanan dan penggantian *nozzle injector* mesin induk yang aus, jika terjadi penurunan daya mesin ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

h. Pemeriksaan berkala kondisi *turbo charge* mesin induk kanan dan kiri ? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

i. Perawatan dan perbaikan lampu panel-panel indikator yang tidak berfungsi semestinya ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

j. Pemeriksaan kekedapan keran-keran sirkulasi air laut di kamar mesin ? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

k. Pemeriksaan dan penyetelan pada pengedap *as propeller*, dengan waktu yang berkala ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

l. Perawatan OWS *(oil water separator)* secara berkala ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

Kuisioner B. Presentase Ketepatan Waktu Penyelesaian Pekerjaan Perbaikan Pada Area *Floating*

1. Penyelesaian pada pekerjaan area *top deck*
   - Perawatan area *top deck* dapat selesai tepat waktu sebelum kapal *docking* ? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

2. Penyelesaian pada pekerjaan area tiang master
   - Perawatan area tiang master keseluruhan ? (dalam skala 1% - 100%) ?

Ya	Tidak
%	%

3. Penyelesaian pada pekerjaan area *deck anjungan*
   a. Perawatan dinding luar deck anjungan ? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

   b. Perawatan lantai luar *deck anjungan* ? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

   c. Perawatan *railling* dan tangga *top deck* ? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

d. Perawatan lantai dalam *deck anjungan* ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

e. Perawatan dinding dalam *deck anjungan* ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

f. Perbaikan interior, penggantian 2 lembar plafon *deck anjungan* yang rusak ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

g. Perbaikan interior, Penggantian vinyl di ruang *wheel house* ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

4. Penyelesaian pekerjaan pada area ruang penumpang ?

a. Perawatan dinding luar (termasuk cerobong)

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

b. Perawatan pada lantai ruang penumpang ekonomi dan bisnis ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

c. Perawatan pada dinding toilet penumpang ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

d. Perawatan railling dan kursi penumpang ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

e. Perawatan dinding ruang penumpang ekonomi dan bisnis ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

f. Perawatan pada langit-langit ruang penumpang ekonomi dan bisnis ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

g. Perbaikan kursi penumpang yang rusak, pada masing-masing kelas ruang penumpang ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

h. Perbaikan interior, penggantian vinyl ruang penumpang bisnis ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

i. Perbaikan interior, penggantian plafon ruang penumpang ekonomi yang rusak ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

j. Penggantian terpal penutup ruang penumpang terbuka di *deck* anjungan ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

5. Pekerjaan area *whinch deck*

a. Perawatan lantai seluruh area *whinch deck* ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

b. Perawatan railling *whinch deck* ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

c. Perawatan bolder berikut alas pondasi bolder ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

6. Pekerjaan area *cardeck*

a. Perawatan lantai *cardeck* ?
(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

b. Perawatan langit-langit area *cardeck* ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

c. Perawatan dinding luar *cardeck* ?

(dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

d. Perawatan dinding dalam *cardeck*, termasuk tangga dan gudang peralatan ? (dalam skala 1% - 100%)

Ya	Tidak
%	%

7. Pekerjaan area *ramdoor* 2 unit

- Perawatan plat sisi dalam pintu *ramdoor* ?

Ya	Tidak
%	%

8. Pekerjaan area *feender* (pisang-pisang) atas garis air ?

- Perawatan feender 2 sisi kanan, kiri ?

Ya	Tidak
%	%

Kuisioner C. Presentase Ketepatan Waktu Penyelesaian Pekerjaan *Docking*, Reparasi dan Perawatan Kapal diatas *Dock*.

---

1. Aktivitas Pekerjaan *General Service* (Pelayanan Umum) kapal *docking* di galangan kapal

1. Pelayanan jasa pandu waktu kapal tiba / berangkat dan dari / ke area *dock* ?

Ya	Tidak
%	%

2. Dilakukan pelayanan kelistrikan dari darat selama kapal diatas dan sesuadah turun dari dock ?

Ya	Tidak
%	%

3. Layanan pembuangan sampah / limbah kapal selama kapal *docking* ?

Ya	Tidak
%	%

4. Layanan tenaga PMK dan keamanan selama kapal *docking* ?

Ya	Tidak
%	%

5. Layanan suplay air tawar bagi kebutuhan *crew* kapal selama kapal *docking* dan suplay stok air tawar 20 ton untuk berlayar kembali setelah *docking* ?

Ya	Tidak
%	%

6. Fasilitas MCK untuk ABK selama kapal *docking* dan *floating repair* ?

Ya	Tidak
%	%

2. Pekerjaan layanan *line handling* saat *Docking* dan *Undocking*

1. Asistensi *line handling* waktu kapal naik dan turun *dock* ?

Ya	Tidak
%	%

2. *Line handling* selama kapal *docking* dan *floating* ?

Ya	Tidak
%	%

3. Realisasi pekerjaan perawatan lambung kapal bawah garis air (BGA)

1. Perawatan lambung kapal sampai lunas. al :

- Disekrap dari renik laut
- Dicuci dengan air tawar
- Disandblasting SA 2.0 – 2.5 dan di *sweep spot blasting*

Ya	Tidak
%	%

2. Pengukuran ketebalan plat sesuai petunjuk survey. al :

- Plat bottom, plat lambung, gading-gading, serta plat *cardeck*

Ya	Tidak
%	%

3. Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas main *deck*. al :

- Bottom + Botop (BGA area)
- Top side (AGA area)

Ya	Tidak
%	%

4. Nama kapal dan draf mark serta plimsol mark dicat sesuai aslinya.

Ya	Tidak
%	%

5. Penggantian baru zinc anode sesuai jumlah dan posisi penggantian.

Ya	Tidak
%	%

4. Realisasi pekerjaan area *Top deck*

- Pembuatan tanki harian penampungan air tawar.

  Uk : P = 2m, L = 1,5 m, T = 1m, t = 4mm.

Ya	Tidak
%	%

5. Realisasi pekerjaan area *deck navigation*

1. Pembuatan pintu geser, penggantian pintu geser lama yang rusak.

Ya	Tidak
%	%

2. Penggantian baru railing uk. 1 ½ ".

Ya	Tidak
%	%

3. Penggantian baru frame jendela rusak.

Ya	Tidak
%	%

4. Penggantian baru langit-langit (plafon) yang rusak.

Ya	Tidak
%	%

5. Penggantian baru kusen pintu yang rusak

Ya	Tidak
%	%

6. Pekerjaan area *deck* kendaraan *(cardeck)* dan *(second deck)*

1. Buat baru penahan tali buritan *(fairlead)*

Ya	Tidak
%	%

2. Penggantian baru tangga railing 1.5"

Ya	Tidak
%	%

3. Penggantian baru anak tangga yang keropos

Ya	Tidak
%	%

4. Penggantian pipa hidrolik kemudi 1"

Ya	Tidak
%	%

5. Penggantian baru pipa pembuangan uk. 3" ¼

Ya	Tidak
%	%

6. Penggantian baru pipa pembuangan uk 2" ¼

Ya	Tidak
%	%

7. Pasang dan ganti baru *roll block rampdoor* samping.

Ya	Tidak
%	%

8. Ganti baru motor penggerak dewi-dewi sekoci *(second deck)*

Ya	Tidak
%	%

9. Pasang baru motor penggerak dewi-dewi sekoci (second deck)

Ya	Tidak
%	%

10. Ganti baru man hole diatas kwadran kemudi kiri

Ya	Tidak
%	%

7. Realisasi pekerjaan *replatting* dan konstruksi

1. Penggantian baru *feender* (pisang-pisang) 8". Sch 40. 12 meter.

Ya	Tidak
%	%

2. *Replatting* pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 80mm

Ya	Tidak
%	%

8. Realisasi pekerjaan *Tail shaft*, *Propeller* dan *Rudder*

1. Aktivitas pekerjaan Tail shaft (As/poros *propeller*)

   - *Clearence* as *propeller* kn/kr.

Ya	Tidak
%	%

2. *Propeller*

   - kn/kr dicabut, dibersihkan, dibalancing, dipolish dan dipasang kembali.

Ya	Tidak
%	%

3. *Rudder* (kemudi)

- *Clearence*, *alignment*, di*sandblasting* dan di cat 2 layer

Ya	Tidak
%	%

9. Realisasi pekerjaan perpipaan

1. Penggantian pipa sirkulasi pendingin air laut mesin induk.

Ya	Tidak
%	%

2. Penggantian pipa hisap air limbah (got) dibawah mesin induk.

Ya	Tidak
%	%

3. Penggantian pipa cuci jangkar haluan kanan.

Ya	Tidak
%	%

4. Penggantian pipa hidrolik ramdoor haluan kanan uk. 1 ¾ "

Ya	Tidak
%	%

5. Penggantian pipa hisap void haluan 2,5".

Ya	Tidak
%	%

10. Realisasi pekerjaan reparasi permesinan

1. Generator pembangkit listrik I, II dan elektro motor
   - Dibuka dan dibersihkan dengan elektrik *cleaner*
   - Di open (dikeringkan), dan dipasang kembali sesuai standart dan dilakukan *merger test*.

   - Motor pompa Gs, bilga I, II dan motor pompa yang lain dilakukan *merger test*

Ya	Tidak
%	%

2. Mesin induk dan mesin bantu

   2 unit mesin induk kn/kr dan mesin bantu kn/kr, sesuai rekomendasi BKI dilakukan pengukuran dan dibuatkan report hasil pengukuran, untuk dilakukan rekomendasi perbaikan antara lain :

   - Dilakukan *service gouvernoor* mesin induk kiri. Setelah dilakukan pengukuran *timing gouvernoor*, terdapat penyimpangan ukuran toleransi dari standart maka dilakukan beberapa suku cadang yang aus/rusak.
   - Dilakukan pengukuran *cylinder liner*, *crankshaft deflection*, *crankshaft main bearing*, *chamshaft* dan *gear-box*.

     Selanjutnya dilakukan *over houl*. al :

     - *cylinder liner* : penggantian 3 set berikut ring piston mesin induk
     - *cyliner head* : dilakukan *cleaner*, dan *skirt valve*, serta Penggantian *sitting valve* dan *valve* yang aus, serta penggantian *gasket* dan *water seal* sejumlah 12 set.
     - *crankshaft* : dilakukan penggantian *main bearing connecting rood* ukuran standart dengan pengencangan torsi meter 54 kn/mm^2
     - *chamshaft* : sesuai hasil pengukuran terdapat penyimpangan akibat keausan *nok chamshaft* dan dilakukan penggantian 1 set *chamshaft* mesin induk kiri.

- *gear-box* (2 unit) : dilakukan penggantian pelumas gear-box sesuai spesifikasi standart.

Presentase tingkat kepercayaan penyelesaian pekerjaan reparasi permesinan

Ya	Tidak
%	%

11. Realisasi pekerjaan tangki-tangki

1. Dilakukan pembersihan tangki bunker HSD

Ya	Tidak
%	%

2. Dilakukan pembersihan tangki bahan bakar harian (HSD)

Ya	Tidak
%	%

3. Tangki *ballast* kiri dan kanan haluan di *cleaning* dan dicat anti karat

Ya	Tidak
%	%

4. Tangki *ballast* kiri dan kanan buritan dibersihkan dan dicat anti karat

Ya	Tidak
%	%

5. Tangki bunker air tawar kiri dan kanan di *cleaning* dan dicat anti karat serta dilapisi semen

Ya	Tidak
%	%

12. Pekerjaan perawatan *rampdoor* haluan, buritan dan samping serta peralatan *anchor handling* dan *cain locker*

Dilakukan *sandblasting* sisi luar, dicat *anti corosive* AC (1 layer), dicat *epoxy sealer* (1 layer), dan dicat hijau *green (finish epoxy)* (1 layer).

Ya	Tidak
%	%

Mengetahui Quisioner respondent

Sign. / **Paraf Respondent**	date :

-----Terima Kasih atas Dukungan dan Partisipasinya------

Lampiran 3B

Tabel Penilaian Tingkat Kepercayaan (α) Aktifitas Pekerjaan *Preventive*

No	Aktifitas Pekerjaan	Faktor							Tingkat kepercayaan Pekerjaan (α) selesai tepat Waktu (%) Responden								(α) Rata-rata
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
1	**Pekerjaan *Preventive***																
	Area *Cardeck*																
	Perawatan lantai cardeck	✓	✓	✓		✓	✓	✓	50%	30%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	25%
	Penggantian anti slip	✓	✓	✓	✓	✓	✓		80%	80%	60%	60%	50%	50%	50%	50%	60%
	Perawatan fungsi alat pemadam kebakaran	✓	✓	✓		✓	✓		50%	80%	50%	50%	40%	30%	20%	20%	43%
	Pemasangan/penyesuaian posisi damprah sandar	✓	✓			✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Main Deck																
	Penggantian 2 bolder samping kiri depan (Subkontraktor kontruksi)	✓	✓	✓		✓	✓	✓	80%	80%	50%	50%	50%	40%	40%	40%	54%
	Penggantian 4,2m pipa Hydrolic ramdoor (subkontraktor kontruksi)					✓	✓	✓	80%	80%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	73%
	Dilakukan penggantian pipa udara tanki air tawar sepanjang 0,6 meter pipa sch 40. 2,5 inc	✓	✓	✓		✓	✓	✓	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
	(Subkontraktor kontruksi)																
	Area *Whinch deck*																
	Gear whinch (laring) rantai jangkar dibersihkan dan diberi pelumas	✓	✓		✓	✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Roll tali, fair lead, diperiksa pergerakannya dibersihkan pada main bearingnya dan diberi pelumas	✓	✓		✓	✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

	Area Permesinan																
	Periksa volume minyak pelumas mesin induk kn/kr	✓		✓	✓	✓			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Periksa volume dan kondisi pelumas mesin bantu kn/kr, bila perlu lakukan penggantian oli berikut filter oli	✓	✓	✓	✓	✓	✓		100%	100%	100%	90%	90%	80%	100%	95%	94%
	Ganti elemen filter oli mesin induk	✓	✓	✓	✓	✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Bersihkan saringan bbm tanki harian	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Cerat filter bbm mesin induk kn/kiri dibersihkan	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Ganti filter bbm mesin bantu kn/kiri	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Dilakukan pengetesan tekanan dan pengantian nozzle mesin induk	✓	✓	✓	✓	✓	✓		90%	90%	80%	70%	95%	100%	95%	100%	90%
	Blower blade pada turbo charge mesin induk kn/kr, serta periksa suara asing pada saar turbo berputar, cek kondisi pipa-pipa turbo	✓	✓			✓			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Periksa lampu-lampu panel indikator sesuai fungsi, ganti lampu indikator yang mati	✓	✓	✓	✓	✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Periksa kekedapan keran-keran sirkulasi air laut di kamar mesin		✓			✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Periksa dan setel kekedapan remes packing as propeller kn/kr	✓	✓		✓	✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Periksa dan bilas cuci OWS (oil water separator)		✓			✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Sumber : Hasil olah data quisioner

Lampiran 3C

Tabel Penilaian tingkat kepercayaan (α) jika pekerjaan lanjutan pada direalisasikan pada area *Floating repair*

No	Aktifitas Pekerjaan	Faktor							Tingkat kepercayaan Pekerjaan (α) selesai tepat Waktu (%) Responden								(α) Rata-rata
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
2	**Rincian Pekerjaan *Floating Repair***																
	Area *Top Deck*																
	Bersihkan dengan sikat gerinda, ketok bagian berkarat dan lakukan pengecatan cat primer dan cat greendeck	✓	✓	✓		✓	✓	✓	80%	80%	80%	80%	90%	95%	60%	50%	77%
	Area Tiang Master																
	Bersihkan tiang master, ketok bagian berkarat, dilakukan pengecatan cat primer dan cat putih	✓	✓	✓		✓	✓	✓	90%	90%	80%	95%	50%	50%	70%	100%	78%
	AREA DECK ANJUNGAN																
	a. Diding Luar Bersihkan deck anjungan sisi luar, ketok bagian berkarat, Dilakukan pengecatan cat	✓	✓	✓		✓	✓	✓	90%	90%	90%	100%	100%	100%	100%	80%	94%
	b. Lantai Luar Bersihkan dengan sikat gerinda, ketok bagian berkarat, Dilakukan pengecatan cat Primer - dan cat greendeck	✓	✓	✓		✓	✓	✓	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. Railing termasuk tangga top deck Bersihkan railing, ketok bagian berkarat Dilakukan pengecatan cat primer dan cat putih	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	d. Lantai dalam Bersihkan dengan gerinda, ketok bagian berkarat, Dilakukan pengecatan cat Primer dan cat greendeck	✓	✓	✓		✓	✓		40%	60%	80%	80%	100%	30%	80%	80%	69%
	e. Dinding dalam Bersihkan dan beri lapisan cat putih 1 layer	✓	✓	✓		✓	✓		80%	80%	80%	70%	80%	80%	80%	80%	79%
	f. Perbaikan plafon Dilakukan penggantian 2 lembar plafon yang lapuk (subkontraktor interior)	✓	✓			✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	g. Perbaikan vinyl ruang *wheel house* (subkontraktor interior)	✓	✓			✓			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

	AREA RUANG PENUMPANG																
	a. Dinding luar (termasuk cerobong)																
	Bersihkan dengan sikat gerinda, ketok bagian berkarat, dilakukan pengecatan cat primer dan cat putih	✓	✓	✓		✓	✓		80%	80%	80%	80%	90%	80%	80%	80%	81%
	b. Lantai ruang penumpang ekonomi dan bisnis																
	Bersihkan dan dilakukan pelapisan ulang cat *greendeck*	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. Dinding dalam toilet penumpang																
	Bersihkan dengan sikat gerinda dan dilakukan pelapisan ulang cat primer dan cat putih	✓	✓			✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	d. Railling dan dudukan kursi penumpang ruang ekonomi																
	Bersihkan railling dan dilakukan pelapisan cat biru	✓	✓			✓			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	e. Dinding dalam ruang ekonomi dan bisnis																
	Dilakukan perawatan berkala, dibersihkan lalu dilakukan pelapisan cat putih	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	f. Langit-langit ruang ekonomi dan bisnis																
	Dilakukan perawatan berkala, dibersihkan lalu dilakukan pelapisan cat putih	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	g. Perbaikan kursi penumpang yang rusak																
	(subkontraktor interior)	✓	✓			✓			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	h. Perbaikan vinyl ruang bisnis																
	(subkontraktor interior)	✓	✓			✓			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	i. Perbaikan plafon ruang ekonomi																
	(subkontraktor interior)	✓	✓			✓			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	j. Penggantian terpal penutup ruang penumpang terbuka di deck anjungan																
	Dilakukan penggantian terpal ukuran 60 M sesuai luas ruang penumpang deck anjungan	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	AREA *WHINCH DECK*																
	a. Lantai																
	- Lantai area whinch deck dibersihkan dengan sikat gerinda, di ketok lantai deck yang berkarat dan dilakukan pelapisan ulang cat primer dan cat *greendeck*	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	b. Bolder																
	- Dibersihkan dengan sikat gerinda dari kerat dan dilakukan pelampiasan cat primer dan cat biru	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. Bolder																
	- Dibersihkan dari karat dan di lapis cat bitumen hitam	✓	✓	✓		✓	✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	AREA *CARDECK*																
	a. Lantai																
	- Bersihkan menyeluruh, sikat dengan gerinda pada lantai yang berkarat dan dilakukan pelapisan ulang cat dengan cat primer epoxy dan cat *greendeck* epoxy	✓	✓	✓		✓	✓		50%	50%	50%	60%	80%	40%	80%	80%	61%
	b. Langit-langit - Bersihkan dicuci, dilakukan pelapisan cat kembali dengan cat putih	✓	✓	✓		✓	✓		80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
	c. Diding luar cardeck - Dinding luar dibersihkan di bilas air tawar, di ketok bagian yang berkarat, dibersihkan dengan sikat gerinda dan di cat ulang	✓	✓	✓		✓	✓		40%	50%	40%	40%	40%	40%	20%	20%	36%
	d. Didling dalam cardeck, termasuk tangga dan gudang peralatan - Dibersihkan secara menyeluruh, dihilangkan bagian yang berkarat dan dilakukan pelapisan ulang cat primer dan cat putih serta cat biru	✓	✓	✓		✓	✓		80%	80%	90%	90%	80%	95%	80%	80%	84%
	***Rampdoor* (2 Unit)**																
	Plat sisi dalam - Dibersihkan dengan sikat gerinda, ketok bagian yang berkarat dan dilakukan pengecatan cat primer epoxy dan cat *greendeck* epoxy	✓	✓	✓		✓	✓		30%	25%	30%	40%	40%	40%	40%	40%	36%
	***Feender* (pisang-pisang)**																
	Ketok bagian feender yang berkarat, dibersihkan dengan sikat gerinda dan dilakukan pengecatan primer epoxy dan cat biru epoxy	✓	✓	✓		✓	✓		10%	20%	20%	20%	10%	10%	30%	30%	19%

Sumber : Hasil olah data quisioner

Lampiran 3D

Tabel Tingkat Kepercayaan (α) Penyelesaian Pekerjaan *Docking repair*

No	Aktifitas Pekerjaan	Faktor							Tingkat kepercayaan Pekerjaan (a) selesai tepat Waktu (%) Responden								(α) Rata-rata
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	
3	**Pekerjaan *Docking (Docking repair)***																
	General Service (Pelayanan umum)																
	- Pekerjaan layanan pendukung selama kapal berada di atas dock, secara keseluruhan	✓					✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Docking* dan *Undocking																
	- Asisten line handling waktu kapal naik dan turun dock	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Perawatan Lambung (BGA)																
	a. Lambung kapal dari lunas sampai ke batas Main deck / *Cardeck* (termasuk *feender* / pisang-pisang), dilakukan pekerjaan perawatan lambung a.I : - Disekrap dari renik laut - Dicuci dengan air tawar - Di Sandblasting	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan plat sbb : (sesuai petunjuk survey) - Plat bottom dan plat lambung (BGA) - Plat cardeck	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas Main deck Bottom + Botop (BGA Area) - 1 x primer (red - 175 micron) - 1 x anti corosive AC (light grey - 75 micron) - 1 x anti fouling AF (red - 150 micron)	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	d. Top Side (AGA Area) - 1 x Primer (red-150 micron) - 1 x anti corosive AC (light grey - 75 micron) - 1 x finished coat (blue - 75 micron)	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	e. Nama kapal, Draft mark, serta plimsol mark dicat sesuai aslinya	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	f. Dilakukan penggantian baru alumunium anoda (zinc anode) sesuai jumlah dan posisi penggantian	✓	✓	✓			✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Top Deck																
	Pembuatan tangki penampungan air tawar ukuran : p ; 2 mtr L ; 1,5 mtr T ; 1 mtr t ; 4 mm	✓	✓	✓			✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

	Deck Navigation																
	a. pembuatan pintu sorong - Pekerjaan bongkar dan pasang penghalang	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	b. Ganti baru ralling yang keropos Uk. 11/2"	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. Ganti baru frame jendela yang rusak - Pekerjaan bongkar dan pasang penghalang	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	d. Ganti baru langit-langit yang rusak - Pekerjaan bongkar dan pasang penghalang	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	e. Ganti baru kusen pintu yang rusak	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Deck Kendaraan																
	a. Deck winch Buat baru penahan tali buritan (fairlead)	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	b. Deck - Ganti baru tangga relling 1.5" - ganti baru anak tangga yang keropos - Ganti baru pipa hidraulik kemudi 1" - Ganti baru pipa pembuangan uk. 3 1/4" - Ganti baru pipa pembuangan ik. 3 1/2" - Pasang dan ganti baru roll block ramdoor samping	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	- Ganti dan pasang baru motor penggerak dewi - dewi sekoci - Buat baru man hole di atas kwadran kemudi kiri dan kanan																
	Pekerjaan replatting dan kontruksi																
	a. Penggantitan baru pisang-pisang (feender) 8" Sch 40. sepanjang 12 meter	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	b. Replating plat cardeck setempat pada area karat pitingan	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. Replating pelat bilga kiri pada gading 8/10. uk. 1700 x 1800 x 10mm	✓	✓	✓			✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Tail Shaft, Propeller, dan Rudder																
	a. Tail shaft (As/poros Propeller) - Clearence As propeller kanan / kiri kemudian dibuat reportnya dan disiapkan untuk pemeriksaan klass - As propeller kanan - kiri dicabut (dibongkar pasang kembali) bila clearencenya melibihi batas toleransi	✓	✓	✓			✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	b. As propeller diperiksa kelurusannya diatas mesin bubut Asistensi - Buka - pasang skerm as propeller kanan kiri	✓	✓						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. Propeller (Baling-baling) - Propeller kanan - kiri dicabut (bongkar pasang kembali) - Propeller kanan - kiri dibersihkan dan polish - Propeller kanan - kiri di balancing	✓	✓						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	d. Rudder (kemudi)																
	- Dilakukan *Clearence* As kemudi kanan - kiri, kemudian dibuat reportnya dan disiapkan untuk pemeriksaan klass (BKI) - Daun kemudi kanan - kiri dicabut - As kemudi kanan - kiri dicabut - As kemudi kanan - kiri dicek keseluruhannya diatas mesin bubut	✓	✓						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	- Daun kemudi kanan - kiri dibersihkan dari renik, di sandblast dan dicat 2 lapis																

	Pekerjaan Perpipaan																
	Dilakukan penggantian sepanjang pipa yang keropos. Sbb. - Pipa sirkulasi pendingin air laut mesin induk / uk. Pipa + Elbow 3" inchi - Pipa air got bawah mesin induk / uk.pipa 3" inchi - Pipa cuci jangkar haluan kanan-kiri / uk. Pipa 1 3/4 inchi	✓	✓	✓			✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	- Pipa hidraulik ramdoor haluan kanan 1 3/4 inci Pipa hisap void haluan 2,5" inchi																
	Pekerjaan Permesinan																
	a. Generator Pembangkit listrik I dan II - Dibuka dan dibersihkan dengan elektrik clenaer - Di open (dikeringkan), dipasang kembali dan di marger test (subkontraktor elektris)	✓	✓						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	b. Elektro Motor - Motor Pompa GS, Bilga I/II, dan motor pompa yang lain agar di merger test (Subkontraktor elektris)	✓	✓						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. Mesin Induk Dilakukan service gouvernoor mesin induk kiri (ganti baru suku cadang																
	Perbaikan dan ukur record sesuai rekomendasi klass ***Cylinder Head*** Overhaul cylinder head, ganti seal kit dan komponen yang rusak atau aus (Perhatikan valve spring, rotocap, valve guide bush)																
	Rekondisi valve dan valve seat, ukur ketebalan bibir cawan dan valve sitting serta diameter poros, ganti bila melebihi batas toleransi-																
	lakukan pressure test / uji kedap, Periksa kondisi dan ukur baut pengikat cylinder head dan rocker arm																
	Cylinder Liner :																
	Bongkar, bersihkan dan periksa terhadap cacat, goresan atau deformasi pada diameter dalam																
	Periksa tekanan pelumas untuk piston																
	Periksa dan bersihkan piston, combuation chamber, bagian-bagian yang bergerak dan tergesek, periksa kerusakan atau keausan ring, perbaiki atau ganti	✓	✓	✓	✓		✓		60%	70%	70%	60%	70%	70%	60%	70%	66%
	Crankshaft :																
	Pelaksanaan pengukuran deflection pipi engkol																
	Periksa, ukur dan bersihkan kondisi main beraing (mental jalan) atas cacat, goresan atau deformasi																
	Camshaft																
	Bongkar, bersihkan dan periksa terhadap cacat, goresan atau deformasi pada diameter luar. Ukur diameter luar																
	Bersihkan dan periksa cam bush terhadap cacat, goresan atau deformasi pada permukaan kerjanya. Ukur diameter dalam cam bush pada blok mesin																
	Gearbox																
	Periksa kekecangan baut-baut pondasi																
	Periksa beraing bush, roller beraing, plat kopling gear box dan rubber kopling, ganti bila rusak atau aus, serta ganti oli gear box																

	Pekerjaan Peralatan Navigasi																
	a. Dilakukan compass serend (kalibrasi kedudukan kompas)	✓	✓						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	b. Dilakukan Kalibrasi peralatan komunikasi radio sesuai sertifikat registrasi radio	✓	✓						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. Penggantian komponen panel navigasi anjungan	✓	✓						100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pekerjaan Tangki-Tangki																
	a. Dilakukan pembersihan tangki bunker minyak solar	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	b. Tangki minyak solar bahan bakar harian dikuras dan dibersihkan	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	c. tangki ballast kiri dan kanan haluan dibersihkan dan di cat anti karat	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	d. tangki ballast kiri dan kanan buritan dibersihkan dan di cat anti karat	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	e. tangki air tawar kiri dan kanan dibersihkan dan dicat anti karat serta dilapisi semen	✓	✓				✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Pekerjaan Rampdoor Haluan dan Buritan																
	- Di sandblast sisi luar - Di cat anti corosive AC - Dicat epoxy (sealer) - Dicat hijau (green finish)	✓	✓	✓			✓		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Sumber : Hasil olah data quisioner

LAMPIRAN 4A. Perhitungan FLASH *(Dmin , Dmax . Schedulle* Pada Pelaksanaan *Docking Special Survey)*

No	Aktifitas Pekerjaan	Durasi	Dmin	Dmax	Fuzzy Durasi			(α)	Early Start			Early Finish			Realisasi Durasi Paling Mungkin		
	Uraian Pekerjaan Docking Kapal Berdasarkan *Class matter* (*special survey*)	(jam)			a	b	c		ES a	ES b	ES c	EF a	EF b	EF c	Best	Most	Worst
	Kapal Naik *Dock* : 11 Nopember 2016																
	Kapal Turun *Dock* : 13 Desember 2016																
1	**Perawatan Lambung Kapal Bawah Garis Air (BGA) dan Atas Garis Air (AGA)**																
	a. Perawatan lambung kapal (sandblasting) dari lunas sampai ke batas main deck termasuk feender	31,2	8	32	8	31,2	32	1	24	0,8	0	16	39,2	40	8,267	31,73	42,311
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat bottom, lambung, sekat, profil, serta pelat cardeck	2,79	8	16	2,79	8	16	1	13,21	8	0	10,79	16	24	7,07	16,93	22,573
	c. Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas main deck	7,61	6,45	16	6,45	7,61	16	1	9,55	8,39	0	12,9	14,06	22,45	5,98	16,47	21,96
	d. Dilakukan pengecatan dari batas main deck sampai batas atas second deck	5,58	4,3	8	4,3	5,58	8	1	3,7	2,42	0	8,6	9,88	12,3	2,04	10,26	13,68
	e. Nama kapal, draf mark, serta plimsol mark dicat sesuai aslinya (AGA)	1,5	0,3	1	0,3	1,5	1	1	0,7	-0,5	0	0,6	1,8	1,3	0,067	1,233	1,6444
	f. Dilakukan penggantian baru alumunium anoda (zinc anode) sesuai jumlah dan posisi penggantian	0,5	1	2	1	0,5	2	1	1	1,5	0	2	1,5	3	0,833	2,167	2,8889
2	***Repplatting* dan Konstruksi**																
	a. Penggantian baru feender ø "8 inc Sch 40. 12 meter	57,6	32	64	32	57,6	64	1	42	6,4	0	64	89,6	96	16,13	83,2	110,93
	b. Replatting pelat ceruk buritan kiri fr.3/5. 1500 x 1000 x 10 mm	1,42	1,42	8	1	1,42	8	1	7	6,58	0	2,42	2,84	9,42	4,527	4,893	6,5244
	c. Replatting pelat bottom kanan fr.10/14. 2800 x 1600 x 10 mm	2,48	2	8	2	2,48	8	1	6	5,52	0	4	4,48	10	3,84	6,16	8,2133
	d. Replatting pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 10 mm	1,55	1,55	8	1,55	1,55	8	1	6,45	6,45	0	3,1	3,1	9,55	4,3	5,25	7
	e. Penggantian pelat wrang pembujur kiri (tangki ballast) 3200 x 1500 x 10 mm	3	3	8	3	3	8	1	5	5	0	6	6	11	3,333	7,667	10,222
	f. Penggantian pelat sekat cofferdam tangki ceruk haluan kanan 3000 x 1500 x 10 mm	2.49	2,49	8	2,49	2,49	8	1	5,51	5,51	0	4,98	4,98	10,49	3,673	6,817	9,0889
3	***TAIL SHAFT, PROPELLER* DAN *RUDDER***																
	a. Tail shaft (As/poros propeller 2 unit) : Dilakukan clearence dan allignment	12,48	8	13,48	8	12,48	13,48	1	5,48	1	0	16	20,48	21,48	2,16	19,32	25,76
	b. Propeller (2 unit) : Dilakukan balancing, renewal permukaan bilah propeller, dan di polish	13,42	8	15,42	8	13,42	15,42	1	7,42	2	0	16	21,42	23,42	3,14	20,28	27,04
	c. Rudder (2 unit) : Dilakukan clearence as kemudi kanan-kiri, dilakukan *allignment* as kemudi, daun kemudi disandblasting dan dicat 2 layer	10,4	8	12,4	8	10	12	1	4,4	2,4	0,4	16	18	20	2,4	18	24
4	**Perpipaan**																
	a. Penggantian pipa-pipa kamar mesin	129	32	131	131	129	131	1	0	2	0	163	161	163	0,667	162,3	216,44
	b. Penggantian pipa cuci jangkar	16	2	16	2	16	16	1	14	0	0	4	18	18	4,667	13,33	17,778

5	**Permesinan**																
	a. Generator pembangkit listrik (2 unit) : Dilakukan cleaner dan di merger test	16	8	20	8	16	20	1	12	4	0	16	24	28	5,333	22,67	30,222
	b. Elektro motor : Dilakukan merger test pada motor pompa I / II dan motor-motor pompa lain	48	8	48	8	48	48	1	40	0	0	16	56	56	13,33	42,67	56,889
	c. Mesin induk (2 unit) Dilakukan pengukuran, service keseluruhan, cek kondisi part mesin induk (berdasarkan rekomendasi kelas survey	76,8	48	120	48	76,8	120	1	72	43,2	0	96	124,8	168	38,4	129,6	172,8
	d. Mesin bantu (2 unit) Dilakukan service keseluruhan, cek kondisi part mesin bantu (berdasarkan rekord maintenance rutin)	16	16	24	16	16	24	1	8	8	0	32	32	40	5,333	34,67	46,222
	e. Sistem starting : Dilakukan cek kondisi tabung udara tekan, dan dilakukan uji tekan NDT pada 2 unit tabung udara tekan serta uji pengisian pada compressor	16	4	16	4	16	16	1	12	0	0	8	20	20	4	16	21,333
	f. Sistem instalasi kelistrikan Dilakukan Pemeriksaan sistem ground, isolasi kelistrikan, dan sistem otomatis pada panel-panel	48	10	48	10	48	48	1	38	0	0	20	58	58	12,67	45,33	60,444
6	**Tangki - tangki**																
	a. Tangki bungker bbm : Dilakukan cleaning secara menyeluruh	1,49	1,29	2	1,29	1,49	2	1	0,71	0,51	0	2,58	2,78	3,29	0,407	2,883	3,8444
	b. Tangki bbm harian : Dilakukan cleaning secara menyeluruh	0,37	0,22	1	0,22	0,37	1	1	0,78	0,63	0	0,44	0,59	1,22	0,47	0,75	1
	c. Tangki ballast kiri/kanan haluan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	1,04	1,02	1,3	1,02	1,04	1,3	1	0,28	0,26	0	2,04	2,06	2,32	0,18	2,14	2,8533
	d. Tangki ballast kiri/kanan buritan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	0,36	0,21	1,3	0,21	0,36	2,5	1	0,36	0,94	-1,2	0,42	0,57	2,71	0,033	1,233	1,6444
	e. Tangki bungker air tawar kiri/kanan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi lapisan coating/semen, diperiksa kondisi karat pada besi, dan dicat anti karat serta dilapisi semen kembali.	0,5	0,3	2	0,3	0,5	3	1	1,7	1,5	-1	0,6	0,8	3,3	0,733	1,567	2,0889
7	**Pintu *rampdoor***																
	a. Dilakukan uji kekedapan pada celah pintu rampdoor	32	6	40	6	32	40	1	34	8	0	12	38	46	14	32	42,667
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat dinding pintu rampdoor	4	3	5	3	4	5	1	2	1	0	6	7	8	1	7	9,3333
8	**Jangkar, Rantai jangkar, dan Kotak rantai**																
	a. Jangkar dan rantai jangkar diturunkan, dibersihkan dan diperiksa pengurangan ketebalannya akibat karat besi serta dicat kembali dengan cat bitumastik	16	8	24	8	16	24	1	16	8	0	16	24	32	8	24	32
	b. Kotak rantai jangkar dibersihkan dan diukur ketebalannya serta dicat kembali dengan cat antikarat	4,52	4,52	8	4,52	4,52	8	1	3,48	3,48	0	9,04	9,04	12,52	2,32	10,2	13,6
9	**Peralatan pemadam kebakaran**																
	a. Dilakukan uji fungsi dan perawatan instalasi pipa dan pemercik kabut air (*water springkle*), pada area kamar mesin dan *cardeck*	24	16	32	16	24	32	1	16	8	0	32	40	48	8	40	53,333
	b. Dilakukan uji otomatisasi sistem alarm dan deteksi kebakaran	32	16	32	16	32	32	1	16	0	0	32	48	48	5,333	42,67	56,889
															Durasi waktu Penyelesaian *Best* (jam) :	**192,6**	
															Durasi waktu Penyelesaian Best (hari) :	**13,4**	
															Durasi waktu Penyelesaian Most (jam) :	**881,4**	
															Durasi waktu Penyelesaian Most (hari) :	**19,7**	
															Durasi waktu Penyelesaian Worst (jam) :		**1175**
															Durasi waktu Penyelesaian Worst (hari) :		**23,5**

Sumber : Hasil olah data Fuzzy min-max

Early Start (ES) : Waktu paling cepat dimulai pekerjaan
Early Finish (EF) : Waktu paling awal dimulainya pekerjaan
Best : Waktu penyelesaian paling cepat dalam penjadwalan
Most : Waktu penyelesaian normal dalam penjadwalan
Worst : Waktu penyelesaian paling lama dalam penjadwalan.

LAMPIRAN 4B. Rencana Penjadwalan dan Realisasi Pekerjaan *Docking Repair* Berdasarkan 3 Kondisi Waktu Setelah Perhitungan FLASH

Actv	No.	Kondisi Waktu			*Schedulle* Jumlah Hari (H) dalam Penyelesaian																										*As.note*
		Waktu	*Fuzzy (D)*	*Jam (T)*	Realisasi Penyelesaian *repair* diatas *Dock*														*Float*	Realisasi Penyelesaian repair lanjutan di area *Floating* galangan kapal										*Trial Test*	
	Kode	Normal (T)			H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	H 20	H 21	H 22	H 23	H 24	H 25		
Perawatan Lambung Kapal (BGA)	1.a	31,2	*Best*	8,27	8	27													Kapal Turun *Dock*											Uji *Trial Pasc*	
			Most	31,7	8	8	8	7,7																							
			Worst	42,3	8	8	8	8	8	2,3																					
	1.b	2,79	*Best*	7,07	7,07																										
			Most	16,9	8	8																									
			Worst	22,6	8	8	6,6																								
	1.c	7,61	*Best*	5,98		5,98																									
			Most	16,5		8	8																								
			Worst	22		8	8	6																							
	1.d	5,58	*Best*	2,04		2,04																									
			Most	10,3		8	2,3																								
			Worst	13,7		8	5,7																								
	1.e	1,5	*Best*	0,07				0,07																							
			Most	1,23				1,23																							
			Worst	1,64				1,64																							
	1.f	0,5	*Best*	0,83				0,83																							
			Most	2,17				2,17																							
			Worst	2,89				2,89																							
	2.a	72	*Best*	16,1	8	8	1																								a. Durasi penggantian pipa *feender* tanpa pelat penebal
			Most	83,2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	3,2																b. Durasi penggantian pipa *feender* beserta pelat penebal
			Worst	111	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7													c. Durasi penggantian pipa *feender*, pelat penebal, dan pelat *top side deck*

Replating dan Konstruksi	2.b	1,42	*Best*	4,5	4,5																									a Docking	
			Most	4,8	4,8																										
			Worst	6,5	6,5																										
	2.c	2,48	*Best*	3,8	3,8																										
			Most	6,1	6,1																										
			Worst	8,2	8,2																										
	2.d	1,55	*Best*	4,3	4,3																										
			Most	5,2	5,2																										
			Worst	7	7																										
	2.e	3	*Best*	3,3	3,3																										
			Most	7,6	7,6																										
			Worst	10,2	8	2,2																									
	2.f	2,49	*Best*	3,6	3,6																										
			Most	6,8	6,8																										
			Worst	9	8	1																									
Tail Shaft, Propeller dan Rudder	3.a	12,48	*Best*	2,1	2,1																										
			Most	19,3	8	8	8,3																								
			Worst	25,7	8	8	8	1,7																							
	3.b	13,42	*Best*	3,1	3,1																										
			Most	20,2	8	8	4,2																								
			Worst	27	8	8	8	3																							
	3.c	10,4	*Best*	2,4	2,4																										
			Most	18	8	8	2														Kapal T												
			Worst	24	8	8	8																								

Perpipaan	4.a	129	Best	2,1	2,1																								a. Durasi penggantian setempat pipa tanpa flens
			Most	19,3	8	8	3,3																						b. Durasi penggantian pipa berikut flens dan elbow
			Worst	25,7	8	8	8	1,7																					c Durasi penggantian pipa, flens, elbow berikut pengembangannnya
	4.b	16	Best	4,6	4,6																								
			Most	13,3	8	5,3																							
			Worst	17,7	8	8	1,7																						
Permesinan	5.a	16	Best	5,3				5,3																					
			Most	22,6				8	8	6,6																			
			Worst	30,2				8	8	8	6,2																		
	5.b	48	Best	13,3				8	5,3																				
			Most	42,6				8	8	8	8	8	2,6																
			Worst	56,8				8	8	8	8	8	8																
	5.c	1,29	Best	38,4				8	8	8	8	6,4																	a. Durasi inspeksi, pengukuran,lepas cylinder head, skirt valve, setting injector
			Most	130				8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	2					b. ------ ,,------ ,lepas/ukur/ganti, piston set, metal jalan
			Worst	173				8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5	c. ------,,------ ,lepas/ukur/ganti, metal duduk
	5.d	0,22	Best	5,3				5,3																					
			Most	34,6				8	8	8	8	2,6																	
			Worst	46,2				8	8	8	8	8	6,2																
	5.e	16	Best	4				4																					
			Most	16				8	8																				
			Worst	21,3				8	8	5,3																			
	5.f	48	Best	12,6				8	4,6																				
			Most	45,3				8	8	8	8	8	5,3																
			Worst	60,4				8	8	8	8	8	8	8	4,4														
	6.a	1,49	Best	0,41	0,41																								
			Most	2,8	2,8																								
			Worst	3,8	3,8																								

Tunu Dock

Uji Trial Pasca Docking

Tangki - Tangki	6.b	0,37	Best	0,47	0,47																										
			Most	0,75	0,75																										
			Worst	1	1																										
	6.c	1,04	Best	0,18	0,18																										
			Most	2,1	2,1																										
			Worst	2,8	2,8																										
	6.d	0,36	Best	0,03	0,03																										
			Most	1,2	1,2																										
			Worst	1,6	1,6																										
	6.e	0,5	Best	0,73	0,73																										
			Most	1,5	1,5																										
			Worst	2	2																										
Pintu Rangkaian	7.a	32	Best	14	8	6																									
			Most	32	8	8	8	8																							
			Worst	42,6	8	8	8	8	8	2,6																					
	7,b	4	Best	1	1																										
			Most	7	7																										
			Worst	9,3	8	1,3																									
Jangkar, Rantai dan Kotak rantai	8.a	16	Best	8	8																										
			Most	24	8	8	8																								
			Worst	32	8	8	8	8																							
	8.b	4,52	Best	2,3	2,3																										
			Most	10,2	8	2,2																									
			Worst	13,6	8	5,6																									

Kapal Tunun Dock

Perakitan Peralatan Apit	9.a	24	*Best*	8	8																										
			Most	40	8	8	8	8	8																						
			Worst	53,3	8	8	8	8	8	8	5,3																				
	9.b	32	*Best*	5,3							5,3																				
			Most	42,6							8	8	8	8	8	2,6															
			Worst	56,8							8	8	8	8	8	8	8														

Sumber : Hasil Olah Data *Fuzzy* Dmin, Dmax

Keterangan :

H : Realisasi (jumlah Hari) penyelesaian pekerjaan *docking repair* berdasarkan standar waktu 8 jam kerja

: *Best time scenario*

: *Most time scenario*

: *Worst time scenario*

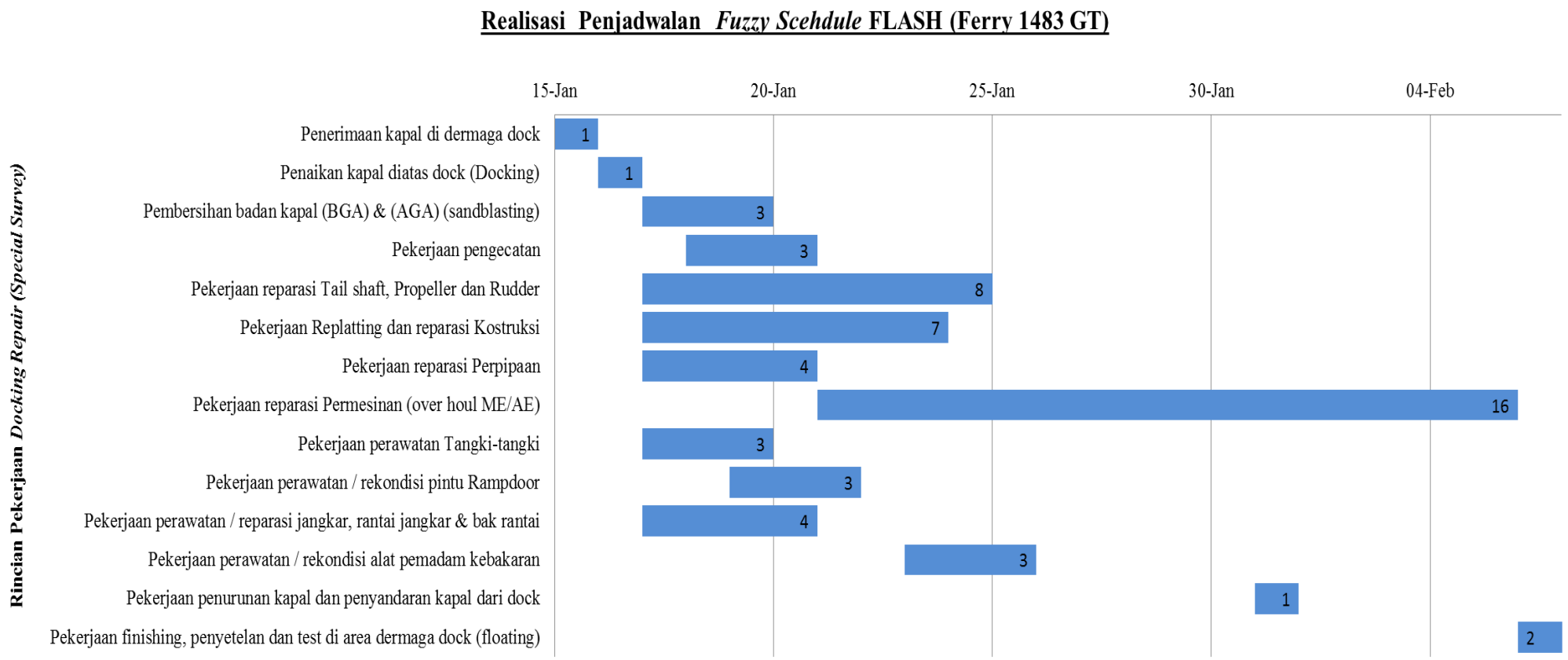
Penyelesaian pekerjaan di akhir / Setelah pekerjaan dimulai di awal selesai :

: *Best time scenario*

: *Most time scenario*

: *Worst time scenario*

LAMPIRAN 4C. *Bar Chart* Realisasi Penjadwalan Pekerjaan



	Pekerjaan finishing, penyetelan dan test di area dermaga dock (floating)	Pekerjaan penurunan kapal dan penyandaran kapal dari dock	Pekerjaan perawatan / rekondisi alat pemadam kebakaran	Pekerjaan perawatan / reparasi jangkar, rantai jangkar & bak rantai	Pekerjaan perawatan / rekondisi pintu Rampdoor	Pekerjaan perawatan Tangki-tangki	Pekerjaan reparasi Permesinan (over houl ME/AE)	Pekerjaan reparasi Perpipaan	Pekerjaan Replatting dan reparasi Kostruksi	Pekerjaan reparasi Tail shaft, Propeller dan Rudder	Pekerjaan pengecatan	Pembersihan badan kapal (BGA) & (AGA) (sandblasting)	Penaikan kapal diatas dock (Docking)	Penerimaan kapal di dermaga dock
Pekerjaan mulai	06-Feb	31-Jan	23-Jan	17-Jan	19-Jan	17-Jan	21-Jan	17-Jan	17-Jan	17-Jan	18-Jan	17-Jan	16-Jan	15-Jan
Realisasi Penyelesaian reparasi (hari)	2	1	3	4	3	3	16	4	7	8	3	3	1	1

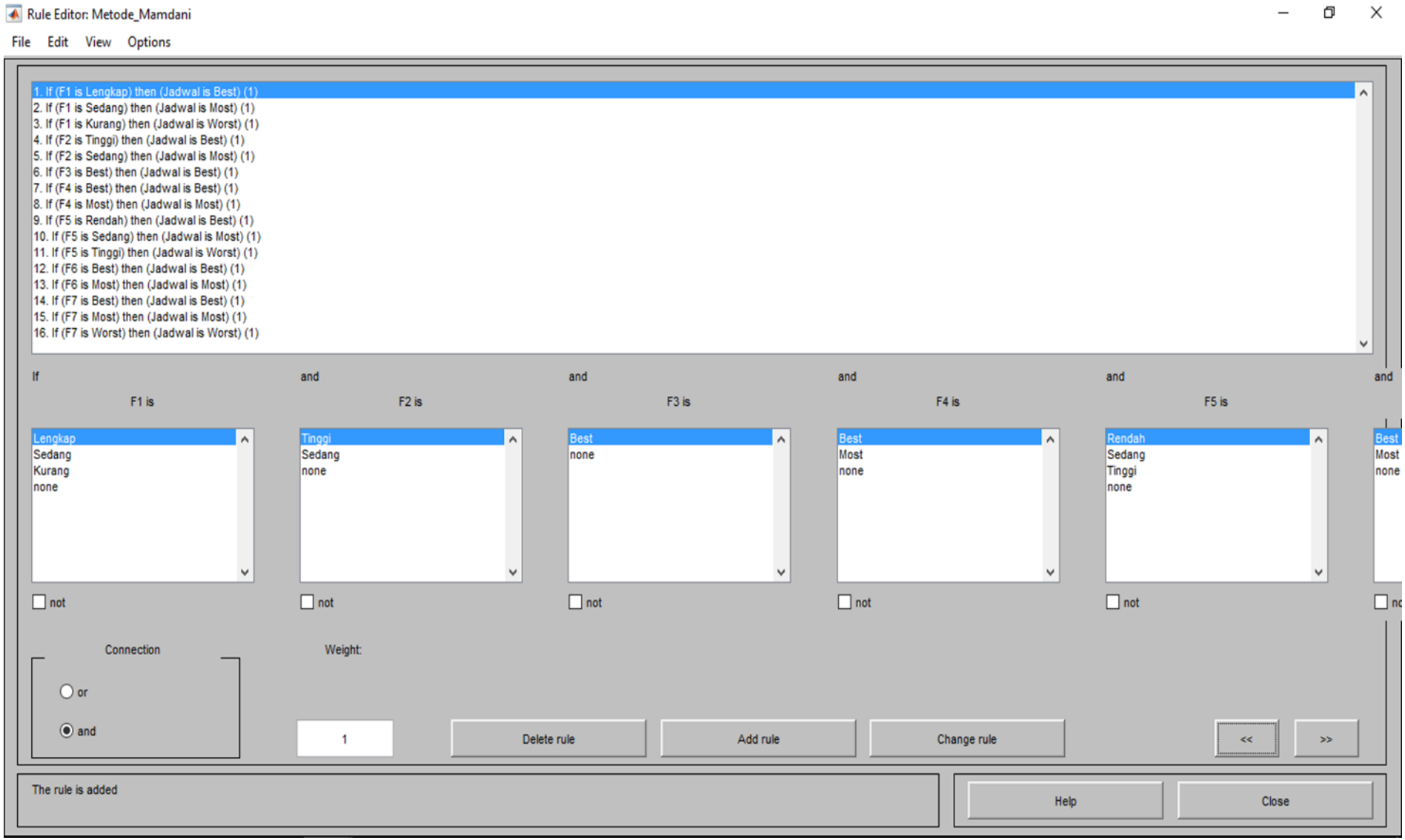
LAMPIRAN 4D. Realisasi durasi paling mungkin setelah dilakukan efisiensi waktu (Dalam *S-Curve)*

No	Pekerjaan Docking Berdasarkan Kelas Survey	Durasi Paling Mungkin	Bobot (%)	Hari - ke																								Volume pekerjaan
				H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H 11	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	H 20	H 21	H 22	H 23	H 24	H 25	
																													penyelesaian : 25 hari
1	**Perawatan Lambung Kapal Bawah Garis Air (BGA) dan Atas Garis Air (AGA)**																												200
	a. Perawatan lambung kapal (sandblasting) dari lunas sampai ke batas main deck termasuk feender	**31,7**	3,806	1,9	1,9	1,9	1,9																						
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat bottom, lambung, sekat, profil, serta pelat cardeck	**16,9**	2,0291	1,01	1,01																								
	c. Dilakukan pengecatan lambung mulai dari lunas sampai ke batas main deck	**16,5**	1,981		1,98	1,98																							
	d. Dilakukan pengecatan dari batas main deck sampai batas atas second deck	**10,3**	1,2366		1,24	1,24																							
	e. Nama kapal, draf mark, serta plimsol mark dicat sesuai aslinya (AGA)	**1,23**	0,1477				0,15																						
	f. Dilakukan penggantian baru alumunium anoda (zinc anode) sesuai jumlah dan posisi penggantian	**2,17**	0,2605				0,26																						180
2	***Repplatting* dan Konstruksi**																												
	a. Penggantian baru feender ø "8 inc Sch 40. 12 meter	**83,2**	9,9892	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99															
	b. Replatting pelat ceruk buritan kiri fr.3/5. 1500 x 1000 x 10 mm	**6,5**	0,7804	0,78																									
	c. Replatting pelat bottom kanan fr.10/14. 2800 x 1600 x 10 mm	**8,2**	0,9845	0,98																									
	d. Replatting pelat bilga kiri fr.8/10. 1700 x 1800 x 10 mm	**7**	0,8404	0,84																									
	e. Penggantian pelat wrang pembujur kiri (tangki ballast) 3200 x 1500 x 10 mm	**10,2**	1,2246	1,22	1,22																								
	f. Penggantian pelat sekat cofferdam tangki ceruk haluan kanan 3000 x 1500 x 10 mm	**9**	1,0806	1,08	1,08																								160
3	***TAIL SHAFT, PROPELLER* DAN *RUDDER***																												
	a. Tail shaft (As/poros propeller 2 unit) : Dilakukan clearence dan allignment	**19,3**	2,3172	2,32	2,32	2,32																							
	b. Propeller (2 unit) : Dilakukan balancing, renewal permukaan bilah propeller, dan di polish	**27**	3,2417	3,24	3,24	3,24																							
	c. Rudder (2 unit) : Dilakukan clearence as kemudi kanan-kiri, dilakukan *allignment* as kemudi, daun kemudi di sandblasting dan dicat 2 layer	**24**	2,8815	2,88	2,88	2,88																							140
4	**Perpipaan**																												
	a. Penggantian pipa-pipa kamar mesin	**25,7**	3,0856	3,09	1,54	1,54	1,54																						
	b. Penggantian pipa cuci jangkar	**13,3**	1,5968	1,6	1,6	1,6																							
5	**Permesinan**																												
	a. Generator pembangkit listrik (2 unit) : Dilakukan cleaner dan di merger test	**22,6**	2,7134				1,36	1,36	1,36																				
	b. Elektro motor : Dilakukan merger test pada motor pompa I / II dan motor-motor pompa lain	**42,6**	5,1147				2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56																	120
	c. Mesin induk (2 unit) Dilakukan pengukuran, service keseluruhan, cek kondisi part mesin induk (berdasarkan rekomendasi kelas survey)	**173**	20,771				5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,193	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	
	d. Mesin bantu (2 unit) Dilakukan service keseluruhan, cek kondisi part mesin bantu (berdasarkan rekord maintenance rutin)	**46,2**	5,5469				2,77	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77																	
	e. Sistem starting : Dilakukan cek kondisi tabung udara tekan, dan dilakukan uji tekan NDT pada 2 unit tabung udara tekan serta uji pengisian pada compressor	**16**	1,921				1,92	1,92																					100
	f. Sistem instalasi kelistrikan Dilakukan Pemeriksaan sistem ground, isolasi kelistrikan, dan sistem otomatis pada panel-panel	**45,3**	5,4388				2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72																	
6	**Tangki - tangki**																												
	a. Tangki bungker bbm : Dilakukan cleaning secara menyeluruh	**3,8**	0,4562	0,46																									
	b. Tangki bbm harian : Dilakukan cleaning secara menyeluruh	**1**	0,1201	0,12																									80
	c. Tangki ballast kiri/kanan haluan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	**2,8**	0,3362	0,34																									
	d. Tangki ballast kiri/kanan buritan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi karat besi, dan dicat anti karat menyeluruh	**1,6**	0,1921	0,19																									
	e. Tangki bungker air tawar kiri/kanan : Dilakukan cleaning, diperiksa kondisi lapisan coating/semen, diperiksa kondisi karat pada besi, dan dicat anti karat serta dilapisi semen kembali.	**2**	0,2401	0,24																									60
7	**Pintu *rampdoor***																												
	a. Dilakukan uji kekedapan pada celah pintu rampdoor	**32**	3,842	1,92	1,92	1,92	1,92																						
	b. Dilakukan pengukuran ketebalan pelat dinding pintu rampdoor	**7**	0,8404	0,84																									
8	**Jangkar, Rantai jangkar, dan Kotak rantai**																												
	a. Jangkar dan rantai jangkar diturunkan, dibersihkan dan diperiksa pengurangan ketebalannya akibat karat besi serta dicat kembali dengan cat bitumastik	**32**	3,842	1,92	1,92	1,92	1,92																						40
	b. Kotak rantai jangkar dibersihkan dan diukur ketebalannya serta dicat kembali dengan cat	**10,2**	1,2246	1,22	1,22																								
9	**Peralatan pemadam kebakaran**																												
	a. Dilakukan uji fungsi dan perawatan instalasi pipa dan pemercik kabut air (*water springkle*), pada area kamar mesin dan *cardeck*	**40**	4,8025	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4																					
	b. Dilakukan uji otomatisasi sistem alarm dan deteksi kebakaran	**42,6**	5,1147							2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,557	2,56													20
	Total	**832,9**	**100**																										
	Durasi (JO) dalam penyelesaian per-hari (%)			**35,6**	**32,5**	**27,9**	**31,6**	**23,9**	**19,6**	**20,8**	**20,8**	**20,8**	**12,7**	**12,7**	**7,75**	**7,75**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	**5,19**	
	Akumulasi durasi (Jo) efektif dalam progress penyelesaian (T : jam)			**43,6**	**45,2**	**45,3**	**46,3**	**47,3**	**50,2**	**60,2**	**70,6**	**80,2**	**90,8**	**101**	**111,2**	**120**	**128**	**136**	**144**	**153**	**162**	**170**	**173**	**174**	**175**	**175**	**175**	**176**	

Sumber : Hasil olah data Dmin - Dmax

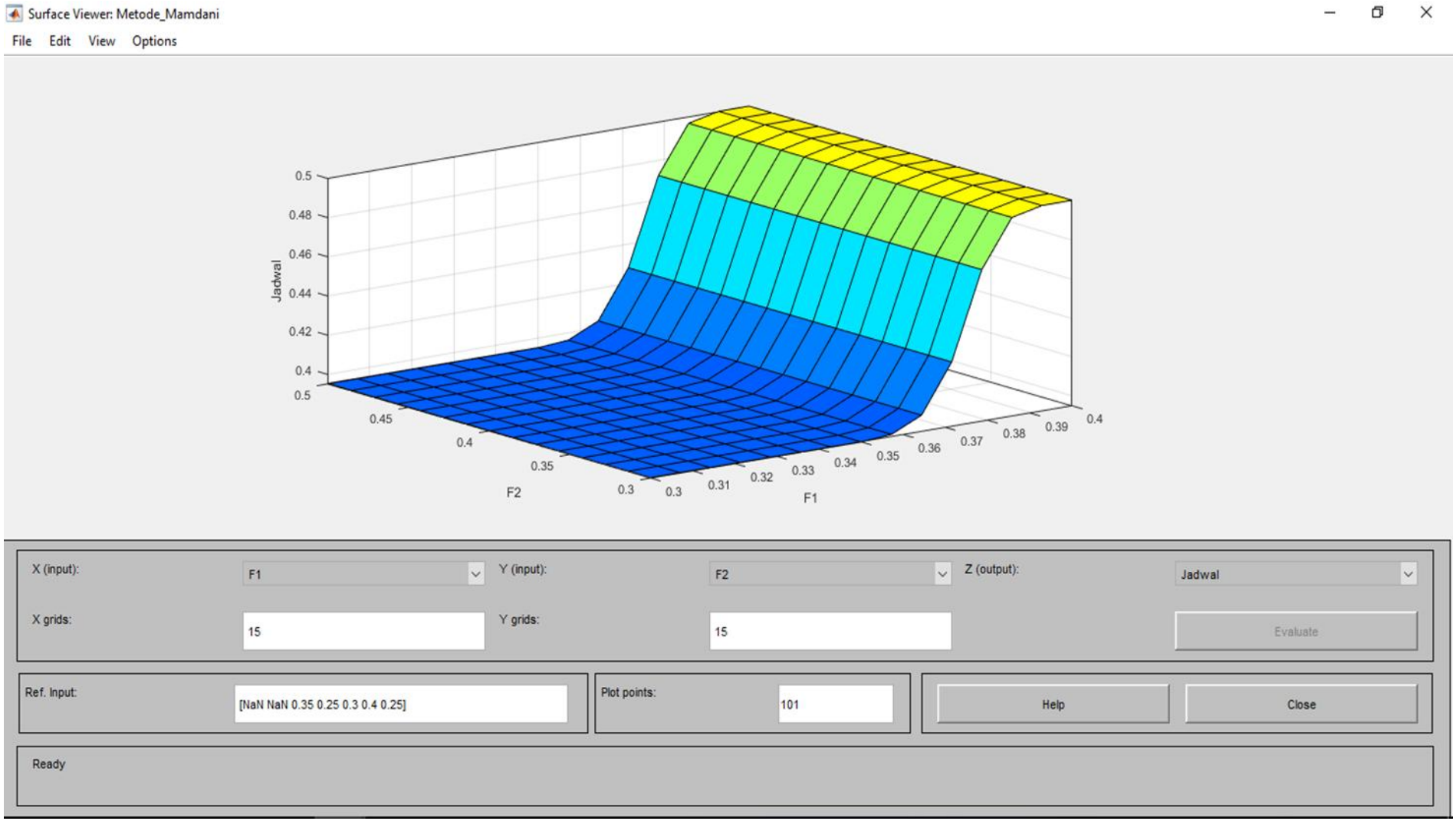
* Dimana : Bobot (%) volume pekerjaan = Durasi paling mungkin / Total keseluruhan pekerjaan docking x 100 %

Lampiran 5A. Detail hasil tampilan variabel *function rule input fuzzy* mamdani

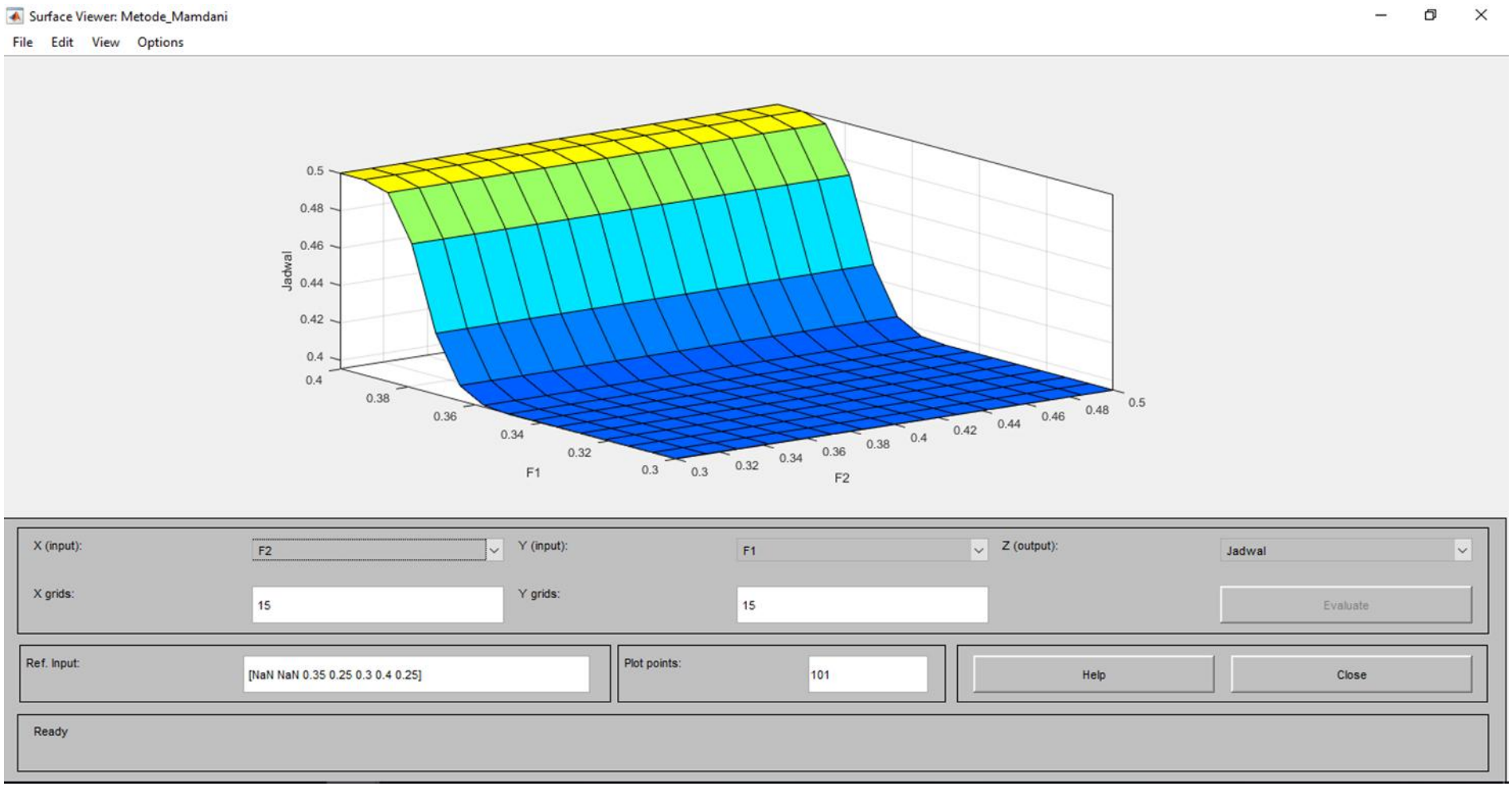


Lampiran 5B. Detail hasil tampilan *output* hasil masukan *rule* dari masing-masing *membership function*

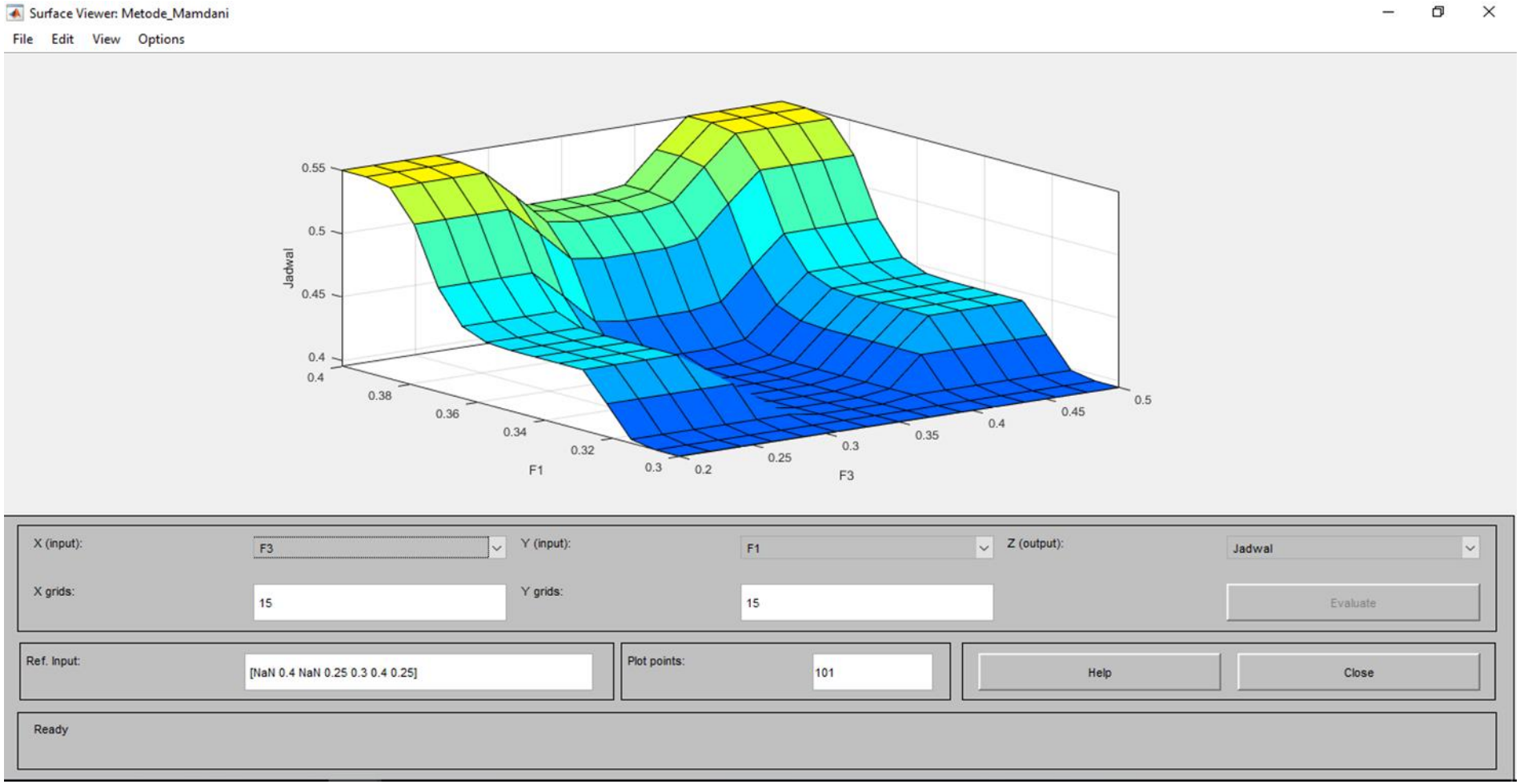
Lampiran 5C. Detail tampilan grafik output fuzzy mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F1) Ketersediaan Peralatan kerja



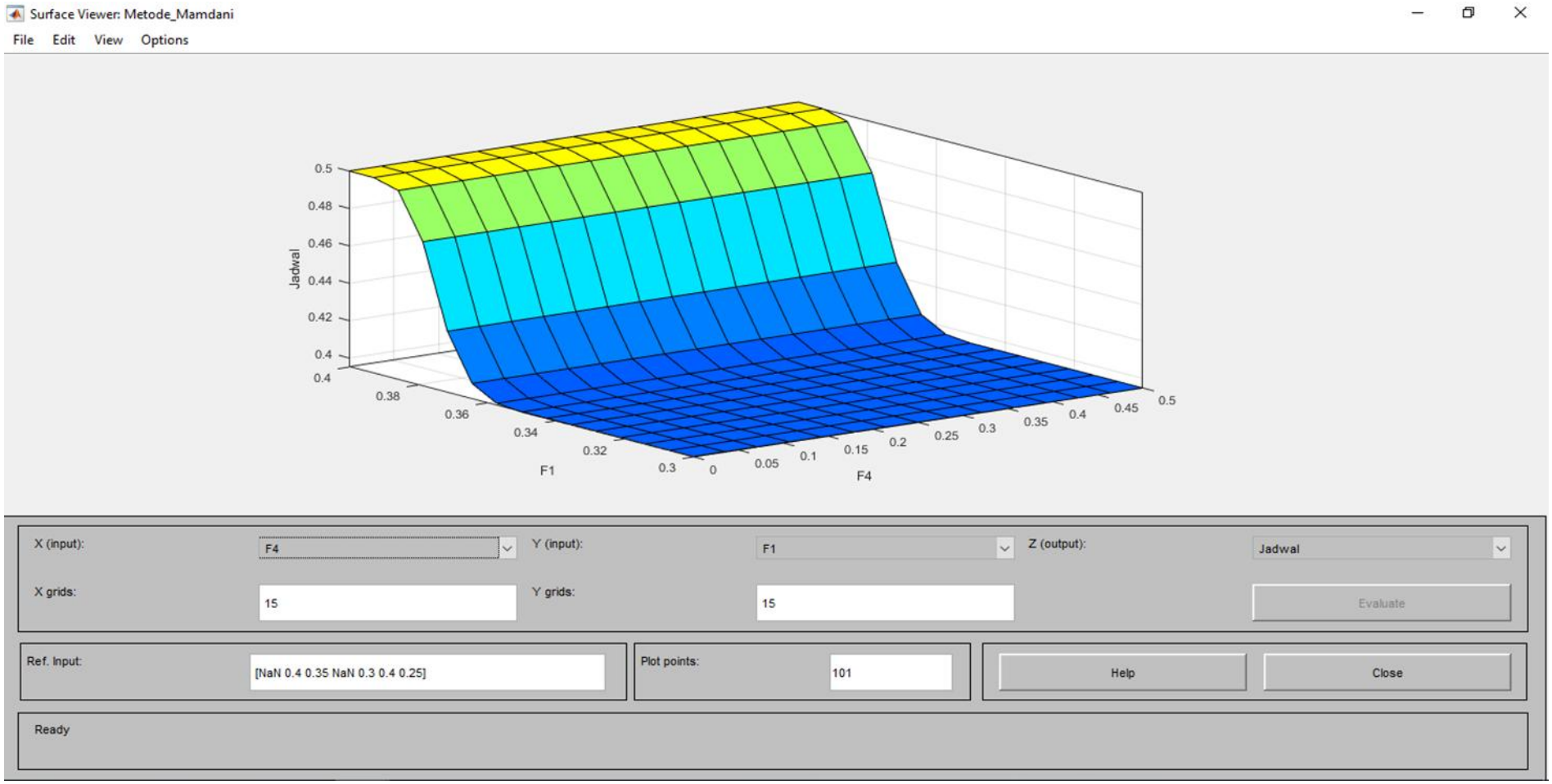
Lampiran 5D. Detail tampilan Grafik output fuzzy mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F2) Pengalaman metode pengerjaan



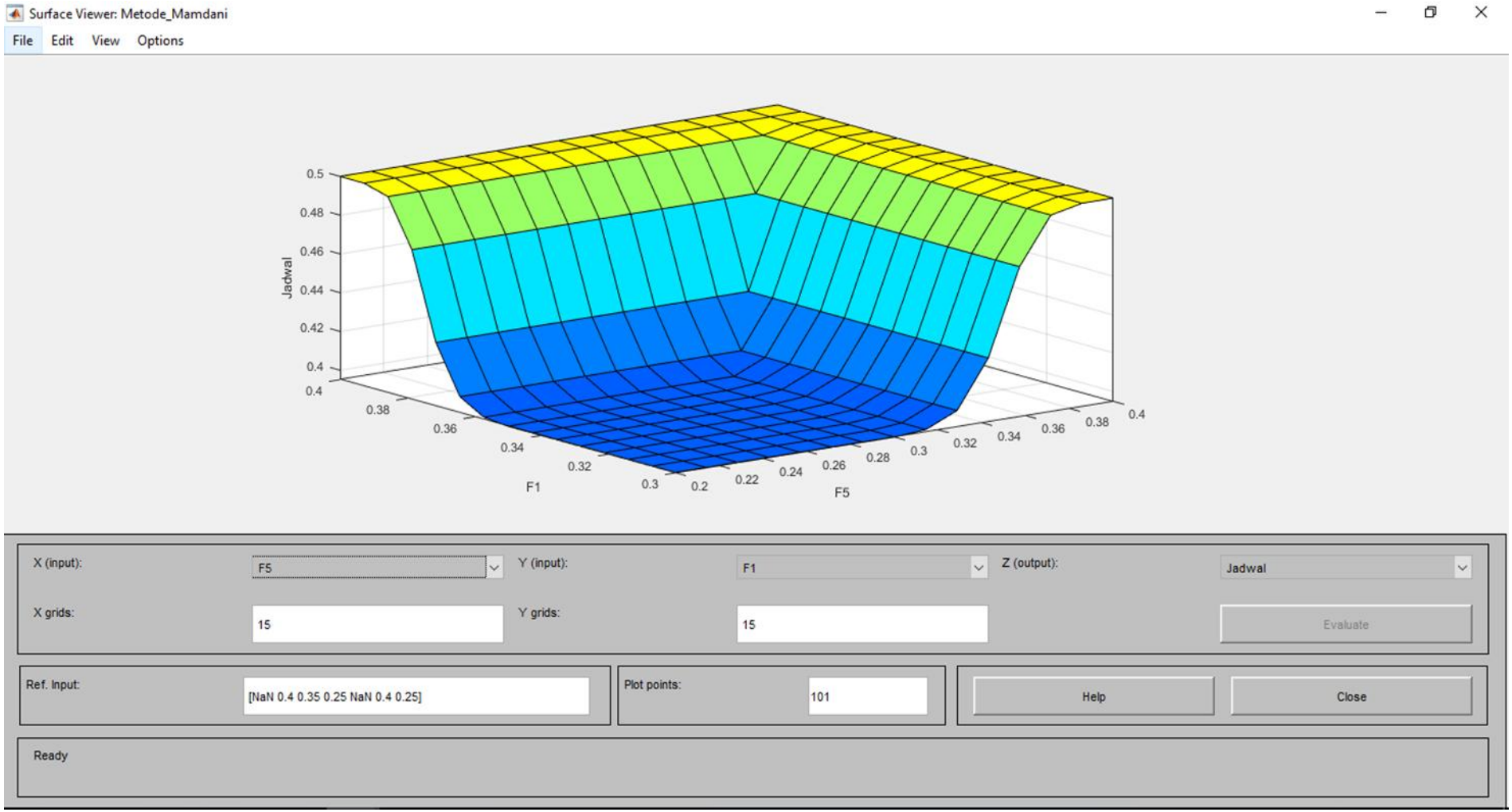
Lampiran 5E. Detail tampilan grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F3) ketepatan suplai kebutuhan kapal



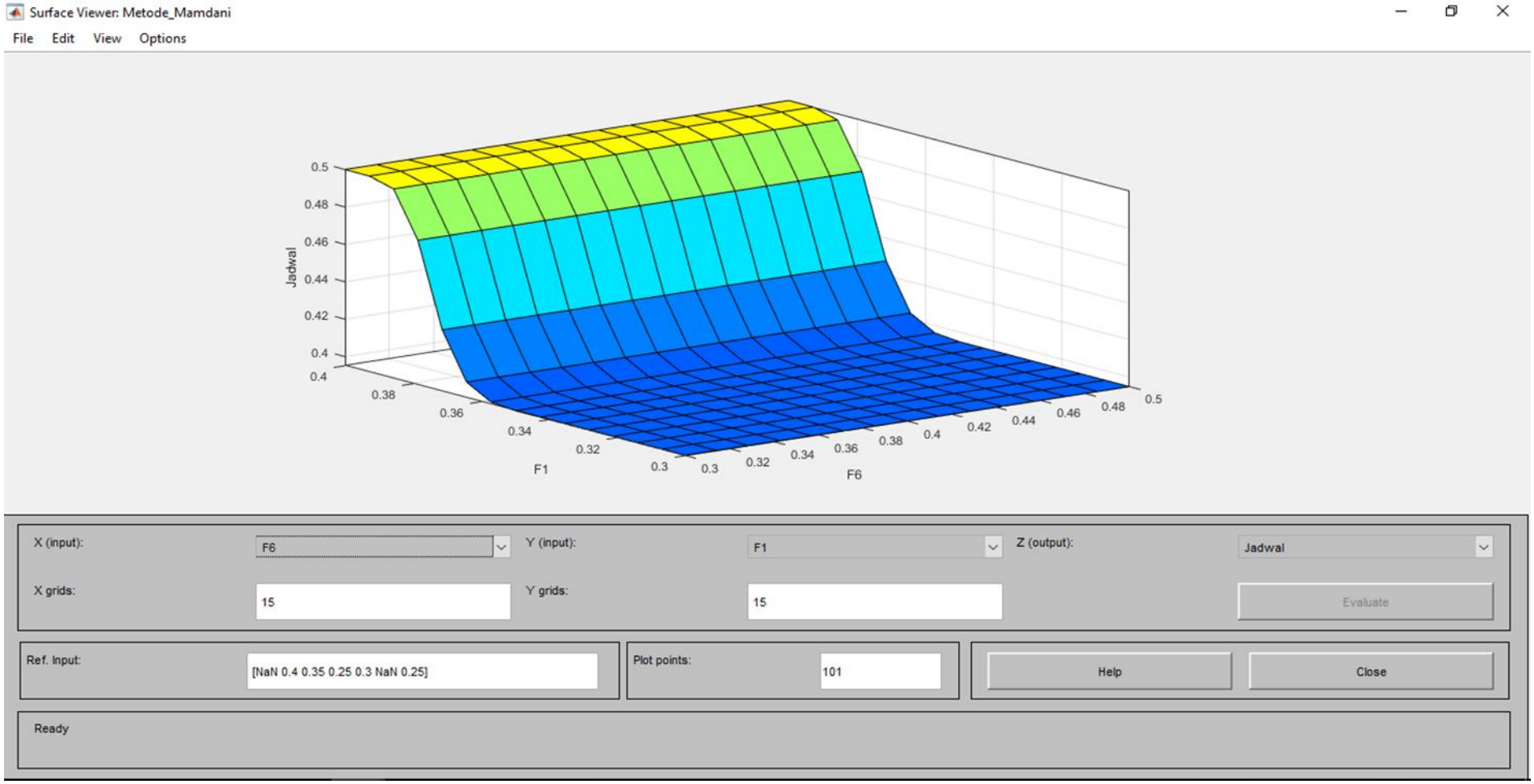
Lampiran 5F. Detail tampilan grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F4) Ketersediaan stok spare pada masing-masing departemen di kapal



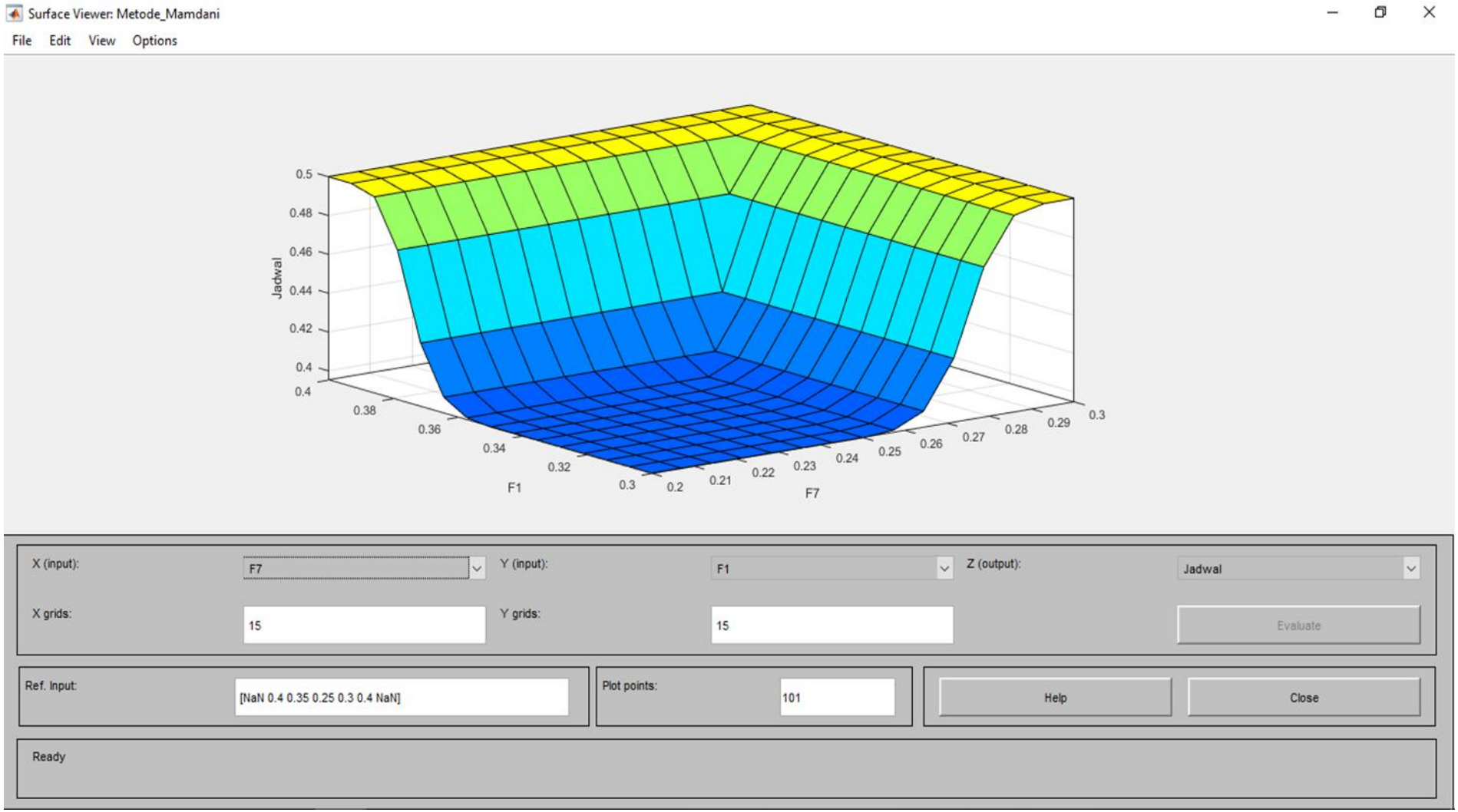
Lampiran 5G. Detail tampilan Grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F5) faktor operasi kapal



Lampiran 5H. Detail tampilan grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F6) Produktifitas kerja dalam berbagai kondisi lingkungan di kapal



Lampiran 5I. Detail tampilan grafik *output fuzzy* mamdani pada faktor yang mempengaruhi (F7) Pengaruh usia kapal



Lampiran 5J.

```
Input numerik pada matlab fuzzy mamdani
[System]
Name='Metode_Mamdani'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=7
NumOutputs=1
NumRules=16
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='F1'
Range=[0.3 0.4]
NumMFs=3
MF1='Lengkap':'gbellmf',[0.025 2.5 0.3]
MF2='Sedang':'gbellmf',[0.025 2.5 0.35]
MF3='Kurang':'gbellmf',[0.025 2.5 0.4]

[Input2]
Name='F2'
Range=[0.3 0.5]
NumMFs=2
MF1='Tinggi':'gbellmf',[0.1 2.5 0.3]
MF2='Sedang':'gbellmf',[0.1 2.5 0.5]
```

```
[Input3]
Name='F3'
Range=[0.2 0.5]
NumMFs=1
MF1='Best':'gbellmf',[0.075 2.5 0.35]

[Input4]
Name='F4'
Range=[0 0.5]
NumMFs=2
MF1='Best':'gbellmf',[0.25 2.5 0]
MF2='Most':'gbellmf',[0.25 2.5 0.5]

[Input5]
Name='F5'
Range=[0.2 0.4]
NumMFs=3
MF1='Rendah':'gbellmf',[0.05 2.5 0.2]
MF2='Sedang':'gbellmf',[0.05 2.5 0.3]
MF3='Tinggi':'gbellmf',[0.05 2.5 0.4]

[Input6]
Name='F6'
Range=[0.3 0.5]
NumMFs=2
MF1='Best':'gbellmf',[0.1 2.5 0.3]
MF2='Most':'gbellmf',[0.1 2.5 0.5]

[Input7]
Name='F7'
Range=[0.2 0.3]
NumMFs=3
MF1='Best':'gbellmf',[0.025 2.5 0.2]
```

```
MF2='Most':'gbellmf',[0.025 2.5 0.25]
MF3='Worst':'gbellmf',[0.025 2.5 0.3]

[Output1]
Name='Jadwal'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='Best':'gbellmf',[0.25 2.5 0]
MF2='Most':'gbellmf',[0.25 2.5 0.5]
MF3='Worst':'gbellmf',[0.25 2.5 1]

[Rules]
1 0 0 0 0 0 0, 1 (1) : 1
2 0 0 0 0 0 0, 2 (1) : 1
3 0 0 0 0 0 0, 3 (1) : 1
0 1 0 0 0 0 0, 1 (1) : 1
0 2 0 0 0 0 0, 2 (1) : 1
0 0 1 0 0 0 0, 1 (1) : 1
0 0 0 1 0 0 0, 1 (1) : 1
0 0 0 2 0 0 0, 2 (1) : 1
0 0 0 0 1 0 0, 1 (1) : 1
0 0 0 0 2 0 0, 2 (1) : 1
0 0 0 0 3 0 0, 3 (1) : 1
0 0 0 0 0 1 0, 1 (1) : 1
0 0 0 0 0 2 0, 2 (1) : 1
0 0 0 0 0 0 1, 1 (1) : 1
0 0 0 0 0 0 2, 2 (1) : 1
0 0 0 0 0 0 3, 3 (1) : 1
```

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Wisnu Firstdhitama, lahir pada 09 April 1986 di Kabupaten Malang, Jawa Timur sebagai anak pertama dari Djoko Santoso dan Sriyati. Pendidikan formal yang ditempuh oleh penulis dimulai dari SDN Keboan-sikep 1 Gedangan, Kota Sidoarjo, SLTP Negeri 2 Kota Sidoarjo, SMA Negeri 1 Gedangan, Kota Sidoarjo. Setelah itu penulis melanjutkan ke pendidikan tinggi di S1 Teknik Perkapalan pada tahun 2004 di Universitas Hang-Tuah Surabaya dan lulus dengan gelar sarjana teknik ditahun 2010. Setelah lulus penulis bekerja disalah satu perusahaan pelayaran PT. SPIL dengan posisi sebagai staf logistik dibagian bunker selama 2 tahun, hingga Selanjutnya pada tahun 2012 penulis memutuskan berhenti dan pindah ke perusahaan pelayaran lainnya PT. Ghalaya Abadi Persada Line dengan posisi staf teknik dibagian perbaikan dan pengedokan kapal. Setelah itu karena pertimbangan kompetensi dan skill maka penulis memutuskan untuk menempuh pendidikan Magister Teknik Perkapalan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Program Studi Teknik Produksi dan Material Kelautan ditahun 2015. Hingga pada tahun 2017 ditengah-tengah studi yang masih ditempuh, penulis mendapat tawaran untuk bergabung sebagai staf operasional teknik dan logistik untuk pengembangan cabang perusahaan asal Kalimantan di wilayah Surabaya. Disela sela kesibukan dan atas bimbingan kedua Dosen pembimbing serta dukungan semua pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini dengan cukup baik meski banyak kekurangan. Penulis berharap kedepannya hasil penelitian yang penulis lakukan dapat bermanfaat bagi perkembangan dunia perkapalan khususnya reparasi kapal.

Data Pribadi Penulis

Nama : Wisnu Firstdhitama

Alamat : Gedangan-Sidoarjo

Email : wisnu553420@yahoo.com