

PERANCANGAN PERHITUNGAN PERSENTASE PEKERJAAN REPARASI KAPAL MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC

—Studi Kasus di PT. Meranti Nusa Bahari—

Designing of Percentage Calculation for Ship Repair using Fuzzy logic

Luh Putri Adnyani¹, Raka Whibiseno¹

¹Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan

Email: luhputria@itk.ac.id

Diterima: 02 Mei 2019; Direvisi: 08 Juli 2019; Disetujui: 11 Juli 2019

Abstrak

Pada pekerjaan reparasi kapal, lingkup pekerjaan dituangkan dalam *work order* atau *repair list*, yang disepakati oleh pihak pemilik kapal dan galangan kapal. Sistem pembayaran biasanya didasarkan pada persentase kemajuan pekerjaan, sebagaimana tertuang pada dokumen kontrak atau Surat Perintah Kerja (SPK). Galangan di Indonesia umumnya menggunakan metode konvensional yang dapat menimbulkan perbedaan pendapat antara pihak pemilik kapal dan galangan. Divisi PPIC PT. Meranti Nusa Bahari merancang metode untuk menghitung persentase pekerjaan dengan hasil yang transparan. Pada penelitian ini dilakukan perancangan metode yang memiliki hasil transparan dan berbentuk sederhana dengan menggabungkan metode konvensional dengan metode PPIC PT. Meranti Nusa Bahari. Perancangan metode perhitungan persentase pekerjaan ini dilakukan pada studi kasus pekerjaan reparasi BG. Merry. Metode ini dirancang dengan menulis program sesuai dengan perhitungan persentase yang dirancang oleh divisi PPIC PT. Meranti Nusa Bahari dan disusun secara sederhana seperti metode konvensional dengan menggunakan *fuzzy logic*. *Fuzzy logic* merupakan metode pemrograman untuk melakukan analisa pada suatu data dengan memproses data atau nilai-nilai yang rumit dan mengubahnya menjadi kesimpulan atau *output* yang mudah diterima dan ditafsirkan manusia. Simulasi perhitungan persentase pekerjaan dilakukan pada nilai 25 persen. Hasil perbandingan persentase pekerjaan metode rancangan PPIC PT. Meranti Nusa Bahari, metode konvensional dan metode *fuzzy logic* adalah: 25,32 persen, 28,10 persen dan 25,54 persen. Dari penelitian didapatkan bahwa metode perhitungan persentase yang dirancang menggunakan *fuzzy logic* dapat menghasilkan nilai persentase yang transparan dan berbentuk sederhana.

Kata kunci: reparasi kapal, kemajuan pekerjaan, metode rancangan PPIC, *fuzzy logic*

Abstract

In ship repair, the scope of work is stated in a work order or repair list, agreed upon by the ship owner and shipyard. The payment system is usually based on the percentage of work progress, as stated in the contract document or work order. Shipyards in Indonesia generally use conventional methods that can lead the differences of opinion between the owner and the shipyard. PPIC Division in PT. Meranti Nusa Bahari designed a method to calculate the percentage of work with more transparent results. In this

research, a method that has transparent and simple form is done by combining conventional and PPIC method. The design of the percentage calculation method of this work was carried out in the case study of BG Merry's repair. This method is designed by writing a program in accordance with the percentage calculation designed by the PPIC division of PT. Meranti Nusa Bahari and arranged in a simple manner as a conventional method using fuzzy logic. Fuzzy logic is a programming method for analyzing data by processing complex data or values and turning them into conclusions or output that are easily accepted and interpreted by humans. Simulation calculation of the percentage of work was carried out at a value of 25 percent. The results for the comparison from the percentage of PPIC division of PT. Meranti Nusa Bahari design methods, conventional methods and fuzzy logic methods are 25.32 percent, 28.10 percent and 25.54 percent, respectively. From the research, it was found that the percentage calculation method using fuzzy logic can produce a percentage value that is more transparent and simpler.

Keywords: ship repair, progress of work, PPIC design method, fuzzy logic

PENDAHULUAN

Aktivitas perbaikan kapal dibedakan menjadi tiga jenis, antara lain: pemeriksaan dan layanan rutin yang dapat dilakukan oleh staf kapal dan tidak mengharuskan kapal itu masuk ke galangan; pemeliharaan skala menengah yang mengharuskan kapal berlabuh di pelabuhan untuk melakukan pemeliharaan; dan pemeliharaan menyeluruh yang membutuhkan galangan kapal (Deris dkk., 1999).

Reparasi kapal di galangan memiliki *item-item* pekerjaan yang ditulis di dalam *work order* (Wireman, 2010). Jumlah *item* pekerjaan selesai berpengaruh pada nilai persentase kemajuan pekerjaan, nilai ini berdampak pada pekerjaan reparasi karena berkaitan dengan pembayaran (Epstein, 2009). Galangan kapal yang berukuran menengah ke bawah di Indonesia umumnya menggunakan asumsi dan *engineering judgement* ketika menentukan persentase kemajuan pekerjaan. Asumsi persentase kemajuan pekerjaan yang dibuat dengan asumsi, cenderung bersifat subjektif dan dapat menimbulkan perbedaan pendapat yang dapat merugikan pihak galangan atau pihak pemilik kapal.

Pihak galangan membutuhkan metode perhitungan persentase yang menunjukkan kemajuan pekerjaan sesuai dengan lapangan. Hal ini dilakukan untuk menghindari kerugian yang dapat terjadi pada pihak-pihak terkait. Divisi *Production Planning and Inventory Control* (PPIC) PT. Meranti Nusa Bahari telah membuat suatu metode perhitungan persentase kemajuan pekerjaan yang nilai persentasenya berdasarkan pada pembobotan harga *item* pekerjaan dan sesuai dengan yang terjadi di lapangan dan dibuat dengan terperinci menggunakan banyak *item*

(PT Meranti Nusa Bahari, 2016). Sebelum adanya metode PPIC, PT. Meranti Nusa Bahari menggunakan metode konvensional dengan *engineering judgement* yang bersifat subjektif dan seringkali kurang tepat sehingga memiliki dampak merugikan salah satu pihak. Di sisi lain, metode konvensional memiliki kelebihan yaitu sederhana, mudah diterima dan dipahami.

Sebagian besar penelitian menonjolkan pendekatan deterministik, sementara masalah penjadwalan personel berhubungan dengan berbagai sumber ketidakpastian (Bergh dkk., 2013). Oleh karena itu, perlu ada simulasi perilaku stokastik dari beberapa komponen masalah dan mengembangkan algoritma yang memungkinkan penjadwalan ulang berdasarkan informasi baru. Karena itu, diusulkan model optimasi berdasarkan metode PPIC dan dengan melihat kemudahan yang dimiliki metode konvensional untuk menghitung persentase pekerjaan perbaikan kapal.

Fuzzy logic merupakan metode pemrograman untuk melakukan analisa pada suatu data dengan memproses data atau nilai-nilai yang rumit dan mengubahnya menjadi kesimpulan atau *output* yang mudah diterima dan ditafsirkan manusia (Sivanandam dkk., 2006).

Penelitian dilakukan pada studi kasus pekerjaan reparasi BG. Merry yang dilakukan di PT. Meranti Nusa Bahari. Hal ini dilakukan untuk membantu proses penulisan program dengan berdasarkan pada metode yang telah dirancang oleh divisi PPIC PT. Meranti Nusa Bahari.

TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur dan mengkomunikasikan progres kinerja

suatu proyek adalah metode *earned value management* (EVM). Variabel penting dalam metodologi ini adalah waktu (*schedule*), biaya (*cost*) dan pekerjaan (*work*) (Wahyuni dan Bambang, 2018). Metode lain yang biasanya digunakan untuk penentuan jadwal, salah satunya merupakan jadwal reparasi kapal, adalah *critical path method* atau metode jalur kritis. Jalur kritis mempunyai arti penting dalam suatu proyek karena kegiatan-kegiatan yang melewati jalur kritis diusahakan tidak mengalami kelambatan penyelesaian (Olivia dkk., 2015).

Fuzzy logic banyak digunakan dalam penentuan jadwal reparasi kapal. Dasar pemilihan metode *fuzzy* yakni menjabarkan permasalahan samar-samar, ambigu, fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. (Firstdhitama dkk., 2018).

Fuzzy logic inference process merupakan serangkaian proses yang terdapat dalam model *fuzzy inference system* dan merupakan proses formulasi dan pemetaan suatu *input* menjadi *output*. *Fuzzy Inference System* (FIS) adalah komponen yang membentuk *fuzzy output* dari *input fuzzy set* yang dihubungkan dengan *rules* yang telah dibuat (Cordon dkk., 2001). Untuk membentuk suatu *fuzzy logic inference process* dibutuhkan *input* dan *rules* atau aturan. Komponen ini dibentuk di dalam *fuzzy inference system* yang terdiri dari lima tahapan kerja atau parameter yaitu:

- *Fuzzification*

Fuzzification merupakan tahapan di mana data-data himpunan *crisp* ditafsirkan menjadi bagian-bagian dari *membership function* pada *fuzzy sets*. Himpunan *crisp* merupakan bentuk himpunan yang sederhana dan biasa dikenal dengan himpunan yang menyatakan sesuatu dalam angka 1 atau 0, ya atau tidak, besar atau kecil dan sebagainya (Sivanandam dkk., 2006). Dalam proses *fuzzification*, data-data himpunan *crisp* harus ditafsirkan menjadi *membership function*. Ada beberapa jenis *membership function* diantaranya seperti *trapezoid*, *triangular*, *gaussians*, *sigmoidal*, *Z-shape* dan masih banyak lagi.

- *Fuzzy Operator*

Setelah proses *fuzzification*, masing-masing bagian dari *input* sudah ditafsirkan dan diletakkan sesuai dengan *membership function*-nya masing-masing. Jika anteseden aturan tertentu memiliki lebih dari satu bagian, *fuzzy operator* diterapkan untuk mendapatkan satu nilai yang mewakili hasil dari anteseden tertentu untuk aturan tersebut, jumlah ini kemudian diterapkan pada fungsi *output*. *Input* ke *fuzzy operator* dilakukan

dengan dua atau lebih nilai *membership function* dari variabel-variabel *fuzzified input*. Sedangkan *output*-nya adalah nilai kebenaran yang tunggal (Sumathi dan Paneerselvam, 2010).

- *Implication Method*

Sebelum menetapkan *implication method*, aturan-aturan yang ada pada FIS, harus diberikan nilai bobot dari 0 hingga 1. Setelah bobot yang tepat telah ditetapkan untuk setiap aturan, *implication method* dapat diimplementasikan. *Fuzzy set* diwakili oleh *membership function*. Nilai bobot yang ditentukan akan menggambarkan karakteristik dari *fuzzy set* itu sendiri. *Implication method* dapat diimplementasikan untuk setiap aturan. *Implication method* memiliki fungsi yang sama dengan *AND method* yaitu *min* (*minimum*), yang merupakan metode yang memotong *output fuzzy set*, dan *prod* (*produk*) yang melakukan penyekalaan pada *output fuzzy set* (Sumathi dan Paneerselvam, 2010).

- *Aggregation*

Segala bentuk *output* yang dikeluarkan oleh *fuzzy logic* bergantung pada susunan aturan atau *rules* yang telah dibuat, aturan-aturan ini harus disusun agar *fuzzy* dapat mengeluarkan *output*. *Aggregation* merupakan proses penggabungan dan penyusunan semua *fuzzy set* dari setiap aturan menjadi satu *fuzzy set*. *Aggregation* dilakukan hanya sekali dari setiap *output* yang dikeluarkan, *input* untuk *aggregation* adalah daftar fungsi *output* yang telah diproses pada langkah *implication*. *Aggregation* dapat menggunakan metode kerja *maximum*, *probabilistic* dan penjumlahan (Sivanandam dkk., 2006).

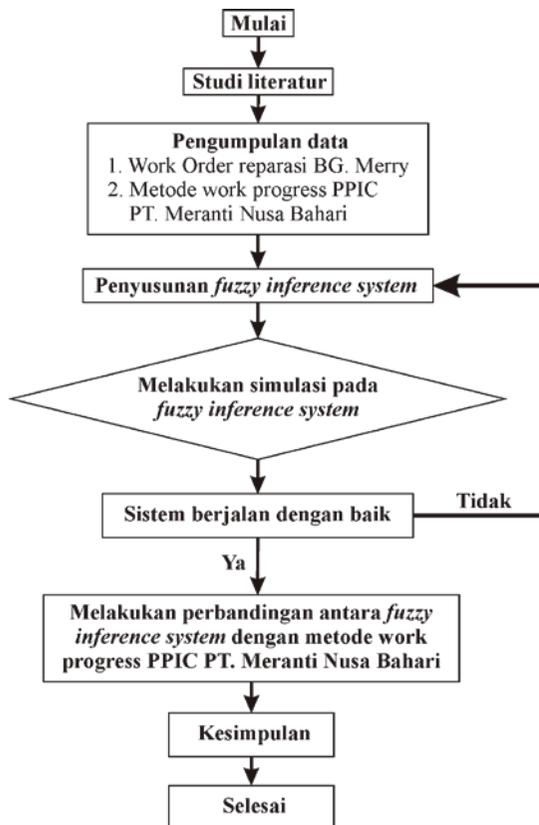
- *Defuzzification*

Input dari *defuzzification* adalah *fuzzy set* yang telah diagregasi atau telah melewati proses *aggregation*, *output* dari *defuzzification* adalah angka atau *output* yang sebenarnya. *Defuzzification* adalah proses pengambilan keputusan. Proses *aggregation* memberikan *fuzzy set* dalam banyak bentuk nilai *output*, karena itu perlu dilakukan *defuzzification* untuk mengambil satu bentuk nilai *output*. Ada lima metode *defuzzification* yang umum digunakan seperti *centroid*, *bisector*, *largest of maximum*, *smallest of maksimum*, dan *middle of maximum* (Siddique dan Adeli, 2013).

METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1, dengan membuat serangkaian sistem

fuzzy logic yang digunakan untuk menentukan persentase progres pekerjaan reparasi pada kapal studi kasus yaitu BG. Merry. Sistem ini kemudian dapat digunakan sebagai metode baru untuk melakukan perhitungan persentase pekerjaan reparasi kapal.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan awal untuk memulai penelitian ini adalah dengan melakukan studi literatur dan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam menunjang penelitian. Data yang diperoleh didapat dari PT. Meranti Nusa Bahari adalah *work order* reparasi BG. Merry, metode konvensional PT. Meranti Nusa Bahari dan metode PPIC PT. Meranti Nusa Bahari.

Langkah selanjutnya adalah menyusun *fuzzy logic* melalui proses formulasi dan pemetaan data yang didapat menjadi *fuzzy set input*, *fuzzy set output* dan *rules*. Model-sistem *fuzzy logic* yang digunakan adalah *Mamdani-system*. Kelebihan dari *Mamdani-system* adalah sistem ini mudah diterima dan dioperasikan manusia, memiliki jangkauan yang sangat luas dan fleksibel serta memiliki sifat mudah ditafsirkan (Trillas dkk., 2012). Selanjutnya adalah melakukan penyusunan FIS yang membentuk *fuzzy set output* dari

fuzzy set input yang dihubungkan dengan *rules* yang telah dibuat.

Penyusunan FIS dimulai dengan melakukan pendefinisian data secara objektif dan menentukan kriteria kontrol.

FIS dibuat dengan menentukan lima parameter, yaitu *fuzzification*, *fuzzy operator*, *implication method*, *aggregation* dan *defuzzification* (Sumathi dan Paneerselvam, 2010).

Pada penelitian ini *fuzzy operator* menggunakan “*and method*” tipe “*minimum*” dan untuk “*or method*” digunakan tipe “*maximum*”. *Implication method* yang digunakan adalah “*minimum*”, *aggregation* menggunakan “*sum*” atau penjumlahan dan *defuzzification* menggunakan “*middle of maximum*”. Setelah proses penyusunan *fuzzy logic* selesai, selanjutnya adalah melakukan simulasi pada perhitungan persentase pekerjaan dengan *fuzzy logic* sampai hasil perhitungannya menunjukkan hasil yang sesuai dengan yang terjadi di lapangan. Terakhir adalah membandingkan masing-masing hasil dari ketiga metode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

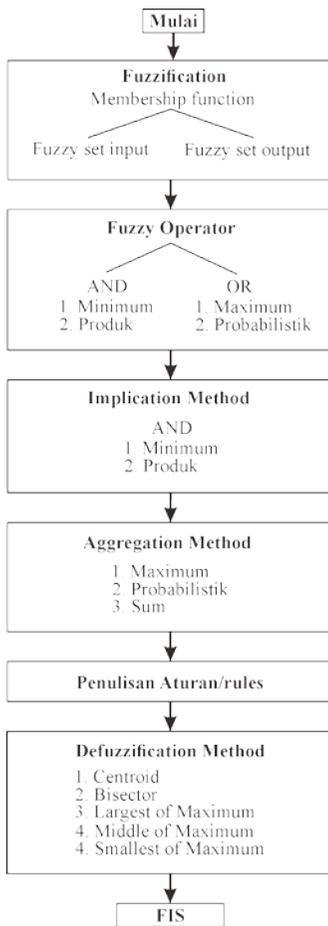
Penyusunan Fuzzy Logic

Hasil dari penelitian ini adalah metode perhitungan persentase pekerjaan reparasi kapal yang disusun dengan *fuzzy logic*. Penyusunan *fuzzy logic* berdasar pada pekerjaan reparasi BG, Merry. *Item* pekerjaan terbagi menjadi tujuh *item* utama. Tujuh *item* ini kemudian ditulis sebagai *fuzzy inference system* yang membentuk variabel-variabel untuk menghitung persentase pekerjaan pada reparasi BG. Merry. *Item-item* ini antara lain pelayanan umum, perawatan badan kapal, *replating*, tangki-tangki, perlengkapan lambung, jangkar serta perlengkapannya dan laporan pengedokan (PT. Meranti Nusa Bahari, 2016).

Bobot setiap *item* pekerjaan ditulis sesuai dengan bobot setiap *item* pekerjaan reparasi BG. Merry, agar tidak mengurangi tingkat ketepatan metode perhitungan dengan menggunakan *fuzzy logic*. Input nilai yang digunakan pada metode *fuzzy logic* adalah nilai satuan pekerjaan sesuai dengan *work order* reparasi BG. Merry agar metode perhitungan dengan menggunakan *fuzzy logic* tetap bersifat realistis.

Penyusunan data yang ditulis dalam *fuzzy inference system* dilakukan dengan *software* Matlab dan menggunakan *fuzzy logic designer*. Langkah-langkah untuk melakukan penulisan dan penyusunan *fuzzy inference system* ditunjukkan di

dalam diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penyusunan *fuzzy inference system*

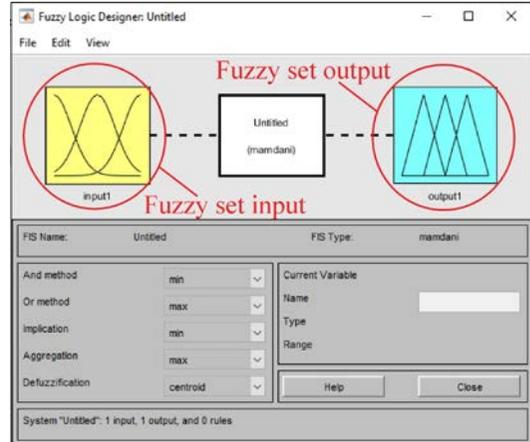
Gambar 3 adalah salah satu metode untuk melakukan *fuzzification*.

Perbedaan antara hasil perhitungan persentase dengan metode *fuzzy logic* yang disusun berdasarkan metode rancangan PPIC PT Meranti Nusa Bahari perlu dibandingkan dengan metode konvensional. Studi kasus dilakukan pada saat persentase seluruh pekerjaan reparasi BG. Merry selesai 25% dari 100%.

Pelayanan umum terdiri dari pekerjaan *docking*, *launching*, asistensi tali-temali, asistensi *mooring boat*, pemasangan ganjal, penyewaan dok, dan penggunaan alat angkat yang memiliki bobot 4,41% dapat dilihat pada Gambar 4.

FIS pelayanan umum ditulis dalam empat bagian, menggunakan dua *fuzzy set input* yaitu persentase pekerjaan *docking* dan persentase pekerjaan *launching*. *Fuzzy set input* ini menggunakan *membership function*

tipe *gauss* dan ditulis dalam bentuk persentase pekerjaan yang dibagi menjadi empat *membership function* yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100% dan *fuzzy set output* ditulis dalam bentuk yang sama dengan *fuzzy set input*.

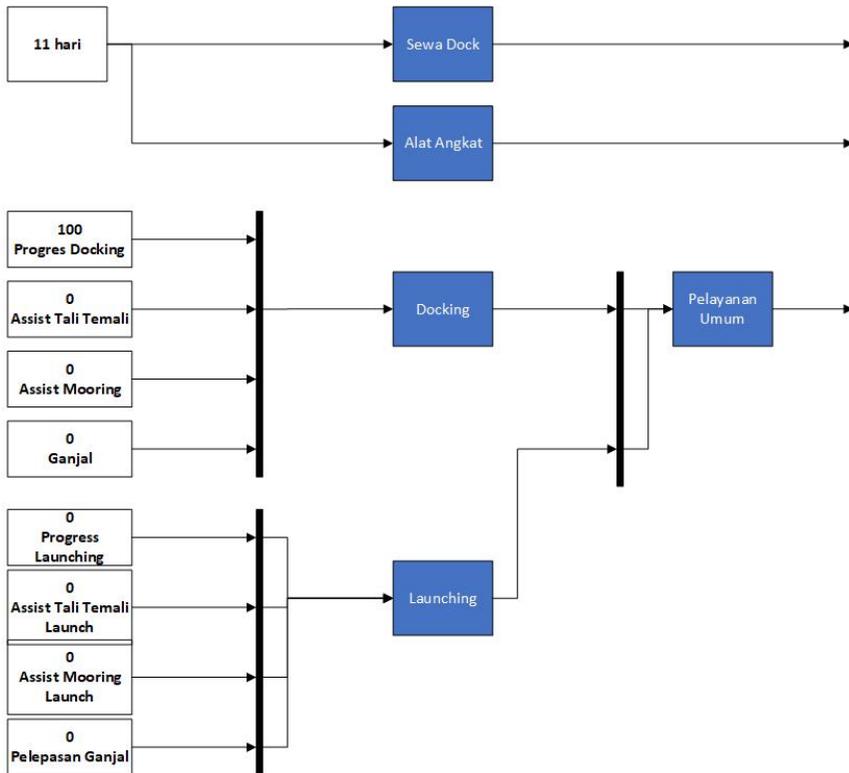


Gambar 3. Kolom penulisan *fuzzy set input* dan *fuzzy set output*

Item pekerjaan FIS pelayanan umum ditulis tidak serinci seperti metode rancangan PPIC, tetapi penyusunan ini diharapkan menjadi lebih sederhana dibandingkan metode rancangan PPIC. Sesuai dengan metode rancangan PPIC yang dijadikan acuan, progres *docking* telah selesai di hari pertama, maka pada input “*progress docking*” ditulis 100% dan pada “ganjal” ditulis dengan *input* (1). Persentase 25% dicapai pada hari ke-11 pekerjaan, hari ke-11 ditulis kedalam *input* FIS penyewaan dok dan penggunaan alat angkat.

Sedangkan FIS penyewaan dok dan FIS penggunaan alat angkat ditulis dan disusun secara terpisah dengan *input* berbentuk hari. Aturan atau *rules* disusun dan ditulis dengan formulasi jika FIS persentase pekerjaan *docking* adalah 25% dan FIS persentase pekerjaan *launching* adalah 25%, maka persentase pelayanan umum adalah 25%. Jika FIS persentase pekerjaan *docking* adalah 50% dan FIS persentase pekerjaan *launching* adalah 50%, maka persentase pelayanan umum adalah 50%, aturan ini juga berlaku untuk persentase pekerjaan 75% dan 100%

Perawatan badan kapal terdiri dari *scraping*, *sandblasting*, cuci air tawar, pengecatan dan pemasangan *zink*/anti karat baru. Bobotnya adalah 24,16% dan diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 4. FIS pelayanan umum

Seluruh *membership function* pada *fuzzy set input* dan *fuzzy set output* FIS yang ada pada perawatan badan kapal menggunakan *membership function* tipe *gauss* dan dibagi menjadi empat bagian yaitu 25%, 50%, 75% dan 100%. FIS perawatan badan kapal menggunakan input dengan satuan luas area yang telah selesai dalam m^2 dan jumlah *zink* yang terpasang. Semua *rules* pada FIS disusun apabila perawatan badan kapal selesai 25%, maka persentase pekerjaan badan kapal adalah 25%, aturan ini ditulis dan disusun serupa untuk 50%, 75% dan 100%.

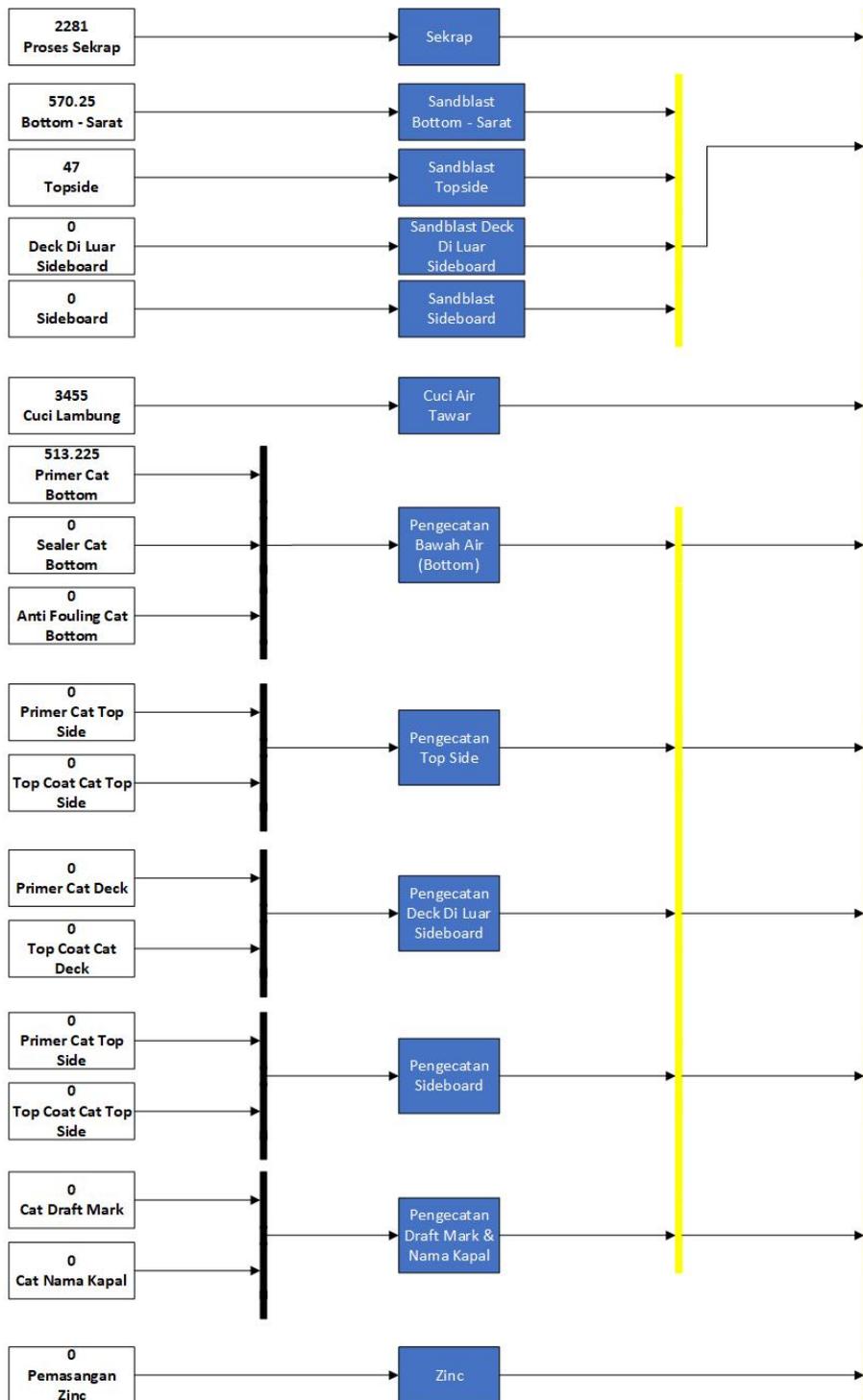
FIS perawatan badan kapal disusun dan ditulis serupa dengan metode rancangan PPIC. *Scrapping* diselesaikan pada hari ke-8, input yang ditulis adalah 2281 dari 2281 m^2 , nilai ini berasal dari satuan pekerjaan yang didapat dari *work order*. Untuk *sandblasting* yang telah dikerjakan adalah 25% *sandblasting bottom* sampai *waterline*, 25% dari 2282 m^2 adalah 570,25 m^2 . *Sandblasting topside* telah dikerjakan sebanyak 4% dari 1174 m^2 yaitu 47 m^2 . Cuci air tawar diselesaikan pada hari ke-8 dan ditulis 3455 m^2 sesuai satuan yang ada di *work order*.

Salah satu pekerjaan pengecatan dilakukan pada hari ke-12 dan selesai 25%, pekerjaan ini adalah

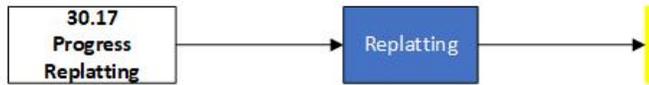
pengecatan primer bagian bawah air, 22,5% dari 2281 m^2 adalah 513,225 m^2 .

Replating merupakan salah satu *item* utama dalam proses reparasi kapal dengan bobot 64,56% seperti pada Gambar 6.

Berdasarkan pada metode acuan rancangan PPIC, *replating* telah selesai 30,17% saat persentase pekerjaan mencapai nilai 25%. Pada *item* pekerjaan *replating*, *input* yang ditulis pada metode perhitungan *fuzzy logic* adalah 30,17%. Pekerjaan *replating* BG. Merry dibagi menjadi dua bagian pekerjaan, *replating hull* dan *bottom* serta *replating sideboard*. penulisan dan penyusunan FIS ditulis dalam 1 FIS dan menggabungkan kedua *item replating*. Satuan *input* yang digunakan pada FIS *replating* ditulis dalam persen, satuan persen ini digunakan untuk mempermudah penilaian persentase pekerjaan *replating* secara langsung. *Fuzzy set input* dan *fuzzy set output* FIS ini menggunakan *membership function* tipe *gauss* dan ditulis dalam persentase yang dibagi menjadi empat. *Rules* ditulis dan disusun apabila *replating* selesai 25%, maka persentase pekerjaan *replating* adalah 25%, aturan ini ditulis dan disusun serupa untuk 50%, 75% dan 100%.



Gambar 5. FIS Perawatan Kapal



Gambar 6. FIS replating



Gambar 7. FIS perlengkapan lambung, jangkar dan pembuatan laporan

Item perlengkapan lambung adalah pekerjaan pemasangan *fender*, disusun seperti Gambar 7. Setelah melakukan perhitungan menggunakan metode *fuzzy logic* dengan *input* yang sama dengan metode lainnya, didapatkan persentase sebesar 25,54%.

FIS perlengkapan lambung menggunakan *membership function* tipe *gauss* dan ditulis dalam persentase yang dibagi menjadi empat. *Input* yang digunakan FIS perlengkapan lambung adalah jumlah ban dapra yang telah dipasang. *Fuzzy set output* FIS perlengkapan lambung ditulis seperti *fuzzy set input*, dan aturan yang ditulis adalah apabila *fender* dipasang adalah 25%, maka persentase pekerjaan perlengkapan lambung adalah 25%, aturan ini ditulis dan disusun serupa untuk 50%, 75% dan 100%.

Item pekerjaan jangkar dan perlengkapannya adalah pekerjaan untuk mengganti jangkar kapal disusun seperti pada Gambar 7, *item* pekerjaan ini memiliki bobot 0.46%.

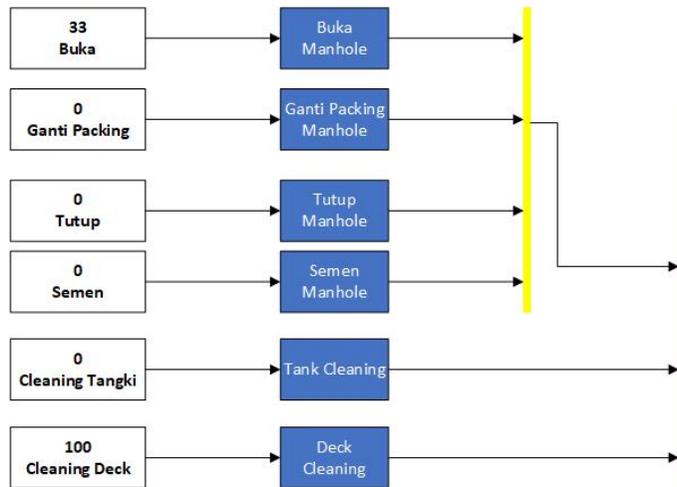
FIS ini menggunakan *membership function* tipe *gauss* dan dibagi menjadi empat bagian. *Input* yang digunakan pada FIS ini adalah “jangkar terpasang” (1) dan “jangkar belum terpasang” (0), *fuzzy set output* ditulis serupa dengan *fuzzy set input*-nya. Penulisan aturannya adalah apabila kemajuan pemasangan jangkar adalah 25%, maka persentase pekerjaan jangkar dan perlengkapannya adalah 25%, aturan ini ditulis dan disusun serupa untuk 50%, 75% dan 100%. Setelah melakukan perhitungan menggunakan metode *fuzzy logic* dengan *input* yang sama dengan metode lainnya, didapatkan persentase sebesar 25,54%.

Pembuatan laporan adalah *item* terakhir dan disusun seperti Gambar 7, laporan berfungsi memberikan informasi mengenai hal-hal penting mengenai kapal selama kapal dalam masa reparasi, pembuatan laporan ini memiliki bobot sebesar 0,09%. FIS laporan *pengedokan* ini menggunakan *membership function* tipe *gauss* dan ditulis dalam persentase sama seperti *fuzzy set output*. Aturan atau *rules* pada FIS ini ditulis apabila kemajuan pembuatan laporan adalah 25%, maka persentase pembuatan laporan adalah 25%, aturan ini ditulis dan disusun serupa untuk 50%, 75% dan 100%.

Manhole, pembersihan tangki dan pembersihan dek merupakan bagian dari pekerjaan tangki-tangki, ditulis sebagai FIS pekerjaan tangki-tangki dapat dilihat pada Gambar 8. *Item* pekerjaan tangki-tangki memiliki bobot sebesar 5,45%.

Fuzzy set input dan *fuzzy set output* FIS tangki-tangki menggunakan *membership function* tipe *gauss* dan ditulis dalam bentuk persentase. FIS *manhole* ditulis secara khusus dengan membaginya menjadi “membuka *manhole*”, “mengganti *packing manhole*”, “menutup *manhole*” dan “penyemenan *manhole*”, FIS *manhole* menggunakan satuan *input* jumlah *manhole* yang telah dikerjakan. *Rules* ditulis dan disusun apabila *item* pekerjaan tangki-tangki selesai 25%, maka persentase pekerjaan tangki-tangki adalah 25%, aturan ini ditulis dan disusun serupa untuk 50%, 75% dan 100%.

Untuk *item* pekerjaan tangki-tangki, dari hari pertama sampai hari ke-11 reparasi BG. Merry, semua *manhole* telah dibuka dan dek telah dibersihkan.



Gambar 8. FIS tanki-tangki

Perbandingan Perhitungan Persentase Pekerjaan Masing-masing Metode

Pada penelitian ini, perbandingan hasil perhitungan persentase pekerjaan setiap metode dibandingkan pada hasil 25%, di hari ke-11 pekerjaan reparasi BG. Merry.

Tabel 1. Hasil perhitungan persentase pekerjaan pada persentase 25% untuk setiap metode

Item Pekerjaan	Persentase Pekerjaan		
	Metode Rancangan PPIC	Metode Konvensional	Metode Fuzzy Logic
Pelayanan Umum	1,59%	2,50%	1,71%
Perawatan Badan Kapal	3,97%	4,00%	4,07%
Replating	19,48%	20,00%	19,40%
Tangki-tangki	0,40%	1,60%	0,40%
Perlengkapan Lambung	0,00%	0,00%	0,00%
Jangkar dan Perlengkapannya	0,00%	0,00%	0,00%
Laporan	0,00%	0,00%	0,00%
Total Persentase	25,32%	28,10%	25,54%

Berdasarkan hasil persentase pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa nilai persentase hasil perhitungan metode konvensional memiliki hasil yang terbesar dibandingkan dengan 2 metode yang lain. Perbedaan ini disebabkan karena pembobotan nilai setiap item pekerjaan pada metode perhitungan konvensional merupakan nilai-nilai yang dihasilkan dari asumsi. Asumsi setiap orang berbeda-beda, dan setiap penentuan progres pekerjaan harus dirapatkan dengan galangan dan pemilik kapal. Perbedaan inilah yang sering menimbulkan permasalahan dalam perhitungan persentase pekerjaan bila menggunakan metode konvensional. Nilai-nilai yang ditulis pada metode konvensional tidak dapat dibuktikan sepenuhnya,

perundingan perlu dilakukan untuk menyatukan asumsi bahwa nilai yang diambil adalah benar.

Pada metode dengan menggunakan *fuzzy logic*, penulisan *item* pekerjaan pelayanan umum pada *item* asistensi *mooring boat*, asistensi tali-temali dan pemasangan ganjal ditulis di FIS *docking* dan *launching*. Hal ini dilakukan karena sesuai dengan yang terjadi di lapangan, *item* pekerjaan asistensi *mooring boat*, asistensi tali-temali dan pemasangan ganjal hanya dilakukan pada saat kapal *docking* atau *launching*. Sedangkan untuk *item* sewa sandar dan *inventory* ditiadakan untuk menyerdehanakan metode *fuzzy logic*.

Item pekerjaan perawatan badan kapal memiliki perbedaan hasil perhitungan persentase dikarenakan adanya perbedaan nilai *input* yang dituliskan ke dalam masing-masing metode. *Input* yang digunakan pada metode rancangan PPIC adalah dalam bentuk persentase, sedangkan *input* yang digunakan pada metode *fuzzy logic* adalah dalam bentuk satuan pekerjaan sebenarnya. Dalam kasus perawatan badan kapal, satuan pekerjaan yang digunakan adalah luas permukaan dalam m².

Karena metode rancangan PPIC digunakan sebagai acuan, nilai persentase pekerjaan yang telah selesai pada *item-item* tertentu kemudian dikonversi ke satuan pekerjaannya lalu ditulis ke dalam metode *fuzzy logic*. *Fuzzy logic* melakukan pemrosesan data dan menghasilkan nilai persentase hasil olahan yang berbeda dengan hasil persentase dari metode rancangan PPIC. Hasil perhitungan persentase pada *item* pekerjaan *replating* berbeda dikarenakan penggunaan *implication method*, *aggregation method*

dan *defuzzification method* pada FIS *replating*. Metode ini melakukan pemotongan atau pembulatan nilai apabila nilai tersebut berada pada area-area tertentu.

Dari ketiga metode yang sudah dibandingkan, dapat dilihat bahwa metode perhitungan persentase yang dirancang menggunakan *fuzzy logic* memberikan hasil perhitungan yang dapat dibuktikan dan dioperasikan dengan waktu yang lebih singkat. Dibandingkan dengan metode konvensional yang hasil perhitungannya menggunakan *engineering judgement* yang dapat menimbulkan pertanyaan dan ketidakpuasan. Metode *fuzzy logic* dapat memberikan hasil yang terukur secara kuantitatif dan objektif sehingga persentase pekerjaan yang didapatkan merupakan hasil yang dapat disetujui pihak pemilik kapal dan pihak galangan.

Namun *fuzzy logic* merupakan pendekatan algoritma yang masih memasukkan faktor ketidakpastian. Oleh karena itu, faktor-faktor dan variabel yang dimasukkan ke dalam algoritma *fuzzy logic* perlu didefinisikan terlebih dahulu dengan tepat dan dibutuhkan sebuah validasi ketika sebuah algoritma sudah dibuat.

KESIMPULAN

Fuzzy logic dapat ditulis dan disusun untuk diaplikasikan sebagai metode perhitungan persentase pekerjaan reparasi kapal. Penyusunan dan penulisan metode *fuzzy logic* menggunakan *input* yang sama dengan kondisi di lapangan yang terhitung kuantitatif dan menggunakan penulisan serta penyusunan yang sesuai dengan *work order* reparasi BG. Merry.

Hasil perbandingan persentase pekerjaan metode rancangan PPIC PT. Meranti Nusa Bahari, metode konvensional dan metode *fuzzy logic* adalah 25,32%, 28,10% dan 25,54%. Dari analisis hasil perbandingan ketiga metode, terlihat bahwa metode yang disusun dengan *fuzzy logic* dapat memberikan hasil perhitungan yang transparan dan tepat seperti metode rancangan PPIC PT. Meranti Nusa Bahari sehingga tidak ada perbedaan pendapat persentase pekerjaan antara pihak pemilik kapal dan pihak galangan serta berbentuk sederhana seperti metode konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

Bergh, J. V. D., Beliën, J., Bruecker, P. D., Demeulemeester, E. Dan Boeck, L. D. (2013). Personnel Scheduling: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*, Vol. 226 (3): 367–385.

- Cordon, O., Herrera, F., Hoffman, F. dan Magdalena, L. (2001). *Genetic Fuzzy Systems: Evolutionary Tuning and Learning of Fuzzy Knowledge Bases*. Singapore: World Scientific.
- Deris, S., Omatu, S., Ohta, H., Kutar, S. dan Samat, P. A. (1999). Ship Maintenance Scheduling by Genetic Algorithm and Constraint-Based Reasoning. *European Journal of Operational Research*, Vol. 112 (3): 489–502.
- Epstein, B. J., Nach, R. dan Bragg, S. M. (2009). *Wiley GAAP 2010: Interpretation and Application of Generally Accepted Accounting Principles*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Firstdhitama, W., Ma'ruf, B. dan Suastika, I. K. (2018). Perencanaan Penjadwalan Reparasi Kapal Ferry dengan menggunakan Metode *Flash*. *Jurnal Wave*, Vol 12 (1): 1-12.
- Olivia, D., Afma, V. M. dan Anna, B. (2015). Rancangan Perbaikan Penjadwalan Proyek Pembangunan Kapal *Tug Boat* 42 m dengan *Critical Path Method* pada PT. Batam Expresindo Shipyard. *Profisiensi*, Vol. 3 (2): 115-126.
- PT Meranti Nusa Bahari. (2016). *Workload Standard*. Balikpapan: PT. Meranti Nusa Bahari.
- Siddique, N. dan Adeli, H. (2013). *Computational Intelligence: Synergies of Fuzzy Logic, Neural Networks and Evolutionary Computing*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Sivanandam, S. N., Sumathi, S. dan Deepa, S. N. (2006). *Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB*. Berlin: Springer Science+Business Media.
- Sumathi, S. dan Paneerselvam, S. (2010). *Computational Intelligence Paradigms: Theory & Applications using MATLAB*. Florida: CRC Press.
- Trillas, E., Bonissone, P. P., Magdalena, L. dan Kacprzyk, J. (2012). *Combining Experimentation and Theory: A Hommage to Abe Mamdani*. Berlin: Springer Science+Business Media.
- Wahyuni, E. dan Hendrawan, B. (2018). Analisis Kinerja Proyek "Y" menggunakan Metode *Earned Value Management* (Studi Kasus di PT. Asian Sealand Engineering). *Journal of Applied Business Administration*, Vol. 2 (1): 60-78.
- Wireman, Terry. (2010). *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management*. South Norwalk Connecticut: Industrial Press.