



Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode Tsukamoto

Graha Prakarsa¹, Vani Maharani Nasution²

^{1,2} Sistem Informasi, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia
¹gprakarsa@gmail.com, ²vanimaharaninasution@gmail.com

Abstract

Hanger maintenance process this time based on the circulation from hanger give to the production side. No standard calculation, looking for risk percentage for hanger go into maintenance, become a problem. The hanger must have a standard calculation for percentage value, where the value can provide a clear decision. There is a method in Fuzzy Logic, that the Tsukamoto method, can be utilized in making a decision. This research is based on the problem of how to make a standard calculation, to looking for the risk percentage level for hanger go into maintenance, by applying Fuzzy Logic Tsukamoto method, so that the calculation becomes faster, accurate, and precise. The result from the application of the Tsukamoto method, to find the risk percentage level for hanger enter maintenance, for example at hanger Back Caesar, the resulting level of percentage hanger requirement is 91%, and hanger maintenance risk level 70,375%. The final result shows hanger Back Caesar has a high maintenance risk level (range between 54,6-100%) and well plan maintenance action. Application of Tsukamoto method that has been done shows that to find the risk level percentage for hanger go into maintenance, the first must be looking for output crisp from the percentage level of hanger that needed with the Tsukamoto method.

Keyword: fuzzy, tsukamoto, hanger, maintenance, system

Abstrak

Proses *maintenance* hanger saat ini didasarkan atas sirkulasi penyerahan hanger ke pihak produksi. Belum adanya suatu perhitungan standar, dalam mencari persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, menjadi permasalahan tersendiri. Hanger harus memiliki perhitungan dalam penentuan nilai persentase standar, dimana nilai tersebut dapat memberikan suatu keputusan yang jelas. Terdapat suatu metode dalam Logika fuzzy yaitu metode Tsukamoto, yang dapat dimanfaatkan dalam mengambil suatu keputusan. Penelitian ini didasarkan pada permasalahan bagaimana cara membuat suatu perhitungan *standard*, dalam mencari persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, dengan cara menerapkan Fuzzy Logic metode Tsukamoto, agar perhitungan menjadi lebih cepat, akurat, dan tepat. Contoh dari penerapan metode tsukamoto, dalam mencari persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, didapatkan hasil untuk hanger Back Caesar, persentase tingkat kebutuhan hanger sebesar 91%, dan memiliki tingkat risiko hanger masuk *maintenance* sebesar 70,375%. Keputusan akhir menunjukkan bahwa hanger Back Caesar dinyatakan memiliki tingkat risiko *maintenance* tinggi (*range* antara 54,6-100%) dan akan dilakukan tindakan *planned maintenance*. Penerapan metode tsukamoto yang telah dilakukan menunjukkan bahwa, dalam mencari persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, terlebih dahulu harus mencari *output crisp* dari persentase tingkat kebutuhan hanger dengan metode tsukamoto.

Kata Kunci: fuzzy, tsukamoto, hanger, *maintenance*, sistem

© 2019 Jurnal RESTI

1. Pendahuluan

Keberhasilan suatu perusahaan menjalankan proses bisnisnya, tidak lepas dari bisa atau tidaknya perusahaan tersebut dalam mengelola sumber daya yang dimilikinya. Sumber daya yang dimaksud bukan hanya sumber daya manusia saja, namun teknologi yang memanfaatkan AI (*Artificial Intelligence*) seperti logika fuzzy, yang bisa dimanfaatkan dalam bidang

industri. Tahun tujuh puluhan, peneliti dari London, E.H. Mamdani telah menunjukkan, bahwa logika fuzzy dapat diimplementasikan dalam sistem control dan sejak itulah, minat ilmuan dunia terhadap eksperimen logika fuzzy semakin meningkat [1].

Terdapat suatu metode dalam Logika fuzzy yang dinamakan Fuzzy Logic dengan Metode Tsukamoto, yang biasanya dapat dimanfaatkan untuk melakukan

perhitungan yang sulit dalam mengambil suatu keputusan yang didasarkan oleh kondisi dan variabel tertentu. Metode Tsukamoto sistem inferensi fuzzy didasarkan pada konsep penalaran monoton, dan pada metode penalaran secara monoton, nilai crisp pada daerah konsekuen dapat diperoleh secara langsung berdasarkan *fire strength* pada antensedennya, kemudian salah satu syarat yang harus dipenuhi pada metode ini adalah himpunan fuzzy pada konsekuennya harus bersifat monoton, baik monoton naik maupun monoton turun [2].

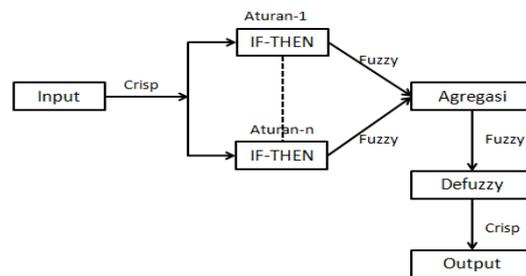
Terdapat banyak penelitian tentang penerapan fuzzy Tsukamoto, diantaranya adalah penerapan fuzzy Tsukamoto pada seleksi kelayakan calon pegawai pada perusahaan dengan memperhitungkan berbagai kriteria yang dibutuhkan [3]. Penelitian tersebut menggunakan metode Tsukamoto pada penyeleksian calon pegawai pada perusahaan, akurasi sistem yang dihasilkan dengan menggunakan uji korelasi non parametrik spearman adalah 0.952. Berdasarkan hasil akurasi tersebut dapat disimpulkan metode Tsukamoto mampu diimplementasikan pada kasus penyeleksian calon pegawai yang layak diterima pada suatu perusahaan. Penelitian selanjutnya adalah tentang penerapan metode Tsukamoto pada penilaian prestasi kinerja pegawai menggunakan fuzzy tsukamoto [4]. Berdasarkan hasil penelitian ini ditemukan bahwa sistem inferensi fuzzy Tsukamoto dapat digunakan untuk penilaian prestasi kinerja pegawai, dengan menggunakan data kriteria tanggung jawab, kedisiplinan, dan faktor pengurang diperoleh hasil penilaian dengan tingkat akurasi 84% pada percobaan sebanyak 25 data pegawai. Terdapat juga penelitian penerapan metode Tsukamoto dalam sistem pendukung keputusan pemilihan program studi di Universitas Mulawarman menggunakan metode Tsukamoto [5]. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tersebut, menyatakan bahwa sistem penunjang keputusan dengan metode Tsukamoto mampu melakukan pengurutan data program studi sebagai rekomendasi pilihan berdasarkan kriteria yang dimiliki oleh pengguna. Penentuan peringkat yang dihasilkan dari pengurutan nilai tegas (crisp) dari nilai yang besar ke nilai yang kecil tidak efektif ketika ditemukan nilai yang sama. Penelitian-penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, semuanya mempergunakan metode Tsukamoto dengan menggunakan konsep logika fuzzy untuk memecahkan permasalahan. Metode Tsukamoto dapat juga diterapkan untuk kasus perhitungan-perhitungan yang sulit dan memiliki korelasi, sebagai contoh dapat juga diterapkan untuk penentuan persentase tingkat risiko *maintenance* (pemeliharaan). Proses *maintenance* (pemeliharaan) menjadi suatu kewajiban bagi perusahaan manapun agar fasilitas dan peralatan pabrik berada dalam kondisi terbaiknya, tak terkecuali dengan perusahaan PT. Chitose Internasional.Tbk yang memiliki banyak alat bantu untuk proses produksi seperti hanger. Keberadaan

hanger pada perusahaan PT. Chitose Internasional.Tbk sangatlah penting, karena merupakan salah satu alat pendukung yang sangat penting untuk kelancaran proses produksi kursi. Terdapat suatu bagian khusus yang bertugas untuk mengurus proses *maintenance* hanger yaitu bagian Engineering Facility Hanger & Project Departement. Engineering Facility Hanger & Project Departement dalam melakukan *maintenance* hanger, didasarkan atas sirkulasi dan frekuensi penyerahan hanger ke pihak produksi, karena memang belum adanya suatu perhitungan standar dalam mencari persentase tingkat risiko suatu hanger masuk *maintenance*. Hal ini biasanya akan menimbulkan permasalahan dalam pemilihan hanger, apakah hanger yang dimaksud memang sudah layak harus masuk *maintenance* atau tidak. Sedangkan yang diinginkan oleh perusahaan PT. Chitose Internasional.Tbk adalah bahwa hanger harus memiliki perhitungan dalam penentuan nilai persentase standar, dimana nilai tersebut dapat memberikan suatu keputusan yang jelas, bahwa hanger tersebut dapat dikatakan harus masuk *maintenance* atau tidaknya. Nilai persentase, yang nantinya digunakan adalah sebagai acuan yang dapat menunjukkan tinggi atau rendahnya, risiko hanger tersebut untuk masuk *maintenance*, serta memberikan solusi pengambilan keputusan, dalam proses *maintenance* (pemeliharaan). Hasil keputusannya sendiri harus didasarkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses pelaksanaan *maintenance* hanger, seperti jumlah permintaan perbaikan dari bagian produksi, baik itu *overhaul*, pembuatan, atau perawatan, tingkat kebutuhan hanger, lalu tingkat kesulitan pengerjaan hanger itu sendiri, dan terakhir estimasi waktu pengerjaan hanger. Tindakan *maintenance* yang berjalan saat ini tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut, selain itu dalam proses pengambilan keputusan dituntut harus cepat, akurat, dan tepat. Penelitian yang berjudul logika fuzzy menggunakan metode tsukamoto, untuk prediksi perilaku konsumen di toko bangunan, yang menjelaskan bahwa Logika Fuzzy adalah: Metodologi sistem kontrol pemecahan masalah yang cocok diterapkan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana sampai sistem yang rumit atau kompleks [6]. Penelitian yang berjudul logika fuzzy menggunakan metode tsukamoto, untuk prediksi perilaku konsumen di toko bangunan, menjelaskan juga bahwa: Metodologi ini dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi keduanya. Dalam Logika Klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya dua kemungkinan “ya” atau “tidak”, benar atau salah, baik atau buruk dan lain-lain. Oleh karena itu, semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan berada di antara 0 atau 1, artinya bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai “Ya dan Tidak”, “Benar dan Salah”, “Baik dan Buruk” secara

bersamaan, namun besar nilainya tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Penelitian yang berjudul, Sistem Penunjang Keputusan Kelayakan Pemberian Pinjaman Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto, dimana dalam fungsi keanggotaan fuzzy, telah mempergunakan grafik keanggotaan liner naik dan turun. Penelitian tersebut mengartikan bahwa: “Pada representasi liner, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus [7]. Dua penelitian tersebut menjelaskan, bahwa grafik keanggotaan kurva linear terdapat dua macam, yaitu linear naik dan linear turun. Jurnal yang berjudul Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani (Studi Kasus: Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung), menjelaskan bahwa: “Algoritma fuzzy memiliki ke 3 metode yaitu metode fuzzy Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani dan dari ke 3 metode fuzzy ini memiliki mesin inferensi dan defuzzifikasi yang berbeda [8]. Artikel jurnal penelitian yang berjudul, Analisa Jumlah Produksi Pada Industri Rumah Tangga Dengan Menggunakan Logika Fuzzy: Studi Kasus Ud Tempe Puji Kecamatan Bayang Kabupaten Pesisir Selatan, dalam jurnal tersebut menjelaskan kembali bahwa: “Metode Tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan samar dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, *output* hasil penarikan kesimpulan (*inference*) dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata berbobot (*weight average*) [9]. Artikel jurnal penelitian yang berjudul, *Fuzzy Inference System* Dengan Metode Tsukamoto, Sebagai Penunjang Keputusan Produksi (Studi Kasus: PT. Talkindo Selaksa Anugrah), menjelaskan kembali tentang sistem inferensi fuzzy pada metode tsukamoto didasarkan pada konsep penalaran monoton: “Pada metode penalaran monoton, nilai *crisp* pada daerah konsekuen dapat diperoleh secara langsung berdasarkan *fire strength* pada antesedennya. Salah satu syarat yang harus dipenuhi pada metode penalaran ini adalah himpunan fuzzy pada konsekuennya harus bersifat monoton (baik monoton naik maupun monoton turun). Pada dasarnya metode tsukamoto mengaplikasikan penalaran monoton pada setiap aturannya. Penalaran pada monoton, sistem hanya memiliki satu aturan, pada metode tsukamoto, sistem terdiri atas beberapa aturan. Karena menggunakan konsep dasar penalaran monoton, pada metode tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton [10].

Berdasarkan penelitian di atas, maka dapat mengartikan bahwa, Sistem Inferensi Fuzzy (*fuzzy inference system*

atau FIS) merupakan suatu kerangka komputasi, yang didasarkan pada teori himpunan fuzzy, yaitu fuzzy berbentuk IF-THEN, dan penalaran fuzzy. Dimana secara garis besar diperlihatkan pada gambar diagram blok proses Inferensi Fuzzy sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Inferensi Fuzzy

Berdasarkan gambar di atas dapat dijelaskan bahwa sistem inferensi fuzzy menerima input *crisp*. Input ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n aturan fuzzy, dalam bentuk IF-THEN. *Fire strength* (nilai keanggotaan anteseden atau α) akan dicari pada setiap aturan. Apabila aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agregasi semua aturan. Selanjutnya pada hasil agregasi akan dilakukan defuzzy untuk mendapatkan nilai *crisp* sebagai *output* sistem. *Output* hasil inferensi dari tiap-tiap aturan, diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yang harus dilakukan seperti tertuang pada Gambar 2 yang merupakan tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian. Tahapan penelitian, merupakan langkah-langkah peneliti dalam melakukan penelitian, dengan mempergunakan metode deskriptif maka penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap, sebagai berikut:

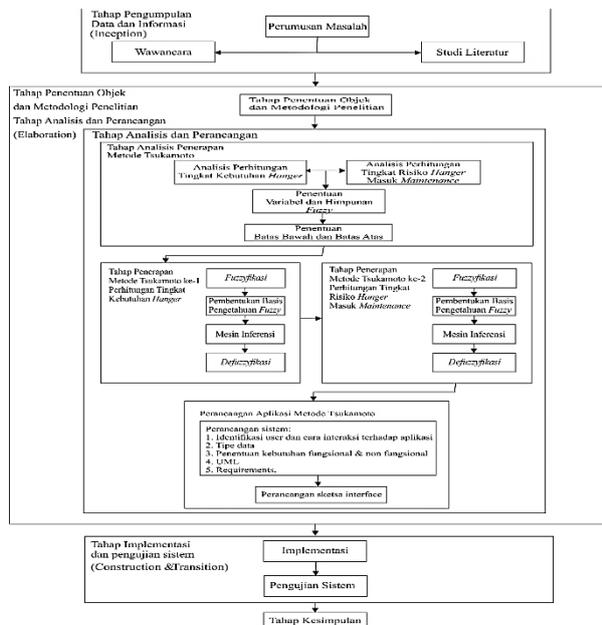
Tahapan pengumpulan data dan informasi (*Inception*) adalah tahap awal dari proses penelitian, yang mana dilakukan pengumpulan data serta informasi yang dibutuhkan. Ada 2 teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu Wawancara Studi Literatur. Peneliti melakukan wawancara dengan pihak Engineering Facility Hanger & Project Departement yaitu semua personil beserta atasan yang mengetahui permasalahan *maintenance* hanger yang ada di PT Chitose Internasional Tbk. Pertanyaan yang diajukan antara lain: pengertian hanger, proses kerja, estimasi waktu *maintenance*, tingkat kebutuhan, dan tindakan *maintenance*. Selanjutnya Peneliti mencari referensi terkait dari penelitian, yaitu tentang metode tsukamoto, proses standar *maintenance*, dan penentuan skala prioritas dari suatu permasalahan *maintenance*.

Tahap objek dan metodologi penelitian merupakan tahapan membahas tentang objek dan metodologi

penelitian. Objek penelitian merupakan objek yang akan diteliti. Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan dari penelitian, yang digambarkan pada Gambar 2, dan pada penelitian ini akan mengikuti tahapan tersebut.

Tahap analisis dan perancangan (*Elaboration*) adalah tahapan proses analisis dan perancangan yang dibagi lagi menjadi beberapa tahap yaitu tahap analisis fuzzy dan tahap proses metode tsukamoto.

Tahap analisis fuzzy peneliti melakukan analisa bagaimana cara menerapkan metode tsukamoto dalam mencari persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, yang mana harus melakukan dua perhitungan yang akan dihitung dengan metode tsukamoto, maka harus melakukan langkah penentuan variabel beserta himpunan untuk perhitungan persentase tingkat kebutuhan hanger, penentuan variabel beserta himpunan untuk perhitungan persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance* dan penentuan batas atas dan bawah dari tiap himpunan.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

Tahap proses metode tsukamoto merupakan tahapan dalam penerapan metode tsukamoto dan menggunakan sistem inferensi fuzzy dua tahap. Dimana metode sistem inferensi dua tahap ini pernah dipergunakan pada penelitian yang dibuat dalam artikel jurnal penelitian yang berjudul Optimasi keanggotaan fuzzy tsukamoto menggunakan algoritma genetika pada penentuan prioritas penerima zakat [12]. (Fitri & Mahmudy, 2017). Dari penelitian tersebut penulis dapat mengetahui keuntungan yang ditawarkan dari sistem inferensi dua tahap adalah dapat meminimalkan waktu operasi dan solusi yang ditawarkan lebih optimal serta dapat meminimalkan *rules*, karena adanya pembagian

himpunan. Oleh karena itu dalam mencari persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, akan dilakukan juga sistem inferensi dua tahap, dimana akan melalui proses fuzzyfikasi, pembentukan basis pengetahuan Fuzzy, mesin inferensi menggunakan fungsi implikasi MIN dan Defuzzyfikasi menggunakan metode rata-rata (*average*) terbobot.

Setelah melakukan perhitungan metode tsukamoto, agar lebih mudah dipahami, pada tahap ini disertakan juga pembahasan terhadap hasil dari perhitungan tsukamoto tersebut, yang berisikan hasil perhitungan yang didapat melalui penerapan metode tsukamoto. Output yang dihasilkan, berupa nilai persentase dari masing-masing hanger yang ada dalam surat permintaan, yang akan disajikan dalam tabel. Nilai persentase tersebut dapat menunjukkan tinggi atau rendahnya suatu hanger, untuk masuk tindakan *maintenance* (tingkat risiko hanger masuk *maintenance*), seperti tindakan yang tergolong *planned maintenance* atau *unplanned maintenance*. Hasil tersebut diharapkan dapat membantu proses *maintenance* dan tindakan pencegahan ke depannya terhadap hanger yang dianggap riskan rusak berdasarkan persentase terbesar.

Perancangan aplikasi metode tsukamoto dalam mencari persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, akan meliputi perancangan sistem yang terdiri dari identifikasi user dan cara interaksi terhadap aplikasi, struktur data, penentuan kebutuhan fungsional dan non fungsional. Perancangan sketsa *interface*, meliputi rancangan sketsa dari aplikasi yang dibuat. Tahap implementasi dan pengujian sistem (*construction* dan *transition*) merupakan tahap dimana sistem yang sudah dianalisis dan dirancang sebelumnya akan diimplementasikan.

Adapun pengujian sistem menggunakan *object-oriented testing* yang akan melibatkan 4 jenis pengujian, diantaranya pengujian unit, pengujian integrasi, pengujian validasi, pengujian sistem untuk *stress testing*. Tahapan inipun akan membahas perbandingan perhitungan antara sebelum memakai metode tsukamoto dan sesudah memakai metode tsukamoto.

Tahap kesimpulan merupakan tahap akhir, yang berisikan hasil kesimpulan dari penelitian beserta saran. Kesimpulan berisikan jawaban terhadap rumusan masalah.

3. Hasil dan Pembahasan

Mencari persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, dalam proses perhitungannya tidak bisa dilakukan secara langsung, karena ada variabel terkait yang harus dicari terlebih dahulu, yaitu variabel persentase tingkat kebutuhan hanger. Mengetahui nilai dari persentase tingkat kebutuhan hanger sangat penting dilakukan, karena suatu hanger dikatakan dibutuhkan tinggi berdasarkan apa, dan dikatakan

rendah itu memiliki nilai persentase berapa, harus diketahui terlebih dahulu. Berdasarkan itu, maka sebelum melakukan penerapan metode tsukamoto dalam mencari persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, harus dilakukan pencarian nilai persentase, dari tingkat kebutuhan hanger yang diminta oleh bagian produksi, dengan menerapkan juga metode tsukamoto. Penerapan metode tsukamoto untuk 2 perhitungan, dalam penelitian ini. Hasil output dari perhitungan pertama beserta variabelnya, akan dipakai di perhitungan kedua, karena saling berkorelasi. Berdasarkan hasil dari pengelolaan data dan informasi, yang didapat melalui proses tahapan pengumpulan data dan informasi, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2 tahapan penelitian, maka pada tahapan ini, akan ditentukan variabel beserta himpunan, yang dibutuhkan untuk perhitungan tingkat kebutuhan hanger.

Variabel beserta himpunan yang dibutuhkan untuk perhitungan tingkat kebutuhan hanger, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel Input & Output Tingkat Kebutuhan Hanger

Perhitungan	Nama Variabel	Kode	Himpunan	JH	Kategori
Tingkat Kebutuhan Hanger	Jumlah Permintaan Perbaikan Overhaul	JO	Banyak (B), Sedikit (S)	2	Variabel masukan
	Jumlah Permintaan Perbaikan Pembuatan	JP	Banyak (B), Sedikit (S)	2	
	Jumlah Permintaan Perbaikan Rawat	JR	Banyak (B), Sedikit (S)	2	
	Tingkat Kebutuhan Hanger	T	Tinggi (T), Rendah (R)	2	Variabel keluaran
		K			
		H			

Pengkodean untuk tiap variabel beserta himpunan pada Tabel 1, untuk selanjutnya akan dipakai dalam proses pembuatan basis pengetahuan, dalam mencari nilai persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance* diperlukan 3 variabel input, yaitu estimasi waktu pengerjaan, yang terdiri dari himpunan lama dan sebentar, tingkat kebutuhan hanger, yang terdiri dari himpunan tinggi dan rendah, dan tingkat kesulitan hanger yang terdiri dari himpunan sulit dan mudah. Variabel *output*, terdiri dari variabel tingkat risiko hanger masuk *maintenance* yang terdiri dari himpunan tinggi dan rendah.

Penentuan batas bawah dan batas atas sangatlah penting dalam penerapan metode tsukamoto, dimana tiap himpunan pada masing-masing variabel akan ditentukan batas bawah (MIN) dan batas atas (MAX). Penentuan batas bawah dan batas atas, maka akan menggunakan sample data contoh penerapan dari metode tsukamoto yang akan dilakukan ke dalam surat

permintaan pada bulan Januari 2019, dengan kode surat permintaan No.22/PRD/I/2019 pada Tabel 2.

Tabel 2. Surat Permintaan Perbaikan Hanger

No	Hanger	JO (unit)	JP (unit)	JR (unit)	KH (poin)	EWP (hari)
1	Angle Vista	0	0	1	7	1
2	B Vista	2	0	0	2	1
3	Back Caesar	9	0	8	2	4
4	Bracket	0	2	0	7	1
5	Brs Yamato	3	0	0	2	1
6	Canti Lever	4	4	0	5	1
7	Edu	0	0	1	5	1
8	Flora Z	0	4	0	5	2
9	Jpt Kasai	0	1	0	4	1
10	Jsp Cosmo	0	1	0	9	4
11	JSPP Olive	0	0	1	7	1
12	Kb Yamato	8	0	0	2	2
13	Kd Cosmo	5	0	8	2	2
14	Kd Yamato	8	0	8	6	3
15	Kd yasuka	1	0	0	2	1
16	Leg caesar	10	0	8	6	5
17	Leg Flora	2	0	0	5	1
18	Leg San	1	0	0	3	1
19	Leg Kasai	1	0	0	3	1
20	Leg Olive	1	0	0	3	1
21	Mc 561	2	0	0	4	1
22	Ms Yamato	6	0	8	4	2
23	Olive Dx	8	0	0	4	2
24	Prince	3	0	0	5	1
25	Spp caesar	1	0	0	8	2
26	Spp Vista	1	0	0	4	1
26	Spt Cosmo	2	0	8	4	2

Berdasarkan data Table 2 maka dapat ditentukan batas bawah dan batas atas dari masing-masing variabel sebagai berikut:

Jumlah permintaan perbaikan overhaul (JO) Jumlah tergantung dari hanger yang dianggap rusak. Himpunan terdiri dari Sedikit dan Banyak. Berdasarkan ketentuan dari bagian Engineering Facility Hanger & Project Departement, maka dalam penelitian ini digunakan Batas bawah (MIN) diambil sesuai dari jumlah terkecil dari permintaan perbaikan overhaul, dalam surat permintaan yang diajukan oleh pihak produksi pada

bulan tertentu dan Batas atas (MAX) diambil sesuai dari jumlah terbesar dari permintaan perbaikan overhaul, dalam surat permintaan yang diajukan oleh pihak produksi pada bulan tertentu.

Jumlah permintaan perbaikan pembuatan (JP) Jumlah tergantung dari hanger yang dianggap rusak. Himpunan terdiri dari Sedikit dan Banyak. Berdasarkan ketentuan dari bagian Engineering Facility Hanger & Project Departement, maka dalam penelitian digunakan batas bawah (MIN) diambil sesuai dari jumlah terkecil dari permintaan perbaikan pembuatan, dalam surat permintaan yang diajukan oleh pihak produksi pada bulan tertentu. Batas atas (MAX) diambil sesuai dari jumlah terbesar dari permintaan perbaikan pembuatan, dalam surat permintaan yang diajukan oleh pihak produksi pada bulan tertentu.

Jumlah permintaan perbaikan perawatan (JR) jumlah tergantung dari hanger yang dianggap rusak. Himpunan terdiri dari: Banyak dan Sedikit. Berdasarkan ketentuan dari bagian Engineering Facility Hanger & Project Departement, maka dalam penelitian digunakan batas bawah (MIN) diambil sesuai dari jumlah terkecil dari permintaan perbaikan perawatan, dalam surat permintaan yang diajukan oleh pihak produksi pada bulan tertentu. Batas atas (MAX) diambil sesuai dari jumlah terbesar dari permintaan perbaikan perawatan, dalam surat permintaan yang diajukan oleh pihak produksi pada bulan tertentu.

Tingkat kebutuhan hanger (TKH) merupakan hasil output pertama, sekaligus akan digunakan sebagai variabel input untuk proses kedua dari penerapan metode tsukamoto, yang didapat dari nilai input jumlah permintaan perbaikan overhaul, pembuatan, dan perawatan. Himpunan terdiri dari Rendah dan Tinggi, bahwa tingkat kebutuhan hanger dilihat dari besarnya jumlah permintaan perbaikan dari pihak produksi, berdasarkan tingkat urgent dan tingkat important. Penilaian berdasarkan ketetapan dari bagian Engineering Facility Hanger & Project Departemen. Maka dalam penelitian ini menggunakan batas bawah (MIN) 10%, sesuai ketentuan pada departemen yang bersangkutan. Batas atas (MAX): 100%, sesuai ketentuan pada departemen yang bersangkutan.

Berdasarkan ketentuan di atas maka terbentuklah basis pengetahuan untuk beberapa aturan dengan mempergunakan operator AND pada persamaan sebagai berikut;

AturanR1: IF JO S AND JP S AND JR S THEN TKH R

$\alpha_1 = \min(0,1;1;0) = 0$, dari sini maka nilai *output* untuk z_1 dapat dihitung berdasarkan Tabel 1 Grafik Himpunan Rendah untuk TKH:

$$\frac{100 - z_1}{100 - 10} = 0 \rightarrow z_1 = 100$$

AturanR2:IF JO S AND JP S AND JR B THEN TKH R

$\alpha_2 = \min(0,1;1;1) = 0,1$, dari sini maka nilai *output* untuk z_2 dapat dihitung berdasarkan Tabel 1 Grafik Himpunan Rendah untuk TKH:

$$\frac{100 - z_2}{100 - 10} = 0,1 \rightarrow z_2 = 91$$

AturanR3: IF JO S AND JP B AND JR S THEN TKH T

$\alpha_3 = \min(0,1;0;0) = 0$, dari sini maka nilai *output* untuk z_3 dapat dihitung berdasarkan Tabel 1 Grafik Himpunan Tinggi untuk TKH:

$$\frac{z_3 - 10}{100 - 10} = 0 \rightarrow z_3 = 10$$

AturanR4:IF JO S AND JP B AND JR B THEN TKH T

$\alpha_4 = \min(0,1;0;1) = 0$, dari sini maka nilai *output* untuk z_4 dapat dihitung berdasarkan Tabel 1 Grafik Himpunan Tinggi untuk TKH:

$$\frac{z_4 - 10}{100 - 10} = 0 \rightarrow z_4 = 10$$

AturanR5: IF JO B AND JP S AND JR S THEN TKH T

$\alpha_5 = \min(0,9;1;0) = 0$ dari sini maka nilai *output* untuk z_5 dapat dihitung berdasarkan Tabel 1 Grafik Himpunan Tinggi untuk TKH:

$$\frac{z_5 - 10}{100 - 10} = 0 \rightarrow z_5 = 10$$

AturanR6:IF JO B AND JP S AND JR B THEN TKH T

$\alpha_6 = \min(0,9;1;1)=0,9$, dari sini maka nilai *output* untuk z_6 dapat dihitung berdasarkan Tabel 1 Grafik Himpunan Tinggi untuk TKH:

$$\frac{z_6 - 10}{100 - 10} = 0,9 \rightarrow z_6 = 91$$

AturanR7:IF JO B AND JP B AND JR S THEN TKH T

$\alpha_7 = \min(0,9;0;0) = 0$, dari sini maka nilai *output* untuk z_7 dapat dihitung berdasarkan tabel 1 Grafik Himpunan Tinggi untuk TKH:

$$\frac{z_7 - 10}{100 - 10} = 0 \rightarrow z_7 = 10$$

AturanR8:IF JO B AND JP B AND JR B THEN TKH T

$\alpha_8 = \min(0,9;0;1) = 0$, dari sini maka nilai *output* untuk z_8 dapat dihitung berdasarkan Tabel 1 Grafik Himpunan Tinggi untuk TKH:

$$\frac{z_8 - 10}{100 - 10} = 0 \rightarrow z_8 = 10$$

Proses defuzzyfikasi yang dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata terbobot sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z &= (100*0) + (91*0.1) + (10*0) + (10*0) + (10*0) \\ &+ (91*0.9) + (10*0) + (10*0) / \\ &(0+0.1+0+0+0+0.9+0+0) \\ &= 91 \end{aligned}$$

Hasil dari proses defuzzyfikasi tingkat kebutuhan untuk jenis hanger *Back Caesar* pada surat permintaan No.22/PRD/I/2019, sebesar 91%. Dan dengan mengulangi proses fuzzyfikasi sampai dengan defuzzyfikasi untuk setiap jenis hanger maka dapat dilakukan perhitungan untuk keseluruhan persentase tingkat kebutuhan hanger. Tabel 3 memperlihatkan hasil keseluruhan persentase tingkat kebutuhan hanger (TKH), dan berikut adalah hasilnya:

Tabel 3. Hasil Tingkat Kebutuhan Hanger

No	Hanger	Persentase Tingkat Kebutuhan Hanger (TKH)
1	Angle Vista	30%
2	B Vista	28%
3	Back Caesar	91%
4	Bracket	55%
5	Brs Yamato	37%
6	Canti Lever	57%
7	Edu	30%
8	Flora Z	100%
9	Jpt Kasai	32%
10	Jsp Cosmo	32%
11	JSPP Olive	30%
12	Kb Yamato	82%
13	Kd Cosmo	55%
14	Kd Yamato	82%
15	Kd yasuka	19%
16	Leg caesar	100%
17	Leg Flora San	28%
18	Leg Kasai	19%
19	Leg Olive	19%
20	Mc 561	28%
21	Ms Yamato	64%
22	Olive Dx	82%
23	Prince	37%
24	Spp caesar	19%
25	Spp Vista	19%
26	Spt Cosmo	28%

Tabel 3 memperlihatkan, bahwa ada beberapa hanger yang memiliki tingkat persentase kebutuhan 100%, namun dengan hasil tersebut bukan berarti bahwa hanger dengan persentase tingkat tertinggi, sudah pasti akan didahulukan masuk proses *maintenance*.

Nilai tertinggi dalam tingkat kebutuhan hanger adalah Leg Caesar dan Flora Z, yang memiliki nilai sebesar 100%. Namun yang menariknya adalah walaupun memiliki tingkat kebutuhan 100%, tetapi dalam persentase tingkat risiko harus masuk *maintenance* Leg Caesar bisa terbilang rendah (48,571%) dan Flora Z (55,612%) tidak menempati posisi teratas untuk diutamakan masuk proses *maintenance*. Justru yang memiliki nilai persentase tingkat risiko *maintenance* tertinggi adalah KB Yamato sebesar 70,75%, dimana jika dibandingkan hanya memiliki persentase tingkat kebutuhan hanger sebesar 82%, lebih kecil dari pada Leg Caesar maupun Flora Z. Artinya ada faktor lain yang mempengaruhi nilai persentase tersebut, jikalau acuannya hanya berdasarkan jumlah unit perbaikan hanger yang diminta, boleh jadi Flora Z atau Leg Caesar memiliki tingkat kebutuhan hanger yang paling diutamakan. Namun karena faktor *maintenance* harusnya tidak dilihat hanya berdasarkan jumlah unit saja dan tingkat kebutuhan hanger, sehingga ketika akan *maintenance* harus dilihat juga dalam segi tingkat kesulitan pengerjaan dan lama estimasi waktu.

Leg Caesar memang memiliki tingkat kebutuhan hanger tinggi, namun dalam proses kesulitan dan waktu pengerjaan lebih sulit dan lama jika dibandingkan KB Yamato. Dasar *maintenance* suatu alat atau mesin, diutamakan yang lebih mudah dan cepat dahulu, daripada mengerjakan yang sulit atau lama. Hal ini pun membuktikan bahwa dalam mencari tingkat risiko *maintenance*, bukan hanya dipengaruhi oleh jumlah unit saja, namun dipengaruhi juga oleh lama waktu pengerjaan, kesulitan pengerjaan, dan kebutuhan akan hanger itu sendiri. Dalam grafik keanggotaan dinyatakan tingkat risiko *maintenance* memiliki range penilaian persentase dari 10-100%, dan memiliki himpunan rendah dan tinggi. Artinya sesuatu dinyatakan rendah jika memiliki range antara 10-54,5% dan dinyatakan tinggi jika memiliki range antara 54,6-100%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai penerapan metode tsukamoto, dalam penentuan persentase tingkat risiko hanger masuk *maintenance*, yang ada di PT Chitose Internasional Tbk, maka dapat disimpulkan bahwa untuk menentukan faktor penentu resiko hanger masuk *maintenance* adalah berdasarkan Jumlah permintaan perbaikan dari bagian produksi, baik itu overhaul, pembuatan, atau perawatan, tingkat kesulitan pengerjaan hanger itu sendiri dalam proses *maintenance*-nya, Estimasi waktu pengerjaan hanger dalam proses *maintenance*-nya dan persentase tingkat

kebutuhan terhadap hanger itu sendiri. Penerapan metode tsukamoto dalam pencarian persentase tingkat risiko masuk *maintenance* memuat hasil perhitungan dan pengambilan keputusan menjadi lebih baik, dalam segi proses kecepatan perhitungan, keakuratan hasil persentase, dan ketepatan dalam pengambilan keputusan.

Daftar Rujukan

- [1] Rusli, M., 2017. Dasar Perancangan Kendali Logika Fuzzy. Ke 1 ed. Malang: UB Press.
- [2] Rohayani, H., 2015. Fuzzy Inference System Dengan Metode Tsukamoto Sebagai Penunjang Keputusan Produksi. Jurnal Sistem Informasi, 7(1), pp. 753-764.
- [3] Sari, N. R. & Mahmudy, W. F., 2015. Fuzzy Inference System Tsukamoto Untuk Menentukan Kelayakan Calon Pegawai. Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia, 2-3 November. pp. 245-252.
- [4] Hadi, H. N. & Mahmudy, W. F., 2015. Penilaian Prestasi Kinerja Pegawai Menggunakan Fuzzy Tsukamoto. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 1(2), pp. 41-48.
- [5] Permatasari, H. S., Kridalaksana, A. H. & Suryatno, A., 2015. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Program Studi di Universitas Mulawarman Menggunakan Metode Tsukamoto. Jurnal Informatika Mulawarna, 1(10), pp. 32-37.
- [6] Caraka, A. A., Haryanto, H., Kusumaningrum, D. P. & Astuti, S., 2015. Logika Fuzzy Menggunakan Metode Tsukamoto Untuk Prediksi Perilaku Konsumen di Toko Bangunan. Techno.COM, 14(4), pp. 255-265.
- [7] Murti, T., Abdillah, L. A. & Sobri, M., 2015. Sistem Penunjang Keputusan Kelayakan Pemberian Pinjaman dengan Metode Fuzzy Tsukamoto. Seminar Nasional Inovasi dan Tren (SNIT), pp. 252-256.
- [8] Ayuningtias, L. P., Irfan, M. & Jumadi, 2017. Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani (Studi Kasus: Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung). Jurnal Teknik Informatika, 10(1), pp. 9-16.
- [9] Putra, O. E. & Febrianti, E. L., 2016. Analisa Jumlah Produksi Pada Industri Rumah Tangga Dengan Menggunakan Logika Fuzzy. Journal Of Sainstek, 8(2), pp. 173-179.
- [10] Rohayani, H., 2015. Fuzzy Inference System Dengan Metode Tsukamoto Sebagai Penunjang Keputusan. Jurnal Sistem Informasi (JSI), 7(1), pp. 753-764.
- [11] Sukmarani, N. P. Y., 2016. Penerapan Metode Exponential Smoothing Pada Peramalan Penjualan Dalam Penentuan Kuantitas Produksi Roti (Studi Kasus Perusahaan Roti Dhiba Kendari), Kendari: Fakultas Teknik Universitas Halu OLeo.
- [12] Triwahyuni, A. & Saputra, N., 2015. Architecture E-Mall Using RUP (Rational Unified Process) Methods. Cogito Smart Journal, 1(1), pp. 1-1