

PENERAPAN LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO MENENTUKAN LAMA WAKTU PENCUCIAN MESIN CUCI

Yumarlin MZ¹, Furkondin², Emi Suryadi³

¹ Staff Pengajar Fakultas Teknik Informatika Universitas Janabadra, Yogyakarta

^{2,3} Mahasiswa PascaSarjana, MTI AMIKOM, Yogyakarta

Jl. Tentara Rakyat Mataram No.55-57 Yogyakarta

Jl. Ring Road Utara Condong Catur, Depok, Sleman, Yogyakarta

¹ yumarlin@janabadra.ac.id, ² furkondin@gmail.com, ³ emisuryadi@gmail.com

Abstrak

Proses pencucian pada mesin cuci konvensional, waktu dari masing-masing proses pengerjaan diatur oleh pengguna. Meskipun fleksibel, namun sulit untuk menentukan waktu yang tepat. Sebagian besar orang tidak memperhatikan jenis dan kualitas kain, jenis kotoran dan jumlah kotoran, akan membutuhkan waktu mencuci yang tidak sama. Jika waktu yang diatur tidak sesuai maka hasil pencucian menjadi tidak maksimal. Sebaliknya, jika waktu mencuci yang diatur terlalu lama, maka akan terjadi pemborosan waktu dan energi. Logika Fuzzy digunakan untuk tujuan mengotomatisasi sistem kendali waktu pencucian dengan campur tangan manusia yang sangat kecil, menggunakan metodologi pengembangan sistem berbasis prototyping. Data yang diambil dari penelitian ini adalah tingkat kekotoran dan jenis kotoran Pakaian. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan rata-rata lama waktu pencucian pada mesin cuci berdasarkan tipe kain dan jenis kotoran pakaian menggunakan Metode Tsukamoto dengan sembilan aturan proposisi fuzzy dalam pendefinisian pengujian.

Kata kunci : Mesin Cuci, Logika Fuzzy, Metode Tsukamoto

I. Pendahuluan

Kebersihan merupakan suatu hal yang patut menjadi perhatian dalam kehidupan manusia. Masalah kebersihan menjadi sesuatu yang cukup kompleks dalam kehidupan manusia, terutama tentang kebersihan pakaian sebagai wujud nyata dari kepribadian manusia itu sendiri. Zaman dahulu, mencuci dilakukan dengan cara mengosok, menyikat, memeras dan membilas sehingga membutuhkan banyak tenaga, tetapi sekarang proses mencuci sebagian besar dilakukan dengan menggunakan mesin pencuci.

Perkembangan teknologi pada saat ini mulai bergeser kepada otomatisasi sistem kendali dengan campur tangan manusia dalam jumlah yang sangat kecil. Manusia semakin dimanjakan dengan semakin banyaknya penemuan yang mengarah pada sistem otomatisasi pada hampir semua peralatan mulai dari yang sederhana sampai yang paling kompleks. Didukung oleh pesatnya perkembangan sistem komputer yang semakin canggih, sistem kendali otomatis juga mengalami perkembangan yang signifikan.

Seiring dengan perkembangan teknologi, mesin cuci yang pada awalnya dikendalikan oleh manusia, lambat laun dikendalikan oleh sebuah rangkaian kendali otomatis yang dalam pengoperasiannya sepenuhnya dilakukan oleh

sistem komputer dengan acuan dan aturan-aturan yang mirip digunakan oleh manusia untuk mengendalikan mesin cuci. Sistem kendali mesin cuci otomatis pertama kali digunakan di Jepang. Pada saat itu di tanam kecerdasan seperti manusia pada tiap mesin pencuci agar bisa mengenali jenis pakaian, tingkat noda pakaian, dan lain sebagainya, diantaranya menggunakan metode inferensi logika fuzzy.

Ada tiga metode dalam sistem inferensi logika fuzzy yang dapat digunakan untuk menentukan lama waktu pencucian, yaitu: metode *Tsukamoto*, metode *Mamdani*, dan metode *Sugeno* [8]. Penjelasan mengenai ketiga metode tersebut adalah sebagai berikut: (1) Metode *Tsukamoto*. Pada metode *Tsukamoto*, setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan-himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Untuk menentukan nilai *output crisp*/hasil yang tegas (*Z*) dicari dengan cara mengubah input (berupa himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Cara ini disebut dengan metode defuzzifikasi (penegasan). Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam metode *Tsukamoto* adalah metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzifier*). (2) Metode *Mamdani* (Min-

Max). Untuk metode ini pada setiap aturan yang berbentuk implikasi (“sebab”-akibat) antaseden yang berbentuk Konjungsi (AND) mempunyai keanggotaan berbentuk minimum (min), sedangkan konsekuen gabungannya berbentuk maksimal (max), karena himpunan aturan-aturannya bersifat independen (tidak saling bergantung). (3) Metode *Takagi-Sugeno*. Metode Takagi-Sugeno adalah metode dengan mengasumsikan suatu sistem dengan m input, yaitu x_1, x_2, \dots, x_m dan satu output, yaitu Y. Metode *fuzzy* dari sistem ini terdiri atas basis aturan dengan n aturan penarikan kesimpulan *fuzzy*.

Metode yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan untuk menentukan lamanya waktu mencuci pada mesin cuci adalah metode *Tsukamoto*. Metode ini dipilih karena setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN direpresentasikan dengan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output dari setiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan , kemudian diperoleh hasil akhir dengan menggunakan rata-rata terpusat. Metode *Tsukamoto* akan digunakan untuk menentukan lamanya waktu pencucian berdasarkan jenis kain atau pakaian dan tipe kotoran pakaian yang merupakan variabel-variabel yang diinputkan untuk direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan *fuzzy*, kemudian mengolah data- data inputan sehingga menampilkan keluaran (*output*) berupa lama waktu cuci pada mesin cuci.

1.2. Logika Fuzzy

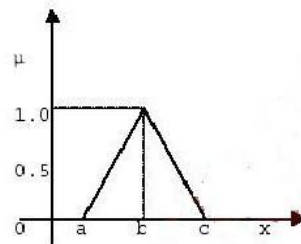
Konsep tentang logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan PC, *multi-channel* atau *workstation* berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol[4]. 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 mempunyai 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* kemungkinan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 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. [9].

1.3. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*member function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval 0 sampai 1 [1]. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah menggunakan pendekatan fungsi [3]

a. Fungsi keanggotaan Segitiga

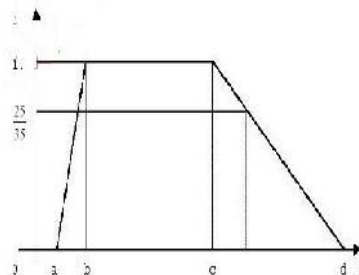
Fungsi keanggotaan yang mempunyai parameter a,b,c dengan formulasi segitiga $(x;a,b,c) = \max\{\min\{(x - a)/(b-a),(c-x)/(c-b)\},0\}$, dapat dilihat pada gambar berikut ini,



Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Segitiga [3]

b. Fungsi keanggotaan Trapesium

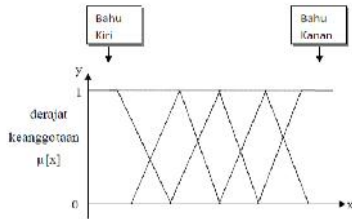
Fungsi keanggotaan yang mempunyai parameter a,b,c,d dengan formulasi Trapesium $(x;a,b,c,d) = \max\{\min\{(x-a)/(b-a),1,(d-x)/(d-c)\},0\}$, pada gambar berikut ini,



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Trapesium[3]

c. Fungsi keanggotaan Kurva Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Himpunan *fuzzy* ‘bahu’, bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar, gambar berikut ini :



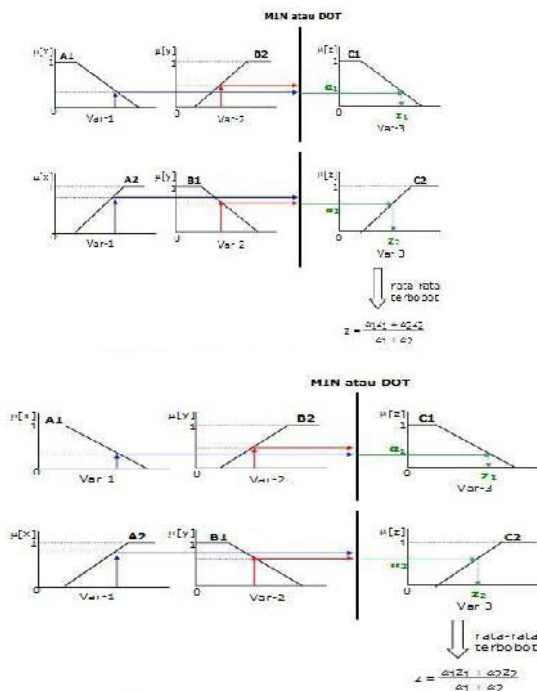
Gambar 3 Fungsi Keanggotaan Kurva Bahu[3]

1.4. Logika Fuzzy Metode Tsukamoto

Pada dasarnya, metode Tsukamoto mengaplikasikan penalaran monoton pada setiap aturannya [8]. Kalau pada penalaran 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. Output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan -predikat (fire strength). Proses agregasi antar aturan dilakukan, dan hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan defuzzy dengan konsep rata-rata terbobot. Diperoleh hasil akhir dengan formula (1) sebagai berikut:

$$Z = \frac{\sum \alpha_i Z_i}{\sum \alpha_i} \quad (1)$$

Diagram blok proses inferensi dengan metode Tsukamoto [2] dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Inferensi dengan menggunakan metode Tsukamoto [2]

II. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilakukan, yakni menganalisis penerapan Logika Fuzzy Inferensia untuk tujuan mengotomatisasi sistem kendali waktu pencucian dengan campur tangan manusia yang sangat kecil. Dengan menggunakan metodologi pengembangan sistem berbasis prototyping. Data yang diambil dari penelitian ini adalah tipe kekotoran pakaian dan jenis kain/pakaian. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan rata-rata lama waktu pencucian pada mesin cuci berdasarkan tipe pakaian dan jenis kotoran pakaian menggunakan Metode Tsukamoto dengan sembilan aturan pendefinisian pengujian.

III. Identifikasi Masalah

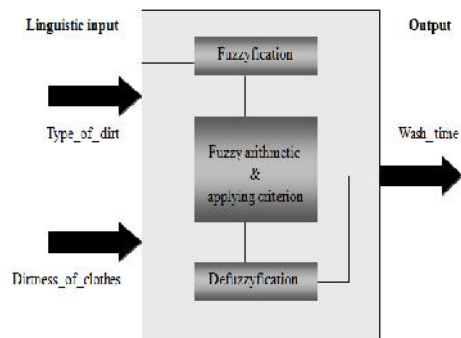
Berdasarkan pembahasan dari latar belakang permasalahan dapat diidentifikasi beberapa masalah dalam sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan objektifitas kebutuhan inputan pada logika fuzzy inferensia ?
2. Bagaimana proses pemodelan dalam menentukan aturan proposisi fuzzy ?
3. Sejauhmana logika fuzzy metode Tsukamoto dapat menentukan rata-rata waktu pencucian ?

IV. Metodologi Penelitian

4.1. Analisis metode pengembangan.

Mendefinisikan objektif secara keseluruhan dan mengidentifikasi kebutuhan yang sudah diketahui[6]. Dalam tahap ini penulis mengidentifikasi kebutuhan dalam bentuk inputan sebagai proses perhitungan data. Terdapat dua inputan data yakni (1) Tipe dari kotoran baju dan (2) Tingkat kekotoran baju. Untuk keluaran hasil logic fuzzy yakni dapat menentukan berapa lama waktu yang digunakan dalam melakukan proses pencucian terhadap kombinasi masukkan yang diberikan. Struktur dasar dari kontrol fuzzy Inferensia ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini,



Gambar 5. Diagram blok dasar dari proses

Selanjutnya proses untuk melakukan pemodelan data terlebih dahulu berdasarkan kebutuhan yang sudah didefinisikan, proses pemodelan data ini yang akan digunakan dalam tahap uji coba dan pembuatan sistem. Pemodelan data disini mencakup basis pengetahuan dan mesin inferensi yang akan dikembangkan, atau rule/aturan dalam algoritma fuzzy. [7]

Untuk merepresentasikan pemahaman dari pengalaman pengguna mesin cuci dalam bentuk proposisi fuzzy, dimana, pernyataan yang tepat dari kedua variabel linguistik ditempatkan ke dalam 4 kotak kosong untuk setiap proposisi khusus. Dapat di gambarkan dalam tabulasi berikut:

		S		
	t	S_s	M_s	L_s
	L_d	VS_t	(S_t)	(M_t)
	M_d	S_t	(M_t)	(L_t)
	H_d	M_t	L_t	VL_t

Gambar 6. Tabulasi Aturan

Dalam setiap aturan, pernyataan-pernyataan dari D dan S disebut anteseden dan pernyataan dari T disebut konsekuen (akibat)[5].

Karena variabel dan masing-masing memiliki 2 pernyataan, jumlah total dari pasangan berurutan dari pernyataan-pernyataan ini adalah 9 (sembilan) aturan. Untuk setiap pasangan berurutan dari pernyataan-pernyataan ini, harus ditentukan pernyataan yang tepat dari variabel, dengan menggunakan pengetahuan yang ada. Proposisi ini disebut aturan penarikan kesimpulan fuzzy atau aturan fuzzy IF- THEN. Contoh dari ketiga aturan ini adalah:

Jika $D = L_d$ dan $S = S_s$, maka $T = VS_t$

Jika $D = M_d$ dan $S = M_s$, maka $T = M_t$

Jika $D = H_d$ dan $S = L_s$, maka $T = VL_t$

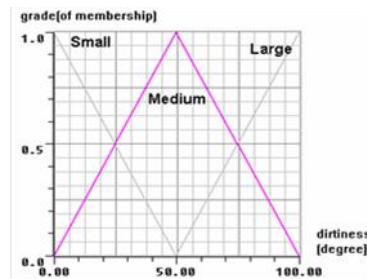
Berikut merupakan aturan yang diterapkan dalam proses pengembangan dari proposisi fuzzy tersebut yang menghasilkan 9 aturan proposisi fuzzy berbeda berikut ini:

1. Jika tingkat kekotoran pakaian tinggi dan jenis kotoran berminyak, maka waktu pencucian adalah sangat lama
2. Jika tingkat kekotoran pakaian sedang dan jenis kotoran berminyak, maka waktu pencucian adalah lama
3. Jika tingkat kekotoran pakaian rendah dan jenis kotoran berminyak, maka waktu pencucian adalah lama
4. Jika tingkat kekotoran pakaian tinggi dan jenis kotoran biasa, maka waktu pencucian adalah lama
5. Jika tingkat kekotoran pakaian sedang dan jenis kotoran biasa, maka waktu pencucian adalah sedang
6. Jika tingkat kekotoran pakaian rendah dan jenis kotoran biasa, maka waktu pencucian adalah sedang
7. Jika tingkat kekotoran pakaian tinggi dan jenis kotoran tidak berminyak, maka waktu pencucian adalah sedang
8. Jika tingkat kekotoran pakaian sedang dan jenis kotoran tidak berminyak, maka waktu pencucian adalah cepat
9. Jika tingkat kekotoran pakaian rendah dan jenis kotoran tidak berminyak, maka waktu pencucian adalah sangat cepat

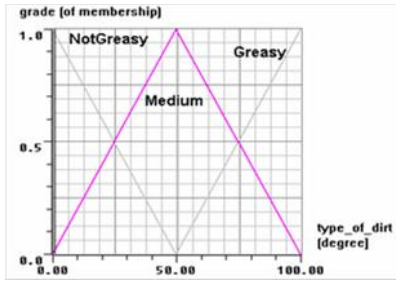
V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum rincian Inferensia fuzzy ditangani, dengan kisaran nilai yang mungkin untuk variabel input dan output ditentukan. Ini (dalam bahasa teori Set Fuzzy) adalah fungsi keanggotaan yang digunakan untuk memetakan nilai pengukuran dunia nyata dengan nilai-nilai fuzzy [1], sehingga operasi dapat diterapkan pada proses fungsi keanggotaan fuzzy dapat dilihat pada gambar 7 menunjukkan label dari input dan output variabel dan fungsi keanggotaan fuzzy terkait. Nilai dari variabel input untuk tipe pakaian yakni halus /tipis (*small*), sedang (*medium*) dan tebal (*large*). Pada gambar 8 variabel inputan untuk jenis kotoran yakni tidak berminyak (*Not Greasy*), kekotoran sedang (*Medium*) dan berminyak (*Greasy*) dengan derajat keanggotaan kekotoran dinormalisasi 1 sampai 100 atas domain dari sensor optik.

Keputusan dari Logika fuzzy Inferensia (*defuzzification*) yang dibuat berasal dari aturan-aturan yang disimpan dalam database. Seperangkat aturan tersebut pada dasarnya adalah pernyataan if-then yang *intuitif* dan mudah dimengerti, karena merupakan suatu pernyataan bahasa *lingustik*. Aturan yang digunakan dalam makalah ini berasal dari logika, data yang diambil dari penggunaan secara umum, dan eksperimen dalam lingkungan yang terkendali (9 Aturan proposisi fuzzy sudah dijelaskan diatas).

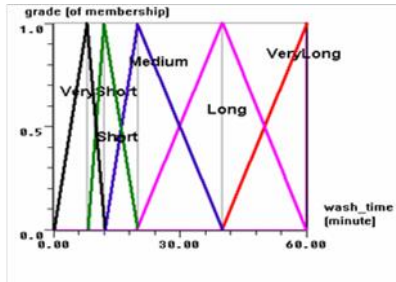


Gambar 7. Fungsi keanggotaan untuk tipe kain atau pakaian.



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan jenis ke kotoran pakaian.

Dua parameter input yakni tipe pakaian dan jenis kotoran pakaian setelah membaca dari sensor fuzzified sesuai fungsi keanggotaan variabel masing-masing. Dalam penambahan dengan kurva fungsi keanggotaan yang digunakan sebagai solusi dengan beberapa kriteria. Akhirnya nilai crisp dari waktu mencuci diperoleh sebagai jawaban, dapat dilihat pada gambar 9 berikut ini yang menunjukkan lama dari rata-rata waktu pencucian.

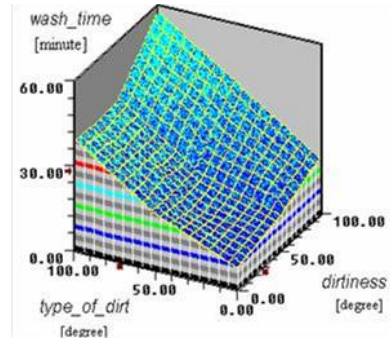


Gambar 9. Label dan keanggotaan fungsi untuk output variabel waktu mencuci

Pada Gambar 9 menunjukkan derajat keanggotaan (*membership*) yakni dimulai dari angka 0 sampai angka 1, dengan lama waktu mencuci dibatasi sampai dengan 60 menit.

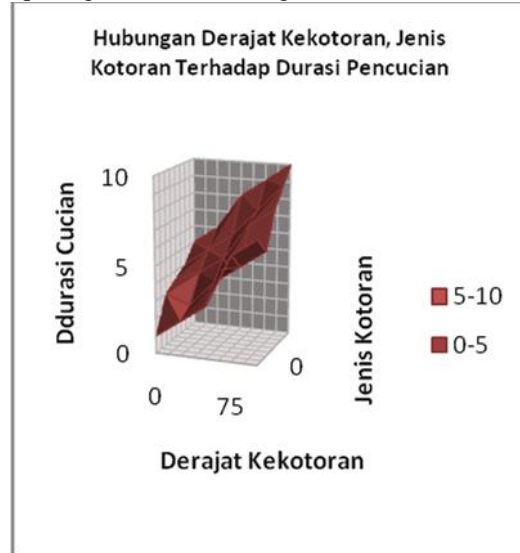
5.1. Hasil Pengujian

Sensor mendapatkan nilai-nilai input dan menggunakan model input fuzzified dan kemudian dengan menggunakan Aturan IF - Then dan operasi himpunan fuzzy lainnya mendapatkan output fungsi fuzzy yang diperoleh dengan menggunakan kriteria nilai output untuk lama waktu mencuci. Gambar 10 menunjukkan permukaan respon dari input - hubungan output ditentukan oleh FIU. FIU singkatan Fuzzy Interface Unit. Ini adalah unit dasar di mana antarmuka aplikasi mengkodekan informasi pengendali.



Gambar 10. Masukan respon / Output permukaan

Proses memasukkan data input berupa derajat keanggotaan dari jenis kotoran dan tipe pakaian (derajat kekotoran) ke dalam program analis adalah berupa prosentase. Hasil penelitian dapat digambarkan dalam grafik berikut ini:



Gambar 11. Hasil Prosentase

Dari grafik diatas ditunjukkan bahwa grafik meningkat, ini menunjukkan bahwa semakin kecil prosentase derajat kekotoran (tipe pakaian) dan jenis kotoran, maka durasi pencucian akan semakin Cepat, sebaliknya ketika prosentase derajat kekotoran dan jenis kotoran lebih tinggi maka durasi pencucian pun semakin cepat.

VI. KESIMPULAN

Dengan menggunakan logika fuzzy metode Tsukamoto telah mampu untuk mendapatkan waktu mencuci untuk berbagai jenis kotoran dan derajat yang berbeda dari kotoran untuk jenis kain atau pakaian. Dengan kata lain kemampuan analisis situasi telah dimasukkan ke dalam mesin yang membuat mesin lebih otomatis dan merupakan keputusan mengambil alih kekuasaan dari pengaturan baru. Meskipun analisis dalam makalah ini masih kasar, tapi ini

jelas menggambarkan keuntungan dari menambahkan fuzzy logic Inference di mesin cuci konvensional.

VII. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disadari bahwa memiliki beberapa kekurangan, untuk hal tersebut disarankan untuk penelitian atau pengembangan berikutnya dapat melakukan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan logika fuzzy dengan metode Tsukamoto, diharapkan pengembang dapat menggunakan metode yang berbeda untuk menganalisis kasus yang dibahas.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan lebih dari dua input dengan harapan menghasilkan data yang lebih baik.
3. Untuk pengembangan berikutnya dapat langsung menerapkan untuk jenis mesin cuci dua tabung atau satu tabung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] George J. Klir & Bo Yuan., 1995, *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Application*, New Jersey, Prentice-Hall Inc.
- [2] Jan Jantzen, August., 1998, *Design of Fuzzy Controllers, Tech. Report no.98-E 864 (design)*, Department of Automation, Technical University of Denmark.
- [3] Kusumadewi S dan H. Purnomo., 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung keputusan*, Yogyakarta, Penerbit Graha Ilmu.
- [4] Lotfy A. Zadeh., 1992, *Fuzzy Logic, Neural Network and Soft Computing*. One Page Announcement of CS 294-4, Spring, the University of California at Berkeley.
- [5] Muhammad Akram, Shaista Habib and Imran Javed., 2014, *Intuitionistic Fuzzy Logic Control for Washing Machines*. Indian Journal of Science and Technology, Vol 7(5), 654-661, May 2014. ISSN (Print) : 0974-6846. ISSN (Online) : 0974-564.
- [6] Manish Agarwal, 2014, *Fuzzy Logic Control of Washing Machines*. Indian Institute of Technology, India, Kharagpur - 721302.
- [7] Mohammad Jamsidi, Nader Vadiiee & Timothy J. Ros., 1997, *Fuzzy Logic and Control: Software and Hardware Applications*, New Jersey, Prentice Hall Inc.
- [8] Setiaji, 2009, *Himpunan dan Logika Samar serta Aplikasinya*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- [9] Sutojo, T, Mulyanto, E & Suhartono., 2011, *Kecerdasan Buatan*, Yogyakarta, Andi Offset.