

KONTROL TEMPERATUR CANTING ELEKTRIK MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY PADA IBM BATIK JAYA STAMBA

Denda Dewatama¹, Herman Hariyadi²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang

Abstrak

Jaya Stamba merupakan motif batik khas Kabupaten Nganjuk. Motif batik ini terinspirasi oleh bentuk batu prasasti di salah satu candi di Kabupaten Nganjuk yang diyakini sebagai asal Ajuk Ladang. Ajuk Ladang merupakan salah satu panglima perang di jaman Majapahit. Yang kemudian nama Ajuk Ladang diabadikan menjadi nama Kabupaten Nganjuk. Mayoritas pengrajin batik di Kabupaten Nganjuk dalam aktifitas membuat batik tulis menggunakan peralatan tradisional (kompor pemanas lilin dan canting). Agar proses batik mempunyai hasil yang baik maka diperlukan pemanasan lilin sebesar 60⁰C. Hal ini sangat menyulitkan pengrajin batik yang masih baru belajar. Oleh karena itu dibutuhkan canting elektrik dimana pemanas lilin dan canting menjadi satu kesatuan (canting elektrik). Sistem ini menggunakan sensor LM 35 sebagai sensor temperature, ATmega 8 sebagai kontrolernya, dan untuk mengatur daya pemanas menggunakan metode penggeseran sudut penyulutan. Pengambilan keputusan kontroler menggunakan logika fuzzy dengan 5 keanggotaan error dan delta_error, 25 aturan logika fuzzy, kondisi steady state dicapai dalam waktu 60 detik dan error steady state adalah 0,2%.

Kata kunci : canting elektrik, fuzzy logic controller

1. Pendahuluan

Batik adalah kain polos yang digambar/diwarnakan dengan proses pembuatan secara khusus, dengan cara menuliskan atau menerakan malam pada kain polos. Sejak tahun 2009, Batik Indonesia diakui secara internasional oleh United Nation Educational Scientific and Cultural Organizations (UNESCO) karena memiliki teknik dan simbol budaya yang menjadi identitas rakyat Indonesia (UNESCO, 2009). Tiap daerah di Indonesia mempunyai corak batik yang khas. Kabupaten Nganjuk mempunyai corak yang bernama “Jaya Stamba”. Motif batik ini terinspirasi oleh bentuk batu prasasti di salah satu candi di Kabupaten Nganjuk yang diyakini sebagai asal Ajuk Ladang. Ajuk Ladang merupakan salah satu panglima perang di jaman Majapahit. Yang kemudian nama Ajuk Ladang diabadikan menjadi nama Kabupaten Nganjuk.

Mayoritas pengrajin batik tulis di kota Nganjuk melakukan proses pembuatan batik dengan peralatan tradisional (canting dan pemanas malam secara terpisah). Peralatan tradisional ini menimbulkan kendala yaitu tidak stabilnya suhu pada malam yang disebabkan oleh nyala api kompor yang tidak konstan dan atau terlalu lama di dalam canting. Oleh karena itu diperlukan suatu alat yang menjamin suhu malam selalu konstan terutama saat hendak dipakai saat pelukisan batik.

Salah satu metode untuk menjamin suhu malam sesuai dengan apa yang diinginkan adalah dengan menggunakan logika fuzzy. Logika *fuzzy* merupakan

suatu logika yang lebih dekat dengan cara berpikir manusia, keanggotaan himpunannya mempunyai nilai-nilai bervariasi, menunjukkan nilai pengukuran secara kualitatif. Operasi-operasi dasar himpunan fuzzy meliputi gabungan (union), irisan atau perpotongan (intersection), komplemen (negation) (Ross dkk, 1995: 18).

Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan analisis kontrol suhu pada canting elektrik dengan metode fuzzy logic controller.

2. Dasar Teori

2.1 Canting

Canting adalah alat yang dipakai untuk memindahkan atau mengambil cairan lilin/malam digunakan untuk membuat batik tulis. Canting tradisional untuk membatik adalah alat kecil yang terbuat dari tembaga dan bambu sebagai pegangannya. Bentuk canting dapat dilihat dalam Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Bentuk Canting

Keterangan:

1. *Nyamplung*: tempat tampungan cairan malam, terbuat dari tembaga.
2. *Cucuk*: tergabung dengan *nyamplung*, adalah tempat keluarnya cairan malam panas saat menulis batik.
3. *Gagang*: pegangan cangting, umumnya terbuat dari bambu atau kayu.

Pada proses pembuatan batik, nyamplung diisi dengan cairan malam dengan suhu 60°C. Ketidaksesuaian antara suhu

2.2. Fuzzy Logic Controller

Logika klasik biasanya menyatakan anggota suatu himpunan secara tegas, yaitu merupakan anggota atau bukan anggota suatu himpunan. Logika *fuzzy* merupakan suatu logika yang lebih dekat dengan cara berpikir manusia, keanggotaan himpunannya mempunyai nilai-nilai bervariasi, menunjukkan nilai pengukuran secara kualitatif. Hal ini menjadi salah satu alasan penggunaan logika *fuzzy* dalam sistem kendali. (Ross, 1995: 14).

Himpunan *fuzzy* adalah sebuah himpunan yang terdiri atas elemen-elemen yang mempunyai derajat atau tingkat keanggotaan yang bervariasi dalam himpunan itu. Elemen-elemen dalam himpunan *fuzzy* bisa menjadi anggota himpunan *fuzzy* yang lain dalam semesta pembicaraan yang sama.

Sebuah himpunan *fuzzy* A pada semesta pembicaraan X digambarkan sebagai sekumpulan pasangan yang diurutkan dalam Persamaan (1).

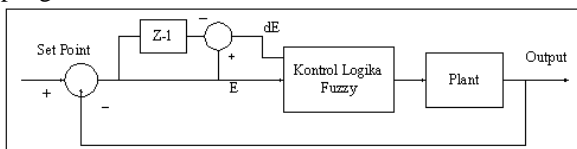
$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \tag{1}$$

$\mu_A(x)$: derajat keanggotaan (*degree of membership*) atau fungsi keanggotaan (*membership function*)

X : semesta pembicaraan (*universe of discourse*)

x : suatu kumpulan input tertentu

Perancangan pengendali logika *fuzzy* menggabungkan aspek pendefinisian himpunan *fuzzy* dan aspek logika *fuzzy* untuk memperoleh suatu sistem kontrol yang dapat beroperasi layaknya seorang operator ahli sehingga dikenal dengan sistem pengaturan cerdas.



Gambar 2. Struktur kontrol logika *fuzzy* untuk pengendalian sistem. (Kuswandi, 2000: 39)

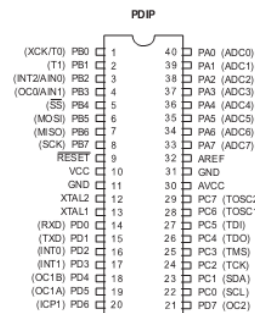
Gambar 2 menunjukkan bahwa pengendali logika fuzzy digunakan pada sistem kontrol loop tertutup. Sinyal *error* (E) dan perubahan *error* (dE) merupakan sinyal masukan bagi pengendali. Sedangkan sinyal U, merupakan sinyal keluaran pengendali sekaligus sebagai penggerak *plant*.

2.3 LM 35

LM 35 merupakan sensor temperature yang berupa IC dengan fitur faktor skala linier + 10mV/°C, akurasi 0,5°C, jangkauan pengukuran -55°C sampai dengan + 150°C.

2.4 ATmega 16

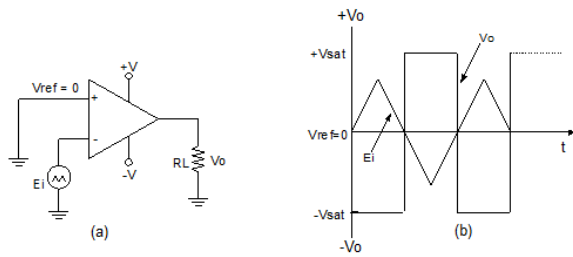
Atmega16 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Kebanyakan intruksi atmega dikerjakan pada satu siklus clock, Atmega16 mempunyai throughput mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses. Pin-pin pada atmega16 dengan kemasan 40-pin DIP ditunjukkan oleh gambar 3.



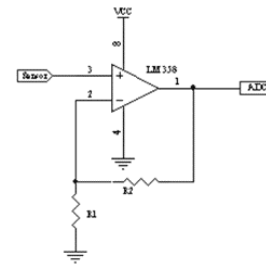
Gambar 3. Mikrokontroler ATmega16 (ATmega16 Datasheet)

2.5 Detektor perlintasan nol

Detektor perlintasan nol pada dasarnya merupakan rangkaian op-amp yang difungsikan sebagai pembanding (komparator). Ada dua jenis detektor perlintasan nol dengan rangkaian dasar menggunakan op-amp yaitu detektor perlintasan nol tak membalik dan detektor perlintasan nol membalik. Gambar 3 memperlihatkan detektor perlintasan nol membalik. Masukan (-) membandingkan tegangan E_i dengan tegangan acuan yang besarnya 0 V ($V_{ref} = 0$ V). Bila E_i berada diatas V_{ref} , V_o menyamai $-V_{sat}$. Bila E_i melintasi acuan menuju positif, V_o menjalani peralihan menuju negatif dari $+V_{sat}$ ke $-V_{sat}$. (Couglin, 1992: 18).



Gambar 4. Detektor nol tak membalik
(Couglin,1992: 18)



Gambar 6. Rangkaian pengkondisi sinyal

Hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal dapat dilihat dalam Tabel 1

Tabel 1. Pengujian pengkondisi sinyal

No.	Vin (mV)	Tegangan Keluaran (mV)		Error (%)
		Perhitungan	Pengukuran	
1	0	0	0	0
2	100	667	665	0,2
3	200	1334	1330	0,3
4	300	2001	1995	0,3
5	400	2668	2650	0,7
6	500	3335	3300	1,0
7	600	4002	3950	1,3

Berdasar Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa rata-rata error adalah 0,5%.

3 Analisis Permasalahan

Sebelum melakukan perancangan system terlebih dahulu dilakukan suatu tindakan mengumpulkan mencari dan meneliti suatu masalah yang akan dibahas dengan jelas sehingga lebih dalam memecahkan suatu masalah.

- Bagaimana merancang pengkondisi sinyal sensor temperatur
- Bagaimana merancang logika fuzzy dalam pengaturan temperatur pada canting elektrik
- Bagaimana merancang driver heater

4 Perancangan Sistem

4.1 Diagram blok

Sistem yang dirancang mempunyai spesifikasi digunakan LM35 sebagai sensor temperatur, dapat menjaga temperatur pada set point 60°C dengan metode pergeseran sudut penyalan. Adapun blok diagram sistem ini dapat dilihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Blok

4.2 Rangkaian pengkondisi sinyal

Ditentukan sistem dapat mendeteksi temperatur dari 0-75°C. Sehingga keluaran dari sensor LM 35 0-750 mV. Sehingga dirancang suatu pengkondisi sinyal yang mempunyai masukan 0-750 mV dan keluaran 0-5V. Maka diperlukan rangkaian pengkondisi sinyal dengan penguatan

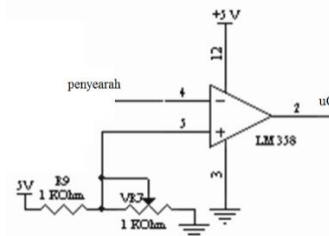
$$Gain = \frac{5000V}{750V} = 6,67 x$$

Digunakan rangkaian penguat tak membalik, bila ditentukan \$R_1 = 1k\Omega\$, maka

$$6,67 = \left(1 + \frac{R_2}{1000}\right) \rightarrow R_2 = 5,67k\Omega$$

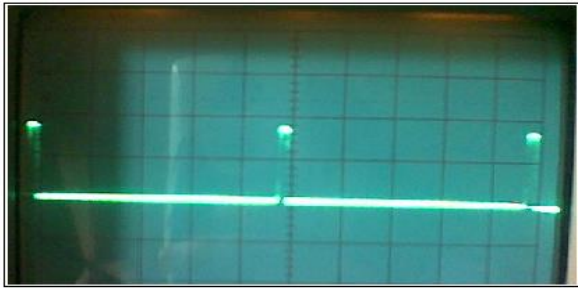
4.3 Rangkaian pendeteksi nol

Rangkaian detektor nol diperlukan untuk mengetahui saat terjadinya perlintasan titik nol. Dengan mengetahui saat terjadinya titik nol maka pengendalian fasa dapat disesuaikan dengan tegangan jaringan, sehingga pengendalian fasa dapat bekerja dengan tepat. Dalam satu siklus tegangan AC yang telah disearahkan dengan jembatan dioda, titik nol terjadi dua kali tiap periode. Rangkaian detektor nol seperti terlihat dalam Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian pendeteksi nol

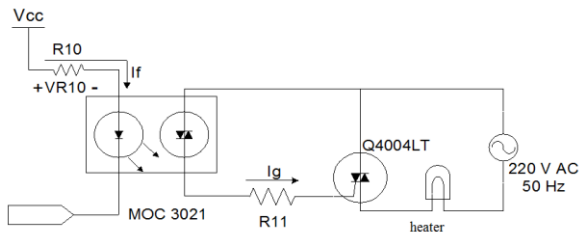
Hasil pengujian dari pendeteksi nol dapat dilihat dalam gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Hasil pengujian pendeteksi nol

4.4 Driver heater

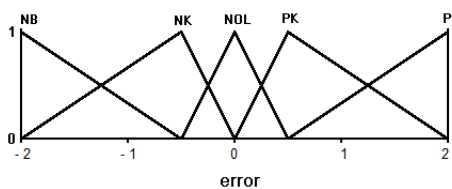
Untuk mengendalikan daya heater 10 watt digunakan triac Q4004LT. Sedangkan sebagai driver triac digunakan optotriac MOC3021 yang juga berfungsi sebagai isolator antara rangkaian mikrokontroler dengan beban analog (heater).



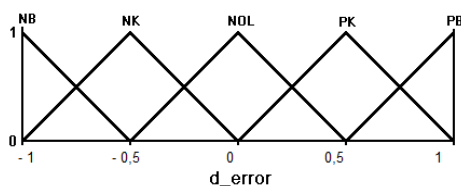
Gambar 9. Driver heater

4.5 Kontrol logika fuzzy

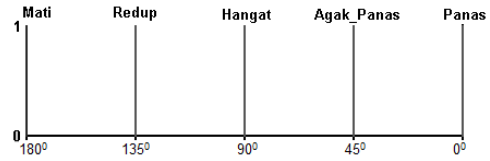
Kontrol logika fuzzy mempunyai fungsi keanggotaan *error* dan *delta error* masing-masing memiliki lima label yaitu negatif besar (NB), negatif kecil (NK), nol (Z), positif kecil (PK) dan positif besar (PB). *Range* fungsi keanggotaan *error* (-2°C s.d. 2°C) dan *delta error* (-1°C s.d. 1°C). Fungsi keanggotaan *error* dinyatakan dalam Gambar 10, fungsi keanggotaan perubahan *error* dinyatakan dalam Gambar 11 dan fungsi keanggotaan keluaran dalam Gambar 12.



Gambar 10. Fungsi keanggotaan error



Gambar 11. Fungsi keanggotaan delta error



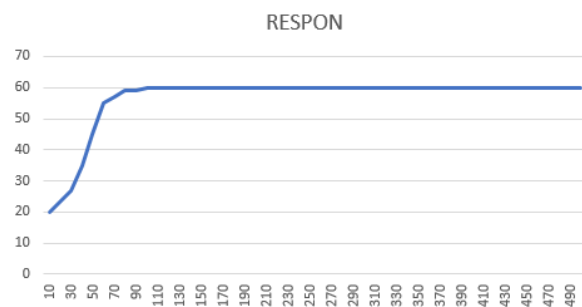
Gambar 12. Fungsi keanggotaan keluaran

Adapun kaidah atur kontrol logika fuzzy dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kaidah atur kontrol logika fuzzy

Error	NB	NK	NOL	PK	PB
D error					
NB	Panas	Panas	Agak Panas	Hangat	Redup
NK	Panas	Agak Panas	Hangat	Redup	Redup
NOL	Panas	Agak Panas	Hangat	Redup	Mati
PK	Agak Panas	Hangat	Redup	Mati	Mati
PB	Agak Panas	Hangat	Redup	Mati	Mati

Hasil pengujian sistem kontrol logika fuzzy, mendapatkan hasil respon seperti dalam Gambar 13.



Gambar 13. Respon waktu

Berdasar pada gambar respon di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kondisi steady state dicapai dalam waktu 80 detik
- Error steady state adalah 0,2%

5. Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan dari hasil dari penelitian kontrol temperatur cangking elektrik.

- Rangkaian sensor suhu dan pengkondisi sinyalnya dapat bekerja secara baik dengan error rata-rata 0,5%
- Kondisi steady state untuk suhu setpoint 60°C tercapai dalam waktu 1 menit dengan error steady state 0,2%.

Daftar Pustaka:

Coughlin, Robert F dan Driscoll, Frederick F. 1992.
Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear. Jakarta: Erlangga.

Kuswandi, Son. 2000. *Kendali Cerdas*. Surabaya: EEPIS Press.

Malvino.1995.Prinsip-Prinsip Elektronika. Jakarta : Erlangga.

Ross, Timothy J dan Jamsidi, Mohammad. 1995.
Fuzzy Logic and Control. Newyork: Prentice Hall

Data sheet LM35

Data sheet ATMega16

<https://id.wikipedia.org/wiki/Canting>