

OTOMATISASI CANTING LISTRIK UNTUK PEMBUATAN BATIK TULIS PROBOLINGGO

Beauty Anggraheny Ikawanty¹, Muhamad Rifa'i², Tundung Subali Patma³

^{1,2,3} Teknik Elektronika, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang
beauty.anggraheny@polinema.ac.id

Abstrak

Sebagai warisan budaya, hampir seluruh daerah di Indonesia memiliki batik dengan motif tertentu yang menjadi ciri khas daerah tersebut, salah satunya yaitu batik Probolinggo. Kota Probolinggo memiliki beberapa corak dan motif batik diantaranya adalah motif batik manggur. Batik adalah gambar yang dihasilkan dengan menggunakan alat canting atau sejenisnya dengan bahan lilin sebagai penahan masuknya warna yang dikuatkan pada kain. Bahan lilin dipanaskan dengan suhu tertentu dengan alat berupa wajan kecil dan kompor, dikerjakan secara manual. Dengan cara ini tentunya pekerjaan membatik menjadi kurang efektif dan efisien yang akan mempengaruhi kualitas batik yang dihasilkan. Sehingga diperlukan inovasi teknologi pada kompor pemanasan lilin dengan pengaturan suhu. Maka dari itu dibuat canting listrik yang otomatis untuk memudahkan pengrajin batik untuk menjaga kestabilan suhu demi menjaga kualitas lelehan malam yang sesuai dengan asumsi para pengrajin batik.

Pada penelitian ini dijelaskan bagaimana membuat sistem kontrol pengatur kestabilan suhu pada lilin malam batik dengan pengaturan otomatis pada canting elektrik yang saat ini pengaturan pemanasnya masih menggunakan asumsi pengrajin batik itu sendiri. Sistem kontrol disini memiliki fungsi untuk menjaga kestabilan suhu pada lilin atau malam batik agar sesuai dengan yang diharapkan kelelahan lilin malamnya, proses kontrolnya menggunakan metode PI (*Propositional Integral*).

Dari hasil pengujian dapat dianalisa bahwa respon suhu berpengaruh terhadap hasil kelelahan lilin malam pada proses membatik. Dibandingkan antara dua kondisi dimana proses pelelehan tanpa menggunakan kontrol dan dengan proses yang menggunakan kontrol dimana kedua proses ini di beri masukan *setpoint* sebesar 60 °C, didapat hasil bahwa pada kondisi pengaturan dengan kontroler hasil pelelehan lebih baik tingkat keencerannya dengan waktu pelelehan yang lebih cepat. Kontroler PI mampu mempertahankan suhu dengan baik. Dengan metode *Ziegler-Nichols* didapatkan nilai konstanta P-I yang baik untuk alat pengontrol suhu lilin malam ini yaitu: nilai $K_p=5.33$, $K_i=0.757$ menghasilkan respon transien kecepatan suhu terhadap waktu dengan *rise time*, *settling time* yang cukup cepat dan cukup stabil walaupun masih terdapat *overshoot* 3% dan *error steady state* sebesar 21.28 %.

Kata kunci : batik, canting, kontrol, Metode PI, *setpoint*

1.Pendahuluan

Batik merupakan warisan leluhur yang perlu dilestarikan dan telah diakui secara internasional. 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). Batik merupakan teknik menghias kain dengan menggunakan lilin dalam proses pencelupan warna, dimana semua proses tersebut menggunakan tangan. Menurut terminologinya, batik adalah gambar yang dihasilkan dengan menggunakan alat canting atau sejenisnya dengan bahan lilin sebagai penahan masuknya warna. Pada proses pemberian

lilin para pengrajin batik masih menggunakan canting manual dimana lilin dipanasi menggunakan kompor. Sehingga hasil warna pada batik kurang maksimal masih banyak yang meluber.

Dengan cara ini tentunya pekerjaan membatik menjadi kurang efektif dan efisien yang akan mempengaruhi kualitas batik yang dihasilkan. Warna batik akan meluber tidak sesuai dengan pola gambar yang akan dihasilkan. Sehingga diperlukan inovasi teknologi pada kompor pemanasan lilin dengan pengaturan suhu. Maka dari itu dibuat canting listrik yang otomatis untuk memudahkan pengrajin batik untuk menjaga kestabilan suhu demi menjaga kualitas lelehan malam yang sesuai dengan asumsi para pengrajin batik.

Pada penelitian ini dijelaskan bagaimana membuat sistem kontrol pengatur kestabilan suhu pada lilin malam batik dengan pengaturan otomatis pada cacing elektrik yang saat ini pengaturan pemanasnya masih menggunakan asumsi pengerajin batik itu sendiri. Sistem kontrol disini memiliki fungsi untuk menjaga kestabilan suhu pada lilin atau malam batik agar sesuai dengan yang diharapkan kelelahan lilin malamnya, proses kontrolnya menggunakan metode PI (*Propositional Integral*).

7. Tinjauan Pustaka

2.1 Jenis Lilin Malam

Lilin ini digunakan untuk membuat sebagai zat perintang. Lilin batik adalah bahan yang digunakan untuk menutup permukaan kain menurut gambar motif batik, sehingga permukaan yang ditutup tersebut mempunyai sifat resist atau menolak warna yang dibrikan pada kain. Bahan pokok lilin adalah : Gondorukem, Damar mata kucing, Parafin (putih dan kuning), Microwax, lemak binatang, minyak kelapa, lilin tawon, lilin lanceng. Sifat dari berbagai macam Lilin Batik sendiri yaitu sebagai berikut , Malam tawon, Gondorukem , Damar mata kucing Paraffin, Microwax / lilin micro, Lemak binatang.



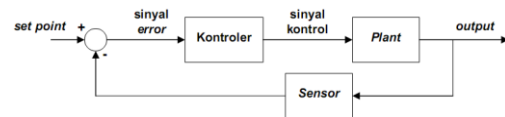
Gambar 1. Lilin Malam Batik

2.2 Kain Batik

Kain putih yang dijadikan batik mempunyai beberapa istilah selain mori, yaitu muslim ataupun cambric. Kata mori berasal dari Bombyx mori, yaitu jenis ulat sutera yang menghasilkan sutera putih dan halus. Kata muslim berasal dari kata muslin yang merupakan kependekan dari moussuline, yaitu nama semacam kain cita. Seangkan cambric artinya fine linen atau kain batis (kain putih).Dilihat dari bahan dasarnya, kain mori dapat berasal dari katun, sutera asli atau sutera tiruan.Mori dari kain katun lebih umum dipakai.

2.3 PID

Diagram blok sebuah sistem kontrol dengan umpan balik secara umum dapat digambarkan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kontrol dengan Umpan Balik

Set point merupakan harga atau keadaan tertentu yang ingin dicapai, misalnya kecepatan motor AC sebesar 2000 rpm (rotation per minute). Sensor berfungsi mendeteksi keluaran plant dan mengkonversikannya menjadi besaran dengan satuan yang sama seperti satuan set point. Sebagai contoh, kecepatan motor DC dapat dideteksi dengan menggunakan rangkaian encoder atau tachogenerator. Keluaran dari encoder yang berupa pulsa atau dari tachogenerator yang berupa tegangan harus dikonversikan menjadi satuan yang sama seperti satuan set point, misalnya rpm atau rps (rotation per second). Keluaran sensor merupakan sinyal umpan balik (feedback) yang akan dikurangkan dengan set point menghasilkan sinyal error. Jika satuan dari keluaran sudah sama dengan set point maka blok sensor dapat dihilangkan sehingga sekarang sinyal feedback adalah keluaran plant. Secara umum sinyal error merupakan selisih antara set point dengan keluaran plant. Secara matematis dituliskan:

$$e(t) = r(t) - y(t)$$

dengan :

$e(t)$ = sinyal error

$r(t)$ = referensi atau set point

$y(t)$ = keluaran plant

Secara umum sinyal kontrol dituliskan :

$$u(t) = Kp \left(e(t) + Ki \int e(t)dt + Kd \frac{de(t)}{dt} \right)$$

dengan :

$u(t)$ = sinyal kontrol

Kp = konstanta proporsional

Ki = konstanta integral

Kd = konstanta diferensial

Pengendali PI adalah sistem pengendali gabungan antara pengendali proporsional dan integral. Dalam waktu kontinyu, sinyal keluaran pengendali PIDirumuskan sebagai :

$$u(t) = Kp \left(e(t) + \frac{1}{Ti} \int_0^t e(t)dt \right) \quad \dots(2.1)$$

dengan :

$u(t)$ = sinyal keluaran pengendali PI

Kp = konstanta proporsional

Ti = waktu integral

Ki = konstanta integral

$e(t)$ = sinyal kesalahan ($e(t)$ = referensi - keluaran plant)

Jadi, fungsi alih pengendali PI(dalam domain s) dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$Gs(s) = Kp + \frac{Ki}{s} \quad \dots(2.2)$$

Diagram blok pengendali PI dapat dilihat pada diagram dibawah ini :



Gambar 3. Blok Pengendali PI

Sedangkan dalam kawasan sistem diskret, pengendali PI dapat dituliskan dalam bentuk persamaan beda sebagai berikut:

$$u(k) = K_p \cdot e(k) + K_i \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{k-1} (e(i)) \quad \dots(2.3)$$

2.4 Arduino UNO

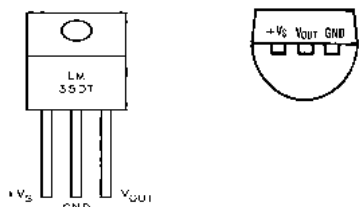
Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Arduino Uno berbeda dari semua board Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial.



Gambar 4. Board Arduino Uno

2.5 Sensor suhu LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh National Semiconductor.



Gambar 5. Sensor suhu LM35

Gambar 5 menunjukkan bentuk dari LM35 tampak depan dan tampak bawah. 3 pin LM35 menunjukan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja

dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} \cdot 10 \text{ mV}$$

2.6 LCD (Liquid Crystal Display)

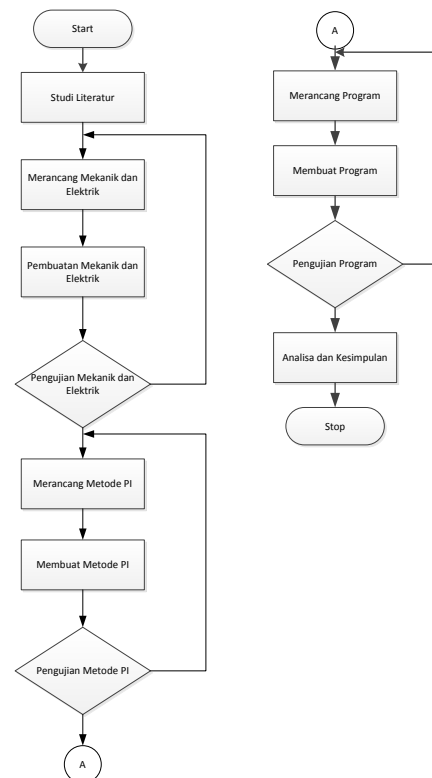
Liquid Crystal Display adalah Suatu alat yang digunakan untuk tampilan display. Yang mana display yang ditampilkan LCD adalah data yang dikirimkan oleh mikrokontroler. LCD ini mempunyai konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris pixel (1 baris pixel terakhir adalah kursor), dan 5 kolom pixel.



Gambar 6. Modul LCD Karakter 2x16

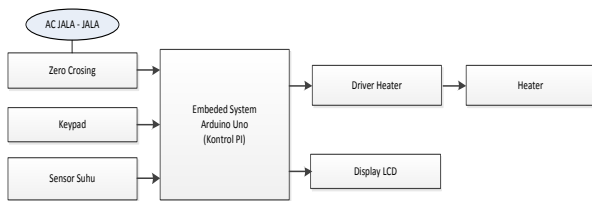
8. Metode Penelitian

Pada Gambar 7 merupakan flowchart langkah-langkah dalam pembuatan canting elektrik dengan metode kontrol PI.



Gambar 7. Flowchart Aliran Penelitian

Sedangkan dalam Gambar 8 merupakan blok diagram sistem dari pembuatan canting elektrik.



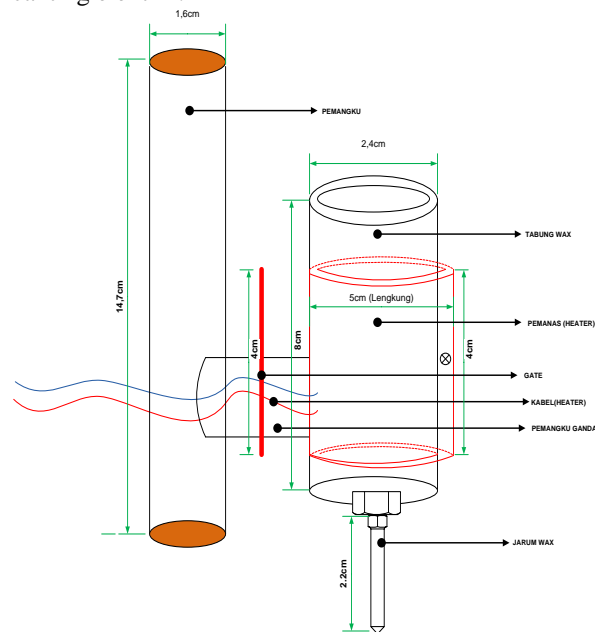
Gambar 8. Diagram Blok Sistem

Perancangan dan Pembuatan perangkat keras berupa alat pengatur pemanas lilin malam otomatis pada canting elektrik yang mana pada canting elektrik tersebut pemanasnya menggunakan *heater* yang nantinya pengaturan pemanasnya akan dikontrol melalui *driver heater*. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu dengan tipe sensor LM35 yang digunakan untuk membaca suhu di dalam pemanas canting elektrik tersebut. Data dari sensor diolah dengan menggunakan *Embedded system* Arduino UNO processor. Saat perangkat sistem dinyalakan dengan menekan saklar on, maka tegangan AC masuk memberikan supply ke *zero crossing* yang mana zero crossing dalam hal ini memiliki peran untuk mendeteksi gelombang sinus AC 220 V saat melewati titik nol. Sebenarnya titik nol yang dideteksi adalah perubahan dari positif menuju negatif dan perubahan dari negatif menuju positif, dan titik nol ini merupakan acuan yang digunakan sebagai awalan pemberian nilai waktu tunda untuk pemacu *triac driver heater*, selain itu Tegangan AC 220 juga memiliki peranan untuk mengalir tegangan ke *driver heater* dan juga catu daya 12 V. Pada catu daya 12 V sebelumnya tegangan AC 220V diturunkan melalui *transformator step down* yang mana dari 220V diturunkan menjadi 15 V untuk memberikan tegangan supply pada catu daya 12 V selanjutnya catu daya sendiri memberikan tegangan masukan ke *Embedded system* yakni arduino Uno. Sensor suhu akan bekerja ketika diberikan inputan berupa *setpoint* yang telah ditentukan, maka dari sini sensor suhu (LM35) akan membaca suhu pada alat pemanas lilin malam tersebut tepatnya dibagian panci lilin malam ,tegangan output dari sensor suhu LM35 selanjutnya diproses menggunakan *embedded system* (Arduino UNO) yang di dalamnya terdapat *algoritm PI (Proportional Integratif) controller* ,yang berfungsi mengendalikan kesetabilan suhu pada *heater* lilin malam. Dari besaran suhu yang diinginkan tersebut hasilnya akan mempengaruhi kinerja dari actuator berupa sebuah *driver heater* yang mana gelombang sinus yang terdeteksi oleh *zero crossing* akan disulut atau dipicu mulai dari sudut 18° hingga 164° yang nantinya akan mempengaruhi panasnya heater pada pemanas lilin

malam semakin besar sudut picu yang di berikan maka semakin kecil tegangan yang dikeluarkan hal ini yang berpengaruh terhadap panas yang dikeluarkan oleh heater dengan melihat tegangan yang diperoleh. Proses ini berjalan secara berkelanjutan hingga mendapatkan lelehan malam yang sesuai dengan suhu yang ditentukan saat menentukan nilai *setpoint*.LCD disini memiliki fungsi untuk menampilkan suhu pada proses pelelehan lilin malam.sedangkan Keypad memiliki fungsi untuk memasukkan *setpoint* suhu yang akan diinginkan atau suhu yang sudah disetting secara otomatis dengan memperhatikan jenis lilin yang dipilih.

Perancangan Mekanik

Dalam Gambar 9, merupakan desain mekanik dari canting elektrik.



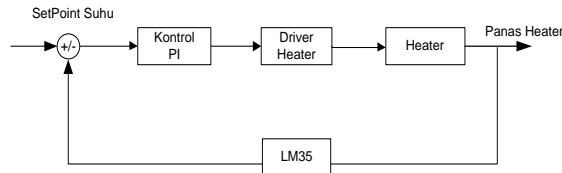
Gambar 8. Desain Canting Elektrik

Perancangan Elektrik

Untuk dapat mengatur pemanas lilin malam otomatis agar menghasilkan lelehan lilin yang sesuai diharapkan. Maka hal ini membutuhkan sebuah perancangan elektrik guna untuk mengatur panas yang dihasilkan pada *heater* lilin malam yang nantinya pengaturan ini dapat disetting manual ataupun otomatis kemudian hasilnya ditampilkan melalui tampilan *display LCD* berupa suhu. Proses ini membutuhkan dukungan berupa rancangan dan pembuatan elektrik, sedangkan perancangan dan pembuatan elektrik rangkaian penunjangnya meliputi rangkaian *power supplay*, rangkaian sensor suhu, rangkaian *Zero Crossing*, rangkaian *Embeded system Arduino Uno*, rangkaian *Driver heater*, rangkaian *LCD* serta rangkaian Keyped.

Perancangan PI (*Proportional Integral*)

Pada perancangan kontrol PI yang akan diproses oleh rumus pada sistem ini dibutuhkan sebuah umpan balik dari pembacaan suhu yang di peroleh dari sebuah sensor suhu LM35 pada heater lilin malam yang nantinya menjadi sebuah rumus pengitungan osilasi pada sebuah program.



Gambar 9. Diagram blok PI

9. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan diuraikan pembahasan mengenai pengujian dan analisa alat. Pengujian alat ini mencakup pengujian sistem secara keseluruhan yaitu mengenai kinerja sistem dan pengujian integrasi antar blok rangkaian. Ini dilakukan untuk melihat apakah sistem sudah bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Blok-blok yang diuji antara lain :

1. Rangkaian Arduino
2. Rangkaian Sensor LM 35
3. Rangkaian Zero Crossing
4. Rangkaian Keypad
5. Rangkaian Driver heater
6. Rangkaian LCD
7. Kontroler PI
8. Rangkaian Keseluruhan Sistem

Implementasi PI terhadap pengaturan suhu lilin malam pada Canting Elektrik

Alat pengaturan suhu lilin malam otomatis ini didesain untuk mengatur suhu dalam ruangan Heater Lilin malam dapat stabil sesuai dengan suhu pelelehan lilin malam yang ideal atau suhu set point yang telah ditentukan. Dalam hal ini dijelaskan bahwa dengan *Embedded system* menggunakan Kontroler PI dapat membuat performansi sistem menjadi lebi baik, dalam hal ini dapat ditunjukkan dengan tabel perbandingan parameter pada saat menggunakan kontroler PI dengan tanpa menggunakan kontroler. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan nilai parameter tanpa kontroler dengan nilai parameter menggunakan kontroler PI

No.	Parameter	Tanpa Kontroler	Kontroler dengan PI
1.	Error Steady State	5.85%	1.28%
2.	Max Overshoot	15.6%	3%
3.	Settling Time	600 s	280 s

4.	Time-Peak	330 s	235 s
5.	Rise Time	185 s	165 s

Dari perbandingan diatas dapat dilihat bahwa selisih dari parameter tanpa kontroler dengan parameter menggunakan kontroler PI sangatlah besar jadi pada perbandingan ini bisa dilihat bahwa respon control PI untuk proses pelelehan lilin malam dikatakan baik dibandingkan tanpa menggunakan kontroler.



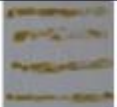

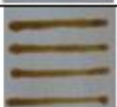


Pengaruh Suhu terhadap tingkat Kelelehan Lilin Malam Batik Tulis

Pada proses pelelehan lilin malam pada jenis lilin malam parafin dinyatakan lebih cepat dibandingkan dengan lilin klowong, pada lilin malam paraffin dan klowong tingkat lilin malam yang baik digunakan untuk proses membatik yaitu pada suhu 65 °C hingga 75°C yang mana membutuhkan waktu 218.72 detik untuk mencapai suhu yang diinginkan hal ini disebabkan karena tingkat kepadatan dan bahannya sangat mempengaruhi pada proses pelelehannya.

Tabel 2. Tingkat Kelelehan Lilin Malam terhadap waktu

Suhu (°C)	Lilin Klowong	Parafin
	Waktu (s)	Waktu (s)
40°C	106.01	97.45
45 °C	135.50	126.22
50 °C	162.24	156.41
55 °C	186.09	175.18
60 °C	206.87	197.38
65 °C	227.52	218.72
70 °C	252.78	245.81
75 °C	271.32	265.46
80 °C	289.18	282.31
85 °C	304.31	298.14
90 °C	321.22	314.77
95 °C	339.16	334.26

Tabel 3. Kualitas Kelelehan Lilin Malam

No.	Tingkat Kelelahan (°C)	Lilin Malam Awal	Hasil Lilin Malam
1.	40		Belum Mencair
2.	45		
3.	50		
4.	55		
5.	60		
6.	65		
7.	70		
8.	75		
9.	80		
10.	85		
11.	≥ 90		

Ketika suhu yang diberikan mulai dengan 28°C (Suhu Ruang) hingga 50°C maka sesuai dengan pengujian yang dihasilkan adalah lilin malam belum mencair. Jika di berikan suhu sebesar diatas 90°C maka hasilnya lilin malam akan hangus. Maka ketepatan lilin yang digunakan adalah pada batas 65°C hingga 75°C.

Kesimpulan

Dari penjelasan dari bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Pada pengaturan set point digunakan range 40°C hingga 85°C sesuai dengan batas kelelahan pada lilin malam yang tersedia.
2. Perbandingan pengukuran menggunakan sensor LM 35 dengan thermometer pada pengujian keseluruhan terdapat selisih1 hingga 2°C. Maka dari hasil pengukuran tersebut terdapat error sebesar 0.78%.
3. Perbandingan system tanpa kontroler dengan $K_p=0, K_i=0$ dan $K_d=0$. Diperoleh kurva respon yang memiliki performa kontroller Error Steady state =5.85 %, Max.Overshoot = 15.6%, settling time =600 S, peak time = 330 S, rise time = 185 S . Kemudian hasil metode ziegler-nichols diperoleh parameter PI sebesar $K_p=5.33, K_i=0.757$. Diperoleh kurva respon stabil yang memiliki performa kontroller ErrorSteady state = 1.28%, Max.Overshoot = 3%, settling time = 280 S, peak time = 235 S, rise time = 165 S. Berdasarkan perbandingan diatas menunjukkan bahwa dengan menggunakan Kontroler PI error steady state yang diperoleh sehingga kualitas lelehan lilin malam akan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Chandra, Franky (2010). Jago Elektronika. Surabaya:KawanPustaka

Bolton. 2009. *Teknik (Sistem) Instrumentasi dan Teknik Kontrol (Kendali)*: Grasindo.

Handika, Ega. 2014. Pengaturan Pemanas Lilin Malam Otomatis Pada Canting Elektrik Untuk Proses Pembuatan Batik Tulis Berbasis Embedded Sistem Dengan Menggunakan Metode PI. Skripsi. Politeknik Negeri Malang

http://www.atmel.com/Images/Atmel-2513-8-bit-AVRMicrocontrollerATmega328_Datasheet-Summary.pdf

[http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-stepper/Elektronika Dasar. Motor Stepper.](http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-stepper/Elektronika_Dasar_Motor_Stepper) Tanggal akses :10-02-2014

Tito Shidratul Muntaha, (2007). *Rancang Bangun system penggerak canting listrik dengan penggerak kartesian*, Jurusan Teknik Elektro ITS, Surabaya.

<http://sentrabatiklasem.com/lilin-batik-lasem/>