



RANCANG BANGUN MESIN CANTING CAP ELEKTRONIK DILENGKAPI PENGATUR SUHU DAN DETEKTOR KAIN BERBASIS ARDUINO UNTUK INDUSTRI BATIK CAP

Ilham Sayekti^{1)*}, Ulfah Hidayati²⁾, Chairul Firmanzah¹⁾, Denny Lutfil Hakim¹⁾,
Rifa Devi Perwitasari¹⁾, Yovan Mahendra Kusumaputra¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang

²⁾Jurusan Akuntansi, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Soedarto, SH Tembalang Semarang 50275

*E-mail: ilhamsayekti03@gmail.com

Abstrak

Rancang Bangun Mesin Canting Cap Elektronik Dilengkapi Pengatur Suhu dan Detektor Kain Berbasis Arduino Untuk Industri Batik Cap dirancang dengan tujuan untuk membantu para pengrajin batik dalam kegiatan pembuatan kain batik jenis batik cap. Mesin dirancang menggunakan frame aluminium dengan konstruksi ukuran yang telah disesuaikan dengan lebar kain batik, yaitu 115 cm x 150 cm dan canting cap yang dapat diganti sesuai kebutuhan pola canting cap. Dengan menggunakan arduino mega 2560 sebagai pengendali utama dan mengaplikasikan 4 buah motor stepper NEMA17 yang dibagi menjadi tiga axis yaitu axis X bergerak horizontal, Y1-Y2 bergerak horizontal, dan Z bergerak vertikal serta sensor suhu PT100 dan termokopel tipe K untuk pendeteksi suhu pada cairan lilin/malam yang dipanaskan dengan kompor listrik dan terhubung dengan REX-C100 dan sebuah mikroswitch untuk mendeteksi posisi kain yang terpasang. Alat ini dirancang dengan 2 mode operasi, yang pertama mode otomatis dan kedua mode manual. Dalam mode otomatis alat akan bekerja bila suhu lilin telah mencapai titik tertentu (suhu dapat diatur antara 75 OC – 120 OC). Dalam mode otomatis canting cap akan bergerak dengan melakukan dua kali pengecapan kemudian ke posisi awal dan seterusnya. Dalam mode manual canting cap bergerak sesuai gerakan joystick yang dilakukan operator. Waktu yang dibutuhkan lilin untuk mencair hingga mencapai suhu 75 OC yaitu selama 13 menit 10 detik. Sedangkan waktu yang dibutuhkan alat untuk satu kali proses pengecapan menggunakan mode otomatis yaitu 2 menit 10 detik. Hasil yang dicapai dari rancang bangun mesin cap batik elektrik adalah mesin telah dapat bekerja dengan baik untuk kedua mode operasi, namun untuk kualitas hasil capnya masih diperlukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan hasil terbaik.

Kata Kunci: *Legalitas, usaha micro kecil dan menengah , Startup*

PENDAHULUAN

Industri kain batik, baik yang dikelola oleh perusahaan-perusahaan maupun UKM serta secara mandiri oleh masyarakat, berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, yang dirilis di web <https://bbkb.kemenperin.go.id>, jumlah yang terdaftar sebanyak 459 perusahaan. Dari jumlah tersebut sebagian besar perusahaan/UKM berada di Pulau Jawa khususnya Provinsi Jawa Tengah. Banyaknya perusahaan/UKM yang mengkhususkan memproduksi kain batik tidak terlepas dari

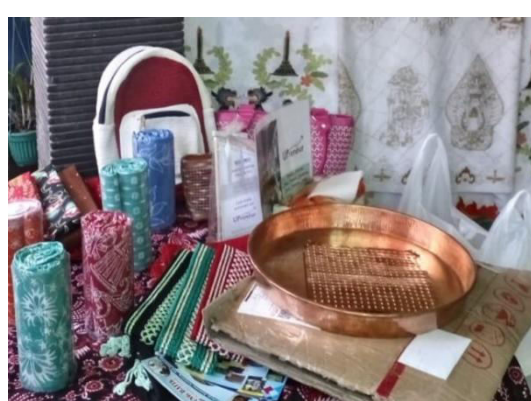
keputusan UNESCO pada tahun 2009 yang menetapkan batik Indonesia sebagai “warisan kemanusiaan untuk budaya lisan dan nonbendawi (masterpieces of the oral and intangible heritage of humanity) yang diwariskan turun temurun dari generasi ke generasi. Dampaknya batik saat ini sudah menjadi bagian dari budaya sebagian besar masyarakat Indonesia dalam berbusana.

Salah satu UKM yang bergerak di bidang industri kain batik di Semarang adalah UKM Batik “Kembang Wijaya Kusuma” yang berlokasi di Kelurahan Mangunharjo Kecamatan Tembalang. UKM Batik “Kembang Wijaya Kusuma” dalam usahanya hanya memproduksi 2 jenis kain batik, yaitu batik tulis dan batik cap.

Pada proses produksi, seperti pengrajin batik lain pada umumnya, seluruh pekerjaan masih dilakukan secara manual mulai dari nyanting, plorotan, nglowong, pencelupan hingga pewarnaan, kecuali pada proses batik cap. Pada proses pembuatan batik cap, pekerjaan nyanting dilakukan dengan canting cap.



Gambar 1. Contoh produksi kain batik cap (kiri) dan batik tulis (kanan) oleh UKM Batik “Kembang Wijaya Kusuma”



Gambar 2. Peralatan canting cap (kiri) dan loyang untuk mencairkan malam/lilin (kanan) dalam produksi batik cap yang dimiliki UKM Batik “Kembang Wijaya Kusuma”

Pekerjaan nyanting pada produksi batik cap sangat banyak menyita energi dan konsentrasi, karena diperlukan kesabaran dan ketelitian agar tidak terjadi kesalahan.

Namun hal ini tetap dilakukan karena sampai saat ini belum ada mesin-mesin yang dibuat khusus untuk pekerjaan membuat batik cap atau kalau pun ada harus dilakukan melalui pemesanan yang harganya tentu akan mahal, dan hal ini akan memberatkan para pengrajin.

Dengan latar belakang itulah dan dengan didasari bahwa kebutuhan mesin cap untuk membuat batik cap saat ini sangat diperlukan, maka dalam penelitian ini dirancang mesin canting cap yang bekerja secara elektronik yang dilengkapi sensor suhu untuk mendeteksi suhu malam/lilin dan detektor kain untuk mendeteksi keberadaan kain di posisi mesin sebelum mesin dapat dioperasikan. Mesin dirancang untuk dapat men-cap kain dengan ukuran lebar 115 cm dan panjang yang disesuaikan dengan kebutuhan. Diharapkan dengan menggunakan mesin batik canting cap ini dalam proses pembuatan batik cap, kinerja pengrajin akan lebih baik dan dapat meningkatkan produktivitasnya.

Beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan dari penjelasan diatas, belum adanya mesin canting cap yang dapat bekerja secara elektronik untuk memproduksi batik cap bagi para pengrajin batik, membuat pekerjaan membuat batik cap dilakukan secara manual dan hal ini sangat tidak efisien dan mengurangi produktifitas pengrajin dalam menghasilkan kain batik cap. Bagaimana membuat sebuah mesin canting cap batik yang dapat beroperasi secara elektronik, sehingga proses penge-cap-an ke kain dapat dilakukan dengan mesin untuk menggantikan tenaga manusia seperti selama ini dilakukan pada pembuatan batik cap? Dan bagaimana membuat sebuah mesin canting cap batik yang dalam beroperasi dilengkapi dengan sensor suhu cairan malam/lilin dan detektor kain untuk mendeteksi keberadaan kain di posisi mesin, sebelum mesin ini beroperasi

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat mesin canting cap yang bekerja secara elektronik yang dilengkapi dengan sensor suhu malam/lilin dan detektor kain untuk digunakan oleh pengrajin batik di UKM Batik “Kembang Wijaya Kusuma” pada pembuatan batik cap di Kelurahan Mangunharjo Kecamatan Tembalang Semarang dan membuat mesin canting cap yang dapat dioperasikan dengan dua mode, yaitu manual dan otomatis, untuk melakukan penge-cap-an pada kain dengan lebar maksimum 115 cm dan panjang yang disesuaikan kebutuhan dengan canting cap yang dapat dipasang-lepas sesuai pola canting cap yang diinginkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu:

- (i) Melakukan peninjauan ke lokasi mitra UKM Batik “Kembang Wijaya Kusuma” dalam rangka mengumpulkan data untuk mendapatkan informasi tentang permasalahan yang dihadapi dalam proses pembuatan batik cap dan hal-hal teknis

dalam proses pembuatan batik cap. Dari data dan informasi yang diperoleh akan digunakan sebagai acuan dalam membangun mesin yang akan dibuat.

- (ii) Melakukan kajian literatur yang berhubungan dengan aplikasi motor stepper NEMA 17 pada mesin-mesin cetak yang pernah dibuat namun dengan fungsi yang berbeda (bukan sebagai mesin *canting cap* batik)
- (iii) Desain mekanik, elektronik dan program dan mensimulasikan hasilnya pada level perangkat lunak (software) dan laboratorium.
- (iv) Pembuatan prototipe untuk bagian mekanik pada skala penuh dan menguji kinerja mesin.
- (v) Pengujian rangkaian elektronika yang terdiri dari driver motor A4988, Motor stepper NEMA 17 dan sensor suhu PT 100.
- (vi) Pengujian perangkat lunak dan perangkat keras (elektronik) yang telah menjadi sebuah sistem untuk memperoleh data tentang kinerja sistem yang telah dibangun.
- (vii) Merakit bagian mekanis dan elektronik menjadi sebuah mesin dan melakukan pengujian dalam skala penuh untuk memperoleh spesifikasinya.
- (viii) Menganalisa dan mengevaluasi terhadap hasil yang dicapai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruksi Mesin Cap Batik Elektrik

Setelah melalui perancangan rangkaian elektronik dan telah dilakukan pengujian rangkaian, berikutnya rangkaian diinstalasi dan dirakit pada panel mesin yang telah dikonstruksi sebelumnya. Hasil dari desain alat seperti ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.

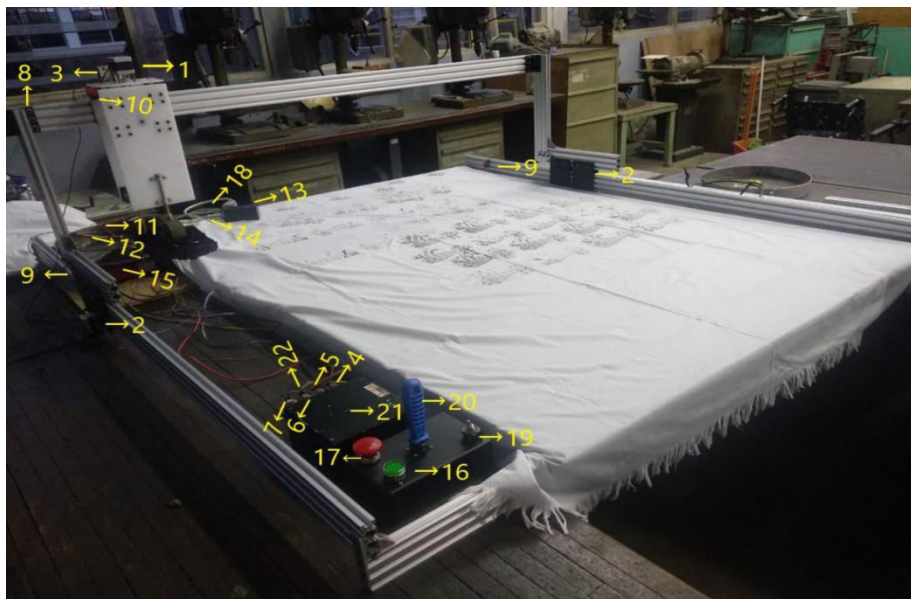


Gambar 1. Konstruksi mesin cap batik elektrik (tampak samping)



Gambar 4. Konstruksi mesin cap batik elektrik (tampak atas)

Pengoperasian Alat



Berikut adalah penjelasan fungsi dari tiap komponen pada alat:

- 1) Motor *Stepper X*: Berfungsi untuk menggerakkan cap secara horizontal data mengambil lilin dari tungku dan menggerakkan motor *stepper* saat mengecap kain sehingga cap dapat bergerak ke samping untuk mengecap bidang lainnya.
- 2) Motor *Stepper Y1* dan *Y2*: Berfungsi untuk menggerakkan motor pada alumunium *profile* sisi kanan dan kiri bergerak maju dan mundur untuk menyesuaikan cap agar dapat mengecap baris bidang selanjutnya.
- 3) Motor *Stepper Z*: Berfungsi untuk menggerakkan cap naik dan turun saat cap akan dicelupkan pada tungku lilin dan saat cap akan mengecap kain.
- 4) *Driver A4988 1*: Berfungsi sebagai penggerak motor *stepper* pada *axis X*

- 5) *Driver A4988 2*: Berfungsi sebagai penggerak motor *stepper* pada *axis Y1*
- 6) *Driver A4988 3*: Berfungsi sebagai penggerak motor *stepper* pada *axis Y2*
- 7) *Driver A4988 4*: Berfungsi sebagai penggerak motor *stepper* pada *axis Z*
- 8) Sakelar Pembatas 1: Sakelar pembatas 1 terletak pada *axis X* yang berfungsi untuk menghentikan laju motor pada *axis X*.
- 9) Sakelar Pembatas 2 dan 3: Sakelar pembatas 2 dan 3 terletak pada *axis Y1* dan *Y2* yang berfungsi untuk menghentikan laju motor pada *axis Y1* dan *Y2*.
- 10) Sakelar Pembatas 4: Sakelar pembatas 4 terletak pada *axis Z* yang berfungsi untuk menghentikan laju motor pada *axis Z*.
- 11) Sensor Suhu PT100: Berfungsi untuk mendeteksi suhu lilin yang lalu hasilnya diolah oleh arduino sebagai masukan yang dijadikan parameter untuk pergerakan motor *stepper*.
- 12) Thermokopel Tipe K: Berfungsi untuk mendeteksi suhu lilin yang lalu hasilnya diolah oleh REX-C100 sebagai pengatur *ON/OFF* kompor melalui SSR.
- 13) REX-C100: Sebagai pemroses data sensor suhu PT100 dan thermokopel untuk mengatur set poin, lalu data ditampilkan pada display REX-C100.
- 14) *Driver MAX31865*: Berfungsi untuk mengkonversi data suhu yang didapat dari PT100 sehingga dapat diproses oleh arduino.
- 15) Kompor Listrik: Berfungsi untuk memanaskan lilin pada loyang.
- 16) *Push Button*: Berfungsi untuk memulai kerja alat saat mode otomatis.
- 17) *Emergency Stop*: Berfungsi untuk menghentikan kerja alat secara mendadak bila dalam keadaan darurat.
- 18) *Solid State Relay*: Berfungsi sebagai sakelar yang menghubungkan REX-C100 dan kompor listrik.
- 19) Sakelar Toggle: Berfungsi untuk mengubah mode alat dari otomatis menjadi manual dan sebaliknya dari manual menjadi otomatis.
- 20) *Joystick KY-023*: Berfungsi untuk menggerakkan cap saat mode manual
- 21) *Power Supply*: Sebagai pencatu daya DC sebesar 12V.
- 22) Arduino Mega 2560: Sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan komponen masukan yaitu *limit switch*, sakelar toggle, MAX31865, *joystick*, *push button*, dan *emergency stop*. Serta komponen keluaran yaitu *driver A4988* dan motor *stepper*.

Pengoperasian Alat Mode Otomatis

- 1) Pasang cap sesuai dengan motif yang diinginkan dengan memasang pada ulir di motor *stepper axis Z* seperti yang terlihat pada Gambar 5.
- 2) Letakkan kain pada alas kayu untuk siap dicap seperti yang terlihat pada Gambar 6

- 3) Hubungkan steker catu daya dan steker kompor listrik pada stop kontak sumber tegangan jala – jala.
- 4) Hidupkan catu daya, dengan menekan *switch* pada catu daya hingga kondisi catu daya menjadi *on*.



Gambar 5 Pemasangan Cap



Gambar 6 Pemasangan Kain

- 5) Untuk memilih mode otomatis pindahkan sakelar toggle di posisi *on* seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 Sakelar Toggle di Mode Otomatis

- 6) Kompor akan otomatis menyala dan memanaskan lilin, lalu tunggu suhu lilin mencapai 75°C dan data suhu akan ditampilkan pada tampilan REX-C100.
- 7) Tekan *push button* hingga kondisi alat menjadi *on* untuk memulai kerja alat.
- 8) Motor menggerakkan cap ke loyang yang berisi lilin dan mengecap sebanyak dua kali lalu kembali bergerak memasukkan cap ke tungku lilin. Proses pengecapan terjadi sebanyak dua baris.
- 9) Apabila pengecapan sudah selesai, matikan alat dengan menekan *switch* catu daya menjadi *off* dan mencabut steker.

Pengoperasian Alat Mode Manual

- 1) Pasang cap sesuai dengan motif yang diinginkan dengan memasang pada ulir di motor *stepper axis Z* seperti yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Pemasangan Canting Cap



Gambar 9 Pemasangan Kain

- 2) Letakkan kain pada alas kayu untuk siap dicap seperti yang terlihat pada Gambar 9
- 3) Hubungkan steker catu daya dan steker kompor listrik pada stop kontak sumber tegangan jala – jala.
- 4) Hidupkan catu daya, dengan menekan *switch* pada catu daya hingga kondisi catu daya menjadi *on* seperti pada Gambar 10.



Gambar 10 Sakelar Toggle di Mode Manual

- 5) Untuk memilih mode manual pindahkan sakelar toggle di posisi *off*.
- 6) Kompor akan otomatis menyala dan memanaskan lilin, lalu tunggu suhu lilin mencapai 75 °C dan data suhu akan ditampilkan pada tampilan REX-C100.
- 7) Operasikan gerak cap menggunakan *joystick* sesuai dengan posisi yang diinginkan.
- 8) Tekan *joystick* untuk mencelupkan cap ke lilin.

- 9) Arahkan *joystick* ke atas untuk mengarahkan motor *stepper axis* Y1-Y2 bergerak mundur seperti pada Gambar 10.

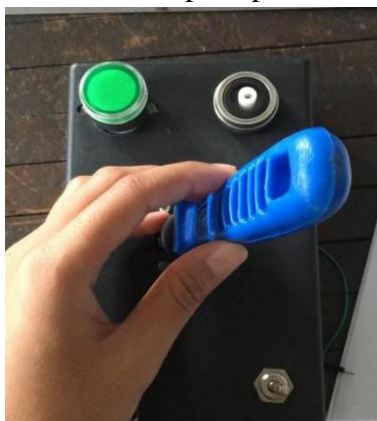


Gambar 10 Joystick ke Atas



Gambar 11 Joystick ke Bawah

- 10) Arahkan *joystick* ke bawah untuk mengarahkan motor *stepper axis* Y1-Y2 bergerak maju seperti pada Gambar 11.
- 11) Arahkan *joystick* ke kanan atau kiri untuk mengarahkan motor *stepper axis* X ke kanan atau kiri seperti pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12 Joystick ke Kanan



Gambar 13 Joystick ke Kiri



Gambar 14 Joystick Ditekan

- 12) Tekan *joystick* untuk mengecap kain seperti pada Gambar 14.

- 13) Jumlah pengecapan dapat disesuaikan dengan kebutuhan operator.
- 14) Apabila pengecapan sudah selesai, matikan alat dengan menekan *switch* catu daya menjadi *OFF* dan mencabut steker.

Pengujian Alat

Pengukuran Arus Catu Daya

Pengukuran bertujuan untuk mengetahui arus yang mengalir pada rangkaian motor *stepper*. Berikut merupakan langkah-langkah pengukuran arus:

- 1) Menghubungkan kabel masukan catu daya dengan tegangan sumber 220 V.
- 2) Memutus sambungan (+) catu daya DC yang terhubung dengan pin VCC pada alat.
- 3) Mengukur arus dengan meletakkan probe merah pada pin (+) catu daya, dan probe hitam pada sambungan pin V_{CC} pada alat.

Tabel 1 Pengukuran Arus Catu Daya

Kondisi	Arus (A)	Keterangan
Motor <i>axis</i> X, Y1-Y2, Z bergerak	1,150	Arus maksimum
Motor <i>axis</i> X, Y1-Y2 bergerak	0,97	-
Motor <i>axis</i> X bergerak	0,87	Arus minimum

Pengukuran Arus REX-C100

Perhitungan arus REX-C100 dilakukan untuk mengetahui arus yang mengalir saat alat bekerja dan untuk mengetahui spesifikasi alat. Berikut merupakan langkah-langkah pengukuran arus REX-C100:

- 1) Menghubungkan kabel masukan catu daya dengan tegangan sumber 220 V.
- 2) Mengubah *settingan* multimeter menjadi pengukuran arus
- 3) Mengukur arus dengan meletakkan probe merah pada pin masukan (+) SSR, dan probe hitam pada sambungan pin 4 arduino.

Tabel 2 Pengukuran Arus REX-C100

Objek Pengukuran	Arus (mA)	Keterangan
REX-C100	9,6	-

Pengukuran Arus Kompor Listrik

Perhitungan arus kompor listrik dilakukan untuk mengetahui arus yang mengalir pada kompor saat rangkaian bekerja dan untuk mengetahui spesifikasi alat. Berikut merupakan langkah-langkah pengukuran arus REX-C100:

- 1) Menghubungkan kabel masukan catu daya dengan tegangan sumber 220 V.
- 2) Mengubah *settingan* multimeter menjadi pengukuran arus

- 3) Memutus sambungan masukan 220V AC SSR dengan pin sumber AC.
- 4) Mengukur arus dengan meletakkan probe merah pada pin masukan 220V AC SSR, dan probe hitam pada sambungan pin pin sumber AC.

Tabel 3 Pengukuran Arus Kompor Listrik

Daya (watt)	Arus (A)	Keterangan
600	2,61	-
300	1,31	-

Perhitungan Waktu

Perhitungan waktu dilakukan untuk mengetahui spesifikasi alat dan membandingkan dengan durasi waktu saat melakukan pengecapan secara manual. Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan waktu:

- 1) Menyalakan catu daya 12V DC
- 2) Menghitung waktu dari kondisi awal lilin hingga lilin mencair dan suhu mencapai set poin.
- 3) Menghitung waktu saat motor *stepper* mulai bergerak dari proses pengambilan lilin hingga satu kali proses pengecapan selesai.

Tabel 4 Perhitungan Waktu

Kondisi	Waktu
Suhu lilin mencapai 75°C	13 menit 10 detik
Satu siklus pengecapan mode otomatis	2 menit 10 detik

Pembahasan

Pengukuran Arus Catu Daya

Pengukuran arus catu daya bertujuan untuk mengetahui kemampuan arus yang digunakan untuk menggerakkan motor *stepper*. Jika ketiga motor *axis X*, *Y*, dan *Z* bergerak bersama maka arus yang terukur sebesar 1,150 A, arus tersebut merupakan arus maksimum yang terukur. Jika motor *axis X* dan *Y1-Y2* bergerak bersama arus yang terukur sebesar 0,97A. Sedangkan jika hanya motor *axis X* yang bergerak maka arus yang terukur sebesar 0,87A, arus tersebut merupakan arus minimum yang terukur.

Pengukuran Arus REX-C100

Pengukuran arus REX-C100 bertujuan untuk mengetahui kemampuan arus yang digunakan untuk membuat REX-C100 bekerja. Dalam keadaan REX-C100 bekerja, arus yang mengalir sebesar 9,6 mA DC. Kemudian arus tersebut digunakan sebagai *trigger* agar terminal beban pada SSR dapat terhubung.

Pengukuran Arus Kompor Listrik

Pengukuran arus kompor listrik bertujuan untuk mengetahui kemampuan arus yang digunakan untuk membuat kompor listrik bekerja. Dalam keadaan kompor listrik bekerja dengan daya 600 watt, arus yang mengalir sebesar 2,61 A AC. Lalu dalam keadaan kompor listrik bekerja dengan daya 300 watt arus yang mengalir sebesar 1,31 A.

Perhitungan Waktu

Berdasarkan Tabel 2. yang merupakan hasil perhitungan durasi proses kerja alat, terdapat dua parameter perhitungan, yaitu durasi memanaskan lilin hingga mencapai suhu 75 °C dan durasi kerja alat dari proses motor menggerakkan cap untuk mengambil lilin hingga motor menggerakkan cap untuk mengecap kain di langkah terakhir dalam mode otomatis. Waktu yang dibutuhkan lilin untuk mencapai suhu 75 °C adalah 13 menit 10 detik. Sedangkan waktu yang dibutuhkan alat untuk menjalankan satu siklus pengecapan adalah 2 menit 10 detik.

Spesifikasi Alat

Berikut ini merupakan spesifikasi elektronik dan mekanik Rancang Bangun Mesin Canting Cap Elektronik Berbasis Arduino Mega 2560 untuk Industri Batik Cap.

- 1) Nama Alat :
Rancang Bangun Mesin *Canting Cap* Elektronik Dilengkapi Pengatur Suhu dan Detektor Kain Berbasis Arduino Untuk Industri Batik Cap
- 2) Pemroses : Arduino Mega 2560
- 3) Tegangan Jala – jala : 220 VAC, 50 Hz
- 4) Catu daya : 12V DC
- 5) Pembaca suhu : REX-C100
- 6) Keluaran : Motor *Stepper* NEMA17
- 7) Pemrograman : Bahasa C
- 8) Daya saat mode otomatis : 322 watt
- 9) Daya saat mode manual : 322 watt

Dimensi :

- 1) Tinggi : 45 cm
- 2) Lebar : 160 cm
- 3) Panjang : 175 cm
- 4) Massa : 15 kg
- 5) Bahan Utama : Aluminium *profile*

SIMPULAN

Rancang Bangun Mesin *Canting Cap* Elektronik Dilengkapi Pengatur Suhu dan Detektor Kain Berbasis Arduino Untuk Industri Batik Cap dapat direalisasikan dengan menggunakan arduino mega 2560, motor *stepper* NEMA17 sebagai penggerak, sensor suhu PT100 sebagai pendeteksi suhu dan acuan mesin untuk mulai bekerja, serta thermokopel tipe K sebagai pendeteksi suhu dan acuan kompor untuk ON. Untuk operasinya mesin canting cap elektronik dapat dioperasikan dalam dua mode yaitu mode otomatis dan mode manual

Cara mengatur jarak antar cap menggunakan program arduino dengan merubah jumlah pulsa pada motor *stepper*. Sesuai dengan spesifikasi motor NEMA17HS4401 & NEMA17HS2408 yaitu memiliki $1,8^\circ$ setiap 1 sudut putaran dan menggunakan mode 1/16, maka setiap 1 cm memerlukan 800 pulsa. Mode 1/16 digunakan untuk menghasilkan perpindahan *step* yang lebih halus dan diatur dengan cara memberi tegangan 5V pada pin MS1, MS2, MS3.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Araújo, D. Portugal, M. S. Couceiro and R. P. Rocha. Integrating Arduino-based educational mobile robots in ROS. 2013 13th International Conference on Autonomous Robot Systems, Lisbon. 2013. 1-6
- Abdul Khamid, Desain Kompor Listrik Tenaga Surya Untuk Batik Tulis Yang Ramah Lingkungan, Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta 2017
- Agung Prijo Budijono, Wahyu Dwi Kurniawan, 2019, <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jo/article/view/4955/2709>, Efisiensi Proses Produksi Batik Melalui Penerapan Mesin Pengering Batik Dan Kompor Pemanas Lilin Batik Semi Otomatis, Diakses 23 Maret 2020.
- Arif Hendra Nugraha, Kompor Batik Listrik Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8 Dengan Zero Crossing Detector, Universitas Gadjah Mada, 2014
- D. Bawa and C.Y. Patil, Fuzzy Control Based Solar Tracker using Arduino Uno, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). 2,12 (2013) 179-187.
- Ikrimah Azzaohro Wafa, Pemuatan Aplikasi Pengontrol Kompor Listrik Otomatis Berbasis Mikrokontroler At89S51, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2016
- K Zachariadou, K Yiasemides and N Trougakos. A low-cost computer-controlled Arduino-based educational laboratory system for teaching the fundamentals of photovoltaic cells. European Journal of Physics. 33,6 (2012).
- L. C. Png, L. Chen, S. Liu and W. K. Peh, "An Arduino-based indoor positioning system (IPS) using visible light communication and ultrasound. 2014 IEEE International Conference on Consumer Electronics – Taiwan. (2014).217-218.
- Misbachul Hanif, M. Arif Wibisono, dan I.G.B.Budi Dharma, 2017, Perancangan Mesin Batik Cap Otomatis Tipe Modul Cap Bergerak, Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada 2017

- Rindi Kusumawardani , Fitrahudin Risqi, Andi Sudiarmo, 2018, Penentuan Parameter Suhu Dan Feed Rate Pada Mesin Cnc Batik Tulis, Seminar Nasional IENACO - 2018 ISSN 2337-4349
- Theofilus Bayu Dwinugroho, 2017, Implementasi Programmable Logic Control (PLC) Pada Gripper Mesin Batik Cap Otomatis Berbasis CNC, IEJST (Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa) Vol. 1 No.1, Desember 2017 40 Universitas PGRI Yogyakarta