

Rekayasa Mesin Batik Tulis Berbasis CNC dengan Canting Elektrik

Abdul Syukur Alfauzi^{1*}, Adhy Purnomo², Bambang Tjahjono², Ali Sai'in², Dita Anies Munawwaroh²

¹Prodi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

²Prodi Diploma 3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

Telp. +6224 7473417, 7499585, 7499586, Fax. +6224 7472396

*Email: abdlisyukura@gmail.com

Diajukan: 15-02-2024; Diterima: 26-04-2024; Dipublikasi: 29-04-2024

Abstrak

Batik adalah salah satu kerajinan tradisional khas Indonesia yang telah mendunia. Seni membatik umumnya dilakukan di atas selembar kain dengan menggunakan lilin khusus. Cara membatik secara umum adalah memberi motif pada kain dengan memberi malam cair di titik-titik secara manual dan membutuhkan waktu yang lama. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat Mesin Batik Tulis Berbasis CNC Dengan Canting Elektrik yang berguna bagi UMKM serta menguji kesesuaian corak dan kecepatan proses produksi. Metode yang digunakan adalah observasi, perancangan, pembuatan, pengujian serta melakukan perbaikan sesuai hasil terbaik dari setiap perlakuan. Mesin Batik Tulis Berbasis CNC Dengan Canting Elektrik yang kami rancang memiliki kelebihan pada proses tulis batik yang lebih stabil, cepat dan bisa digunakan pada motif yang sama dan berulang-ulang. Mesin ini memiliki keunggulan dapat menggabungkan berbagai macam desain sesuai corak dan motif sedangkan proses tulis batik manual membutuhkan waktu yang lama dan factor kelelahan tenaga kerja yang menjadi kendalanya. Hasil rancangan dan pembuatan Mesin Batik Tulis Berbasis CNC Dengan Canting Elektrik dengan sumber input daya 12 volt, motor stepper nema 17, Artsoft Mach3 sebagai microcontroller, sistem pergerak sumbu X dan Y menggunakan belt – pulley sedangkan sumbu Z menggunakan leadscrew. Dimensi mesin 900 x 640 x 320 (mm), work area 600 x 450 x 30 (mm). Dapat dijalankan dengan PC/laptop melalui software Mach3 dan Vetric Aspire sebagai CAD/ CAM. Hasil pengujian performa yang dilakukan, mesin dapat bekerja dengan baik sesuai dengan program corak yang direncanakan.

Kata kunci: Mesin CNC; Canting Elektrik; Microcontroller.

Abstract

Batik is one of Indonesia's traditional crafts that has gone global. The images produced from batik techniques are very diverse, according to the characteristics of the region of origin. The way to make batik in general is to give motifs to the fabric by giving liquid night at points manually and takes a long time. The purpose of this research is to design and make a CNC-based Batik Writing Machine with Electric Canting that is useful for MSMEs and test the suitability of the style and speed of the production process. The methods used are observation, design, and manufacture, testing and making improvements according to the best results of each treatment. The CNC-based Batik Writing Machine with Electric Canting that we designed has advantages in the batik writing process that are more stable, fast and can be used on the same motif and repeatedly. This machine has the advantage of being able to combine various designs according to patterns and motifs while the manual batik writing process takes a long time and the factor of labor fatigue is the obstacle. The results of the design and manufacture of CNC Based Batik Writing Machine with Electric Canting with a 12 volt power input source, nema 17 stepper motor, Artsoft Mach3 as a microcontroller, X and Y axis drive system using belt - pulley while the Z axis uses a leadscrew. Machine dimensions 900 x 640 x 320 (mm), work area 600 x 450 x 30 (mm). It can be run on PC/laptop through Mach3 software and Vetric Aspire as CAD/CAM. The results of the performance testing carried out, the machine can work well in accordance with the planned cast program.

Keywords: CNC Machine; Electric Canting; Microcontroller

1. Pendahuluan

Perkembangan batik di Indonesia tidak hanya secara produksi saja, namun juga secara motif dan coraknya [1]. Di Jawa sendiri, terdapat beberapa kelompok motif batik dengan ragam hias geometris yang populer, yaitu Ceplok, Kawung, Nitik, dan Parang, mengutip dari publikasi uny.ac.id. Ke empat motif ini paling sering ditemui dan dijual di pasaran. Seni membatik umumnya dilakukan di atas selembar kain dengan menggunakan lilin khusus. Pembuatan motif batik lukis tidak terpaku pada pakem motif batik yang ada. Gambar 1 merupakan contoh hasil batik tulis yang diproduksi secara manual.



Gambar 1. Contoh Batik Tulis

Jenis –jenis batik yaitu batik tulis, batik cap, batik lukis , serta mesin batik tulis berbasis CNC dengan Canting Elektrik merupakan proses batik tulis menggunakan mesin batik tulis berbasis CNC terdiri dari beberapa tahapan, antara lain proses persiapan mesin, proses persiapan desain dan program, proses pemasangan kain batik, proses setting titik 0 pada sumbu X Y Z, proses tulis batik dan proses finishing.

Penggunaan dan kebutuhan mesin CNC di Indonesia saat ini mengalami peningkatan pada bidang industri terkhusus pada UMKM [2, 3]. Meskipun kebutuhan mesin CNC meningkat, namun harga mesin CNC Training Unit dipasaran masih cukup tinggi yakni berkisar 100-500 jutaan dan hanya memiliki luas area kerja yang kecil (30 cm x 30 cm). Kisaran harga tersebut tentu saja cukup mahal sehingga tidak dapat dijangkau oleh UMKM. Oleh karena itu, perlu adanya solusi untuk mengatasi hal tersebut diantaranya dengan melakukan pembuatan mesin CNC yang lebih ekonomis dengan fungsi dan ketelitian yang sama. Keterbaruan dari penelitian ini adalah mesin CNC yang biasanya digunakan untuk industri manufaktur, pada penelitian ini CNC dikembangkan untuk membantu UMKM batik tulis. Pada kegiatan pembuatan batik tulis bianya menggunakan Teknik manual dengan menguunakan tangan dan canting untuk membuat batik tulis maka dalam penelitian ini dikembangkan dengan membatik menggunakan CNC dan canting elektrik, Dimana diharapkan proses tersebut dapat membantu meningkatkan produksi batik tulis yang dibuat oleh usaha mikro kecil dan menengah.

Mesin CNC dengan canting elektrik merupakan penggabungan teknologi CNC (*Computer Numerical Control*) dan canting elektrik, canting elektrik yang mampu membuat corak batik tulis sesuai dengan pola yang di tentukan diatas kain yang dibatik. Pergerakan canting elektrik ini sesuai dengan lintasan untuk sumbu X, Y, dan Z berasal dari program komputer berdasarkan gambar ataupun desain pola kontur lintasan yang telah dibuat [4,5]. Pada pembahasan ini peneliti membuat mesin batik tulis CNC dengan canting elektrik berbasis CNC dengan dimensi mesin 900 x 640 x 300 mm, dengan *work area* 600 x 400 x 30 mm dengan total berat mesin yaitu 4.6 Kg. Mesin Batik Tulis CNC Dengan Canting Elektrik ini memiliki beberapa kelebihan yaitu dapat melakukan proses *batik tulis* sesuai desain pola yang diinginkan dengan presisi dan dapat diulang sesuai sumbu secara melintang vertikal dan horizontal.

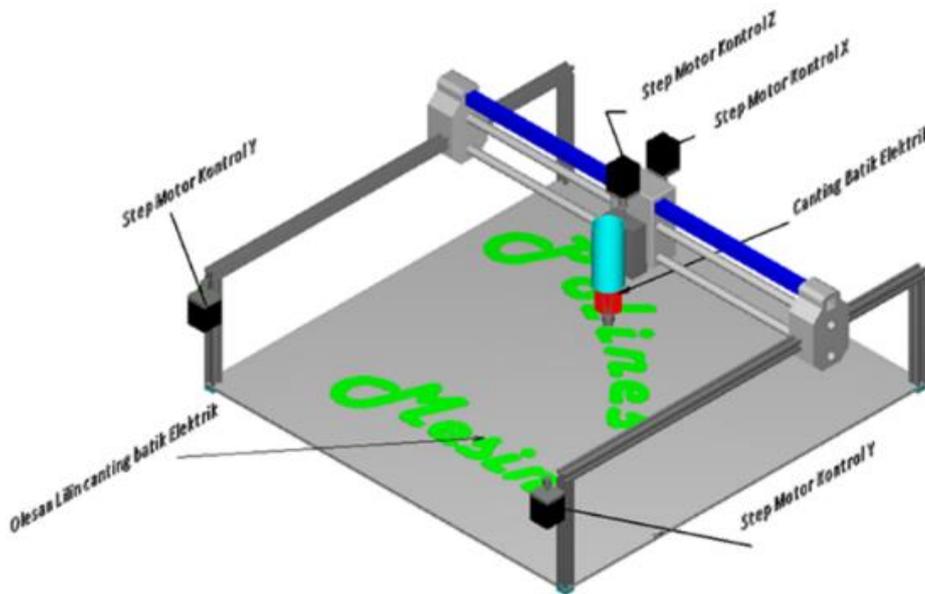
Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat Mesin Batik Tulis Berbasis CNC dengan Canting Elektrik yang berguna bagi UMKM serta menguji kesesuaian corak dan kecepatan proses produksi. Pada penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi solusi bagi UMKM batik tulis yang selama ini membatik dengan cara manual dapat dibantu dengan adanya mesin batik tulis yang dapat dikontrol menggunakan CNC dan canting elektrik.

2. Material dan metodologi

2.1. Material

Numerical Control / NC (berarti “kontrol numerik”) merupakan sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah dengan diprogram secara abstrak dan disimpan dimedia penyimpanan sesuai standart ISO, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya dimana mesin perkakas biasanya dikontrol dengan putaran tangan atau

otomatisasi sederhana. Mesin perpaduan antara servo motor dan mekanis ini segera digantikan dengan sistem analog dan komputer digital, menciptakan mesin perkakas modern yang disebut mesin CNC (Computer Numerical Control) yang dikemudian hari telah berevolusi proses desain [6]. Gambar 2 merupakan rancangan mesin batik CNC dengan canting elektrik.



Gambar 2. Hasil Rancangan Mesin Batik CNC Dengan Canting Elektrik.

Prinsip Kerja Mesin Batik CNC Dengan Canting Elektrik ini, menggunakan kombinasi sabuk dan ballscrew sebagai terusan gerakan dari motor Nema 17 dengan rangka yang kecil sehingga beban pada stepper motor lebih kecil dan beban dari mesin juga lebih kecil. Mesin ini dilengkapi 2 sumbu, yaitu sumbu Y dan sumbu X menggunakan terusan sabuk sebagai terusan dari stepper motor, sementara pada sumbu Z menggunakan ballscrew sebagai terusan dari stepper motor. Kelebihan dari mesin cutting sticker ini: Konstruksi lebih simple, Beban lebih ringan, Komponen mesin mudah didapatkan, biaya relatif lebih murah, konstruksi lebih baik dan modern [7, 8]. Kekurangan dari mesin cutting sticker ini adalah ketelitian sedikit lebih rendah, konstruksi rangka mesin lebih kompleks.

2.2. Metode pembuatan mesin batik tulis berbasis CNC menggunakan canting elektrik

Pembuatan mesin *plotter* batik berbasis CNC telah dilakukan dengan metode *Pahl and Beitz* dengan dimensi 500 mm x 450 mm x 300 mm. *Plotter* batik ini menggunakan pena batik yang mampu mengalirkan lilin batik pada suhu yang tepat, tanpa terjadi liberan pada bagian akhir garis pola batik. Namun perlu dilakukan pembaruan khususnya pada penggunaan sensor suhu, karena sensor inframerah dinilai masih belum mendapatkan suhu cariran lilin batik yang akurat [10]. Rancang bangun CNC dengan menggunakan alas kain batik berupa *multiplex* dengan tebal 18 mm memiliki tingkat keberhasilan 80%, dan dengan kaca tebal 5 mm dengan tingkat keberhasilan 100%, mesin batik tulis dengan 3 canting mampu meningkatkan produksi hingga 200% [11]. Motif batik kawung juga pernah diproduksi dengan mesin CNC dengan kemampuan mesin adalah 28,48cm²/menit dalam proses pengerjaan pola dan dibutuhkan waktu 79 menit untuk untuk ukuran 50 cm x 45 cm [12].

Dalam pembuatan motif Klowongan dan Isen juga telah dirancang mesin CNC dengan motif klowongan dapat dilakukan efisiensi waktu pengerjaan sebanyak 15,38% dan motif isen efisiensi waktu pengerjaan adalah 4,26% lebih cepat. Serta efisiensi penggunaan lilin batik adalah sebesar 33,75% [13]. Pembuatan batik dengan mesin CNC mesin batik tipe *rotary bed* menghasilkan suatu ketentuan bahwa semakin tinggi kecepatan dan akselerasi *setup* pada motor stepper

akan memperbanyak jumlah error pada bagian motif yang memiliki sudut, sebaliknya jika kecepatan dan akselerasi motor stepper pada CNC batik rotary diatur lebih lambat, jumlah error cukup tinggi. Error yang dimaksud adalah pada sudut pertemuan antar garis terjadi penumpukan lilin [14]. Pembuatan program CNC untuk pengecapan batik dapat dibuat dengan *software inkscape*, menggunakan ekstensi “pengecapan Batik” yang telah dibangun oleh *Python*. Hasilnya penggunaan program tersebut dapat mengurangi waktu pentusunan sampai 96,05 % apabila dibandingkan dengan cara manual [15].

Setelah melakukan proses perancangan dengan berbagai pertimbangan yang telah ditetapkan dari sebuah gambar kerja. Dilanjutkan dengan pembuatan komponen-komponen dari suatu mesin sesuai dengan hasil perencanaan serta fungsi dan tujuan yang hendak dicapai. Setelah semua komponen dari suatu mesin yang dibutuhkan untuk mewujudkan suatu alat yang dapat membantu pekerjaan sesuai dengan fungsi dan tujuan dari mesin tersebut terpenuhi, maka dilanjutkan dengan perakitan dari komponen-komponen tersebut. Perakitan adalah proses penggabungan komponen-komponen dari komponen satu dengan komponen yang lainnya, yang kemudian menjadi sebuah mesin yang dapat berfungsi dan sesuai kegunaan seperti yang telah direncanakan sebelumnya. Untuk menghasilkan suatu rangkaian yang utuh, perlu dilakukan pengecekan pada tiap-tiap bagian yang meliputi ukuran, toleransi, dan tata letak.

Beberapa hal yang mempengaruhi dalam proses perakitan, yaitu:

1. Memastikan komponen telah selesai dikerjakan sesuai dengan spesifikasinya.
2. Memahami konstruksi mesin.
3. Mengetahui cara perakitan masing-masing komponen mesin.
4. Mengetahui pertimbangan fungsi, posisi, metode, dan perawatan dalam assembling.

2.3. Metode pengujian Mesin Batik Tulis Berbasis CNC Dengan Canting Elektrik.

Pengujian alat merupakan tata cara dalam mengoperasikan alat dari awal sampai didapatkan produk akhir yang sesuai, sedangkan cara kerja merupakan gambaran rangkaian proses bekerjanya alat tersebut. Proses pengujian pada mesin ini dilakukan untuk mengetahui apakah mesin tersebut mampu bekerja sesuai dengan napa yang telah direncanakan sebelumnya.

Pengujian mesin CNC router merupakan sebuah tahapan uji coba dengan maksud mendapatkan hasil yang berdasarkan tujuan dan fungsi mesin tersebut. Pengujian mesin CNC router ini meliputi beberapa aspek pengujian, yaitu:

1. Pengujian Pergerakan Sumbu X, Y Dan Z

Pengujian pada sumbu mesin ini adalah sebuah uji coba untuk mengetahui fungsi dari motor stepper dalam menggerakkan sumbu X, Y dan Z pada mesin. Tujuannya untuk melihat apakah mesin bergerak sesuai dengan perintah atau adakah terjadi penyimpangan sumbu pada mesin.

2. Pengujian Kesesuaian Dimensi Produk

Pengujian ini memiliki tujuan mengetahui kesesuaian dimensi produk yang dihasilkan dari mesin Mesin Batik Tulis Berbasis CNC Dengan Canting Elektrik sesuai dengan pola dan dimensi pada program. Program yang diujikan sebanyak 3 kali pengujian setiap bentuknya. Bentuk yang diuji yaitu: variasi pola batik tulis

3. Pengujian Feedrate Terhadap Waktu

Proses pengujian ini merupakan uji coba untuk mengetahui pengaruh feedrate terhadap waktu dan kehalusan produk.

4. Pengujian Step Over Terhadap Waktu

Pengujian step over merupakan uji coba untuk mengetahui pengaruh Step over terhadap waktu dan hasil produk.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Pengujian Pergerakan Sumbu X, Y dan Z

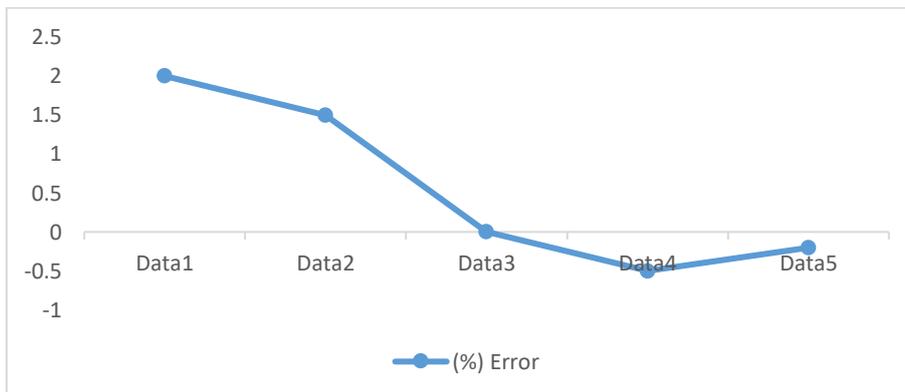
Pengujian pada sumbu mesin ini adalah sebuah uji coba untuk mengetahui fungsi dari motor *stepper* dalam menggerakkan sumbu X, Y dan Z pada mesin. Tujuannya untuk melihat apakah mesin bergerak sesuai dengan perintah atau adakah terjadi penyimpangan sumbu pada mesin. Apabila terjadi penyimpangan pada mesin maka bisa dilakukan perbaikan agar penyebab penyimpangan tersebut dapat diperbaiki.

1. Pengukuran penyimpangan pergerakan sumbu X



Gambar 3. Grafik hasil pengujian pengukuran penyimpangan pergerakan sumbu X

2. Pengukuran penyimpangan pergerakan sumbu Y



Gambar 4. Grafik hasil pengujian pengukuran penyimpangan pergerakan sumbu Y

3. Pengukuran penyimpangan pergerakan sumbu Z



Gambar 5. Grafik hasil pengukuran penyimpangan pergerakan sumbu Z

4. Analisis hasil pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa prosentase *error* terbesar ada pada sumbu X dengan hasil rata-rata 1.25%, dan prosentase *error* terkecil dimiliki oleh sumbu Z dengan hasil rata-rata 0.27%. Hasil pengujian menunjukkan penyimpangan terbesar hingga 0.04 mm sudah melampaui batas nilai toleransi mesin yaitu 0.01 mm, sehingga diperlukan kalibrasi penyimpangan gerakan sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z agar mesin dapat bekerja dengan optimal. Hasil ini membuktikan bahwa mesin CNC *router* buatan industri di dalam negeri belum sepenuhnya sempurna karena masih membutuhkan kalibrasi secara menyeluruh sehingga kualitasnya terjaga. Jika kualitas mesin CNC *router* produksi lokal bisa memenuhi standar maka akan memiliki daya saing dan nilai lebih dipasaran.

3.2 Pengujian Kesesuaian Dimensi Produk

Pengujian ini memiliki tujuan mengetahui kesesuaian dimensi produk yang dihasilkan dari mesin batik tulis CNC dengan canting elektrik sesuai dengan dimensi pada program.



Gambar 6. Hasil produk batik tulis dengan mesin CNC

Berdasarkan hasil pengujian seperti yang ditampilkan pada Gambar 6 merupakan kesesuaian dimensi produk didapatkan proses produksi berlangsung dengan baik dan menghasilkan produk yang sesuai, namun masih terdapat kendala malam cair tidak stabil, penyebabnya adalah pemanasan lilin tidak terkontrol dengan baik.

3.3 Pengujian *Feedrate* Terhadap Waktu

Proses pengujian ini merupakan uji coba untuk mengetahui pengaruh *feedrate* terhadap waktu dan kehalusan produk.

1. Hasil Pengujian

Tabel 1. Hasil Pengujian *Feedrate* Terhadap Waktu

No	<i>Feedrate</i> (mm/s)	Waktu Program	Waktu Real
1	50	8"	10"
2	100	7"	8"
3	150	5"	6"

2. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapati bahwa semakin kecil nilai dari *feedrate* yang diinput pada program maka waktu pengerjaan menjadi semakin lama dengan hasil produk lebih detail dan pemotongannya

halus. Namun, jika nilai *feedrate* yang diinput pada program semakin besar maka waktu pengerjaan menjadi semakin cepat dan hasil pemotongan produk sedikit kasar.

3.4 Pengujian *Step Over* Terhadap Waktu

1. Hasil Pengujian

Tabel 2. Hasil Pengujian *Step Over* Terhadap Waktu

No	Step Over (mm)	Waktu Program	Waktu Real
1	0.1	6"	8"
2	0.3	4"	5"
3	0.5	3"	4"

2. Analisis Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang sudah dilakukan didapat kesimpulan bahwa semakin kecil nilai *step over* yang diinput pada program maka waktu pengerjaannya menjadi semakin lama dengan hasil produk lebih detail. Namun, jika nilai *step over* yang diinput pada program semakin besar maka waktu pengerjaan menjadi lebih cepat.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari semua proses pembuatan mulai dari perancangan sampai pengujian rancang bangun mesin Batik Tulis Berbasis CNC berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapati bahwa, semakin kecil nilai dari *feedrate* yang diinput pada program maka waktu pengerjaan akan semakin lama dengan hasil produk lebih detail dan pemotongannya halus. Semakin kecil nilai *step over* yang diinput pada program maka waktu pengerjaannya akan semakin lama dengan hasil produk lebih detail. Namun, jika nilai *step over* yang diinput pada program semakin besar maka waktu pengerjaan akan lebih cepat.

Daftar Pustaka

1. Cross, Nigel. *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design 4th Edition*. New York: John Wiley & Sons, Ltd. 2008
2. Khurmi, R. S. dan Gupta J.K. *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT) LTD. 2005
3. Mott, Robert L. *Machine Elements in Mechanical Design*. New Jersey: Pearson Education. 2004
4. Fajar, Ilham, et al. Pengembangan Mesin CNC Router 4-Axis Guna Mendukung Produksi Industri Kreatif. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang. 2019
5. I. Syukran H., Syafri, A., Prayitno. Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin CNC Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System. Jurnal Online Mahasiswa Bidang Teknik dan Sains, Vol. 4, No. 2, 1-8 . 2017
6. Sandri. *CNC Engraver*. Bengkulu: Planet Elektrik. 2017
7. Shigley, E.J.. *Shigley's Mechanical Engineering Design Eight Edition*. United States: McGraw-Hill Companies. 1976
8. Zulfikar, Usmardi, Hanafi. Rancang Bangun Milling dan Drilling Sederhana dan Murah. Lhokseumawe: Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe. 2018
9. Zulfikar, Zoro dan Syafri. *Proses Produksi Prototipe Mesin CNC Router 3-axis*. Riau: Teknik Mesin Universitas Riau. 2017

10. Soegiharto, A.F.H, et al. Perancangan Mesin Plotter Batik Berbasis Computer Numerical Control (CNC). Seminar Nasional teknologi dan Rekayasa (SENTRA). 2019
11. Kurdianto, A.A, Mustofa, A. Fikri, M.A. Pengembangan Mesin Batik Tulis Digital Berbasis CNC dengan 3 Canting Batik. NJCA, Vol. 6, No.1. 2021.
12. Romadhoni, Akbar. Tugas Akhir: Rancang Bangun CNC Plotter untuk Menggambar Pola Batik di Kube Putri Kawung. Universitas Diponegoro. 2022
13. Daffa'ulhaq, M.N, Sudiarso, Andi. *Parameter Optimization of Writing Batik Machine with Synthetic & Natural Fabric. Journal of Industrial Engineering and Education*, Vol. 1, No.2. 2023
14. Hamidi, Kurniawan. Wibisono, M.A. Perbaikan Kualitas Pematikan pada CNC Batik Tulis Rotary Bed Menggunakan Metode Taguchi. *Journal of Digital Ecosystem for Natural Sustainability*, Vol.3, No.1. 2023
15. Prasetyo, Rian. Komariah, Ainur. Rancang Bangun Software Penyusun Program CNC untuk Optimasi Waktu Pengecapan Batik. OPSI, Vol. 14, No.1. 2021.