

OPTIMASI KINERJA MESIN BATIK TULIS CNC
OPTIMIZATION OF CNC WRITING BATIK MACHINE
PERFORMANCE

SKRIPSI

Disusun Oleh:

SHAHRUL HUDA

203030083



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG

2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Shahrul Huda
NIM : 203030083
Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan terbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu, dan
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil *plagiarism*.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 09 Mei 2024



Shahrul Huda

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai civitas akademik Universitas Pasundan, saya:

Nama : Shahrul Huda
NPM : 203030083
Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS
Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“ Optimasi Kinerja Mesin Batik Tulis CNC”

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta,

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 09 Mei 2024



Shahrul Huda

LEMBAR PENGESAHAN

Optimasi Kinerja Mesin Batik Tulis CNC



Nama : Shahrul Huda

NPM : 203030083

Pembimbing Utama

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'B. Ariantara'.

Dr. Ir. Bambang Ariantara, M.T.

Pembimbing Pendamping

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rachmad Hartono'.

Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji serta syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan nikmat-Nya. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul **Optimasi Kinerja Mesin Batik Tulis CNC**. Skripsi ini merupakan syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

Laporan skripsi ini dibuat berdasarkan hasil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasundan. Penulis menyadari penulisan laporan skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat menghargai kritik dan saran yang dapat diberikan untuk perbaikan dalam penulisan laporan skripsi ini.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penghargaan dan terimakasih penulis ucapkan kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Ohan dan Ibu Dede Juhanah serta kedua kaka, Suryaman dan Uus Sutisna, atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan,
2. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan,
3. Bapak Dr. Ir. Bambang Ariantara, MT. selaku pembimbing I yang selalu memberikan ilmu, arahan, kesempatan, semangat dan motivasi, serta fasilitas kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu,
4. Bapak Dr. Ir. Rachmad Hartono, MT. selaku pembimbing II yang selalu memberikan ilmu, arahan, kesempatan, semangat dan motivasi, serta fasilitas kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu,
5. Semua dosen dan staff Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan yang telah membantu penulis selama melakukan pendidikan,
6. Semua rekan Pesantren Otomasi dan Robotika Universitas Pasundan yang telah memberi dukungan kepada penulis, dan
7. Semua rekan satu perjuangan Mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2020 Universitas Pasundan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlimpah atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis berharap bahwa laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada penulis khususnya dan kepada pembaca umumnya.

Bandung, 09 Mei 2024

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	
SURAT PERNYATAAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah.....	2
3. Tujuan	2
4. Lingkup Penelitian.....	2
5. Manfaat	3
6. Sistematika Penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR.....	5
1. Kajian Mesin Batik Tulis CNC Peneliti Terbaru	5
2. Batik.....	7
3. Jenis Batik Berdasarkan Teknik Pembuatan	8
4. Alat dan Bahan Membatik	10
5. Proses Pembuatan Batik.....	11
6. Mesin <i>Computer Numerical Control</i> (CNC)	13
7. Mesin Batik Tulis CNC.....	14
8. Sistem Kontrol Mesin Batik Tulis CNC	15

BAB III METODE PENELITIAN	19
1. Tahapan Penelitian	19
1.1 Mengevaluasi Prototipe Mesin Batik Tulis CNC.....	19
1.2 Analisis dan Evaluasi Beberapa Rancangan Canting.....	23
1.3 Menentukan Rancangan Canting dan Meja Kerja.....	26
1.4 Inventarisasi Material dan Komponen yang Diperlukan.....	29
1.5 Fabrikasi Canting dan Meja Kerja	30
1.6 Perakitan Canting dan Meja Kerja pada Mesin Batik Tulis CNC.....	35
2. Tempat Penelitian.....	36
3. Rancangan Eksperimen Pengujian.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
1. Pengujian Fungsi Canting dan Meja Kerja.....	39
2. Pengujian Prototipe Mesin Batik Tulis CNC.....	40
3. Hasil Pengujian Prototipe Mesin Batik Tulis CNC yang Telah Dioptimasi	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
1. Kesimpulan	45
2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49
Lampiran 1. Tabel hasil pengujian.....	49
Lampiran 2. Motif batik yang dihasilkan.....	55
Lampiran 3. Foto – foto kegiatan.....	59
Lampiran 4. Gambar teknik	65

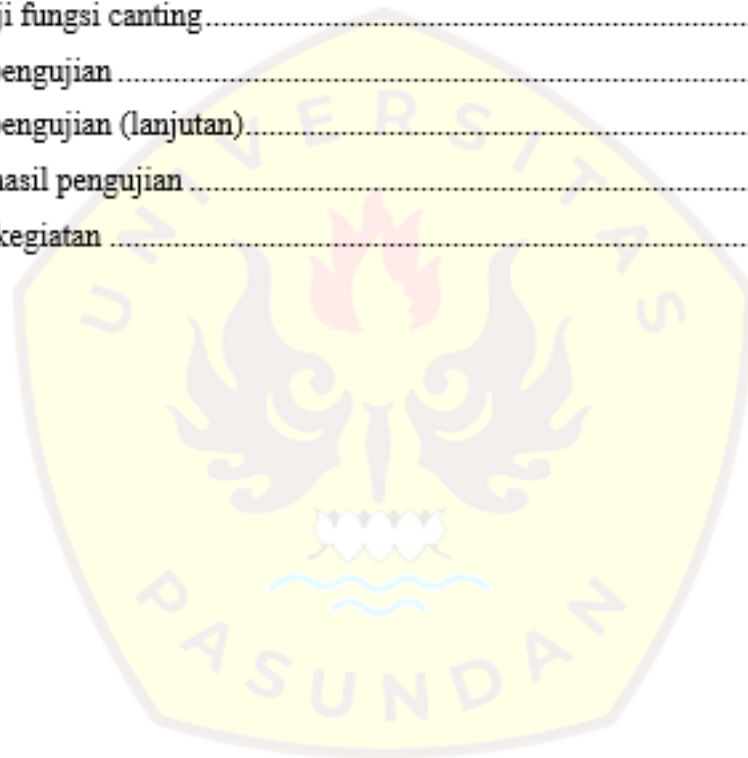
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mesin batik tulis cnc penelitian 1	6
Gambar 2. Mesin batik tulis cnc penelitian 2	6
Gambar 3. Prototipe mesin batik tulis cnc penelitian 3	7
Gambar 4. Batik	8
Gambar 5. Batik tulis	9
Gambar 6. Batik cap	9
Gambar 7. Batik tulis	9
Gambar 8. Kain mori	10
Gambar 9. Canting	10
Gambar 10. Lilin batik	11
Gambar 11. Mesin cnc plotter	13
Gambar 12. Prototipe mesin batik tulis CNC	14
Gambar 13. Arduino mega 2560	15
Gambar 14. Motor stepper	16
Gambar 15. Driver TB6600	16
Gambar 16. Proportional-integral-derivative	17
Gambar 17. Thermocopel type – K	17
Gambar 18. Software pronterface	18
Gambar 19. Motif yang dihasilkan mesin batik tulis cnc peneliti terdahulu	20
Gambar 20. Ukuran nosel canting mesin batik tulis cnc peneliti terdahulu sebesar 3 mm	21
Gambar 21. Tebal garis hasil hasil mesin batik tulis cnc peneliti terdahulu sebesar 5 mm	21
Gambar 22. Canting mesin batik tulis cnc yang terbuat dari duralium	22
Gambar 23. Meja kerja mesin batik tulis cnc peneliti terdahulu dengan penjepit	22
Gambar 24. Rancangan canting satu	23
Gambar 25. Rancangan canting dua	24
Gambar 26. Rancangan canting ketiga	25
Gambar 27. Rancangan canting yang dipilih	26
Gambar 28. Bagian - bagian canting	27
Gambar 29. Rancangan mata canting	28
Gambar 30. Rancangan mekanisme cucuk	28
Gambar 31. Rancangan bed	29
Gambar 32. Tabung canting	31

Gambar 33. Penampung lilin.....	32
Gambar 34. Sirip pemanas.....	32
Gambar 35. Dop canting.....	33
Gambar 36. Nepel <i>connector</i>	33
Gambar 37. Cucuk canting.....	33
Gambar 38. Mata canting.....	34
Gambar 39. Canting yang dibuat.....	34
Gambar 40. Canting yang sudah dirakit pada prototipe mesin batik tulis cnc.....	35
Gambar 41. Meja kerja yang sudah dirakit pada prototipe mesin batik tulis cnc.....	36
Gambar 42. Lokasi kampus universitas pasundan.....	36
Gambar 43. Pengujian canting dan meja kerja.....	39
Gambar 44. Kain yang dipasang pada meja kerja.....	40
Gambar 45. Pola yang digunakan untuk pengujian.....	41
Gambar 46. Tampilan <i>software pronterface</i>	41
Gambar 47. Pengujian mesin yang sudah dioptimasi.....	42
Gambar 48. Kain mori dan lilin.....	42
Gambar 49. Motif batik hasil mesin yang telah dioptimasi.....	55
Gambar 50. Motif batik hasil mesin yang telah dioptimasi.....	56
Gambar 51. Motif batik hasil mesin yang telah dioptimasi.....	57
Gambar 52. Motif batik hasil mesin yang telah dioptimasi.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai konduktivitas termal material[23].....	27
Tabel 2. Data material dan komponen yang dibutuhkan	29
Tabel 2. Data material dan komponen yang dibutuhkan (lanjutan).....	30
Tabel 3. Komponen spesifik	30
Tabel 3. Komponen spesifik (lanjutan).....	31
Tabel 4. Variabel pengujian	37
Tabel 5. Desain eksperimen.....	37
Tabel 6. Konfigurasi variabel pengujian.....	37
Tabel 7. Data uji fungsi canting.....	39
Tabel 8. Hasil pengujian	43
Tabel 8. Hasil pengujian (lanjutan).....	44
Tabel 9. Tabel hasil pengujian	49
Tabel 10. Foto kegiatan	59



ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang kaya dengan budaya bernilai luhur. Salah satu kekayaan budaya yang terkenal hingga ke penjuru dunia adalah batik. Batik adalah kain bermotif yang dibuat dengan teknik *resist* atau teknik penghalang menggunakan lilin atau malam. Pembuatan batik secara manual membutuhkan waktu dan tahapan yang cukup lama. Keterampilan dalam membatik sangat penting, terutama pada pembuatan motif awal menggunakan canting dan lilin cair. Proses pembuatan batik yang cukup rumit berdampak pada berkurangnya minat anak muda untuk terjun ke industri batik. Di laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasundan terdapat satu prototipe mesin batik tulis CNC yang memerlukan optimasi. Optimasi tersebut bertujuan untuk meningkatkan kinerja canting dan meja kerja agar mampu membuat garis motif yang seragam dengan tebal motif 2 mm, garis tidak putus-putus, dan motif yang dihasilkan sesuai dengan gambar sumber. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa prototipe yang telah dioptimasi tersebut mampu membuat garis atau motif sesuai dengan yang diinginkan. Prototipe tersebut mampu membuat garis motif yang seragam dengan tebal 2 mm, garis tidak putus-putus, dan garis atau motif yang dihasilkan sesuai dengan gambar sumber pada beberapa parameter operasi mesin seperti celah, temperatur, dan kecepatan. Parameter operasi yang optimal yaitu celah 0,4 mm; temperatur 100 °C; dan kecepatan 600 mm/min, celah 0,4 mm; temperatur 100 °C; dan kecepatan 700 mm/min, dan celah 0,4 mm; temperatur 100 °C; dan kecepatan 700 mm/min. Prototipe tersebut dilengkapi meja kerja dengan tambahan lis kotak sehingga mampu mencekam semua tepi kain dengan baik. Meja kerja tersebut dibuat dari akrilik dengan tebal 5 mm dan memiliki area kerja panjang 430 mm x lebar 300 mm.

Kata kunci: batik, mesin batik tulis CNC, optimasi kinerja.

ABSTRACT

Indonesia is a rich country with noble culture. One of the cultural treasures that is famous throughout the world is batik. Batik is a patterned cloth made with a resist technique or barrier technique using wax or wax. Making batik manually requires quite a long time and stages. Skills in batik are very important, especially in making initial motifs using canting and liquid wax. The process of making batik which is quite complicated has an impact on reducing the interest of young people to enter the batik industry. In the Mechanical Engineering laboratory at Pasundan University, there is a prototype of a CNC batik machine that requires optimization. This optimization aims to improve the performance of the canting and table so that they are able to create uniform motif lines with a thickness of 2 mm, lines that are not broken, and the resulting lines or motifs match the source image. The results of the research that has been carried out show that the prototype is able to create lines according to what has been determined. The prototype is capable of producing uniform motif lines with a thickness of 2 mm, non-broken lines, and the lines or motifs produced are in accordance with the source image for several machine operating parameters such as gap, temperature and speed. The operating parameters are 0.4 mm; temperature 100 °C; and speed 600 mm/min, gap 0.4 mm; temperature 100 °C; and speed 700 mm/min, and gap 0.4 mm; temperature 100 °C; and speed 700 mm/min. The prototype is equipped with a work table equipped with a box trim so that it can grip the fabric well. The work table is made of acrylic with a thickness of 5 mm and has a working area 430 mm long x 300 mm wide.

Keywords: batik, machine CNC written batik, performance optimization

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya dengan budaya bernilai luhur. Salah satu kekayaan budaya yang terkenal hingga ke penjuru dunia adalah batik. Batik adalah kain bermotif yang dibuat dengan teknik *resist* atau teknik penghalang menggunakan lilin atau malam[1]. Pada tahun 2009, UNESCO secara resmi mengakui batik Indonesia sebagai Warisan Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Nonbendawi[2][3]. Hal tersebut karena batik Indonesia syarat akan nilai, seni, simbolisme, dan budaya yang melekat dengan masyarakat Indonesia dari zaman dulu, serta teknik dan proses membuat batik yang digunakan. Teknik dan proses pembuatan batik sejatinya dilakukan secara manual oleh tangan terampil pembatik, sehingga batik merupakan karya seni utuh para pembatik itu sendiri. Pembuatan batik secara manual membutuhkan waktu dan tahapan yang cukup lama. Keterampilan dalam membatik sangat penting, terutama pada pembuatan motif awal menggunakan canting dan lilin cair. Proses pembuatan batik yang cukup rumit berdampak pada berkurangnya minat anak muda untuk terjun ke industri batik[4]. Industri batik saat ini semakin kompetitif dan menguntungkan seiring dengan berkembangnya industri kreatif dunia.

Di laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasundan terdapat satu prototipe mesin batik tulis CNC hasil penelitian mahasiswa Teknik Mesin Universitas Pasundan terdahulu. Prototipe tersebut dibuat dengan tujuan untuk mempercepat proses pembuatan batik terutama pada tahap pembuatan motif batik menggunakan lilin. Selain itu, prototipe tersebut dibuat untuk menarik anak muda agar tertarik pada industri kreatif batik. Namun demikian, prototipe tersebut masih memerlukan pengembangan untuk mengatasi permasalahan yang ada. Pengembangan ini dilakukan agar kinerja mesin dapat optimal. Beberapa permasalahan yang terdapat pada prototipe mesin batik tulis CNC yang telah ada adalah sebagai berikut:

- 1) Garis motif yang dihasilkan canting terlalu tebal dan lilin sering meluber,
- 2) Sering terjadi penyumbatan lilin pada nosel canting,
- 3) Kain yang dipasang pada *bed* tidak erat, dan
- 4) Butuh waktu lama untuk memanaskan dan mencairkan lilin pada canting.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan upaya untuk mengatasi permasalahan di atas. Hal itulah yang memicu timbulnya gagasan untuk melakukan optimasi pada prototipe tersebut.

Optimasi dilakukan pada kinerja canting yang belum optimal dan belum mampu membuat motif yang presisi. Optimasi kinerja mesin ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja mesin, meningkatkan hasil pembuatan motif yang lebih baik, dan mempercepat waktu produksi batik tulis.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah pada skripsi ini adalah:

- 1) Bagaimana memperbaiki kinerja canting sehingga mampu menghasilkan motif batik yang halus dengan lebar garis minimum 2 mm, lilin tidak meluber serta lilin tidak tersumbat sehingga motif batik yang dihasilkan sesuai dengan gambar sumber,
- 2) Bagaimana memperbaiki mekanisme pemasangan kain untuk meningkatkan kualitas motif batik yang dihasilkan, dan
- 3) Bagaimana menentukan parameter operasi prototipe mesin batik tulis CNC yang optimal.

3. Tujuan

Tujuan skripsi ini adalah untuk memperbaiki kinerja prototipe mesin batik tulis CNC yang telah ada. Beberapa perbaikan yang akan dilakukan adalah:

- 1) Memodifikasi rancangan canting sehingga mampu menghasilkan motif batik lilin yang halus dengan lebar garis minimum 2 mm, lilin tidak meluber serta lilin tidak tersumbat sehingga motif batik yang dihasilkan sesuai dengan gambar sumber,
- 2) Merancang-bangun ulang mekanisme pemasangan kain untuk meningkatkan kualitas motif batik yang dihasilkan, dan
- 3) Menentukan parameter operasi prototipe mesin batik tulis CNC yang optimal.

4. Lingkup Penelitian

Untuk memperjelas lingkup penelitian skripsi ini diperlukan lingkup penelitian yang akan dikerjakan. Beberapa hal – hal yang akan dikerjakan adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan survei lapangan,
- 2) Melakukan evaluasi pada prototipe mesin batik tulis CNC yang ada,
- 3) Melakukan optimasi prototipe mesin batik tulis CNC, dan
- 4) Melakukan pengujian untuk menentukan parameter operasi yang optimal.

5. Manfaat

Skripsi ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat seperti memperbaiki prototipe mesin batik tulis CNC yang ada di laboratorium, prototipe yang telah mengalami optimasi dapat diproduksi untuk digunakan oleh UMKM pengrajin batik, adanya aspek keberlanjutan dalam produksi batik, dan meningkatkan pengetahuan serta keterampilan mengenai otomasi.

6. Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun bab demi bab yang terdiri dari lima bab. Beberapa bab yang dibahas pada skripsi ini adalah pendahuluan, studi literatur, metode penelitian, analisis hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka, serta lampiran.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang yang menjadi permasalahan secara umum dan khusus penelitian ini dilakukan, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, lingkup penelitian, dan manfaat penelitian.

BAB II STUDI LITERATUR

Pada bab ini dibahas tentang penelitian – penelitian terdahulu dan teori – teori yang berhubungan dan mendukung dalam melaksanakan penelitian. Kajian yang dibahas yaitu mesin batik tulis CNC yang sudah ada, batik, mesin CNC, serta literatur yang berkaitan dan menunjang penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dibahas tentang tahapan penelitian, tempat penelitian, hasil evaluasi prototipe mesin batik tulis CNC yang ada, rancangan cangking dan bed, peralatan dan komponen yang digunakan, serta variabel yang digunakan dalam eksperimen.

BAB IV ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tentang tahapan dan pengujian, serta pembahasan data hasil pengujian yang telah dilakukan. Pada bab ini juga ditambahkan tabel dan gambar hasil pengujian pada variabel eksperimen yang telah ditetapkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas tentang kesimpulan dan saran mengenai hal – hal penting yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bab ini disebutkan buku, artikel, dan sumber lain yang menjadi acuan skripsi ini.

LAMPIRAN



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Optimasi prototipe mesin batik tulis CNC telah berhasil dilakukan. Optimasi tersebut meliputi perancangan dan pembuatan ulang canting dan meja kerja. Optimasi yang telah dilakukan berjalan sesuai dengan rumusan dan tujuan penelitian. Hasil optimasi prototipe mesin batik tulis CNC adalah:

- a) Canting mampu membuat garis seragam dengan tebal minimum 2 mm, dan sesuai gambar sumber,
- b) Canting mampu mencairkan lilin dengan lama pencairan sekitar 1 menit 20 detik pada temperatur 100 °C untuk massa lilin 20 gr,
- c) Meja kerja mampu mencekam kain dengan sempurna, dan
- d) Beberapa konfigurasi variabel pengujian yang optimum terdapat pada pengujian ke 7, 9, dan 17; pengujian ke-7 memiliki variabel celah 0,4 mm, temperatur 100 °C, dan kecepatan 600 mm/min; pengujian ke-9 memiliki variabel celah 0,4 mm, temperatur 100 °C, dan kecepatan 700 mm/min; dan pengujian ke-17 memiliki variabel celah 0,4 mm, temperatur 105 °C, dan kecepatan 800 mm/min

2. Saran

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang baik mengenai optimasi kinerja mesin, namun terdapat beberapa saran yang kiranya perlu untuk dilakukan. Saran tersebut yaitu prototipe mesin batik tulis CNC yang telah dioptimasi sebaiknya dibuat ulang dengan dimensi mesin yang lebih besar. Hal tersebut agar prototipe mesin batik tulis CNC dapat digunakan untuk membuat motif batik (nyanting) dengan ukuran kain yang standar digunakan dalam membuat kain batik tulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Fauzan, H. Soegiharto, A. T. Prasetyawan, and A. I. Zain, “Perancangan Mesin Plotter Batik Berbasis Computer Numerical Control (Cnc),” *Semin. Nas. Teknol. dan Rekayasa*, pp. 139–151, 2019.
- [2] “Menilik Sejarah Batik, Salah Satu Duta Budaya Indonesia - Inspektorat Jenderal Kemendikbudristek.” <https://itjen.kemdikbud.go.id/web/menilik-sejarah-batik-salah-satu-duta-budaya-indonesia/> (accessed Dec. 19, 2023).
- [3] “Indonesian Batik - intangible heritage - Culture Sector - UNESCO.” <https://ich.unesco.org/en/RL/indonesian-batik-00170> (accessed Dec. 19, 2023).
- [4] E. Eskak, “Mendorong Kreatifitas dan Cinta Batik Pada Generasi Muda,” *Din. Kerajinan Batik*, vol. 30, no. 1, p. 278, 2013, [Online]. Available: <http://ejournal.kemenperin.go.id/dkb/article/view/947>
- [5] A. Arif Kurdianto *et al.*, “Pengembangan Mesin Batik Tulis Digital Berbasis Cnc Dengan 3 Canting Batik,” *NJCA (Nusantara J. Comput. Its Appl.*, vol. 6, no. 1, pp. 21–27, 2021, [Online]. Available: <https://journal.csnu.or.id/index.php/njca/article/view/225>
- [6] R. Nugraha, Rian; Syahputra Anwar, “Prototipe Mesin CNC Batik Tulis dengan Canting Klowong dan Tembakan,” Universitas Pasundan, 2023.
- [7] A. Musman, *BATIK : Warisan Adiluhung Nusantara*, 1st ed. Yogyakarta: G-Media, 2011.
- [8] “Hasil Pencarian - KBBI VI Daring.” <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/batik> (accessed May 09, 2024).
- [9] B. D. I. Jawa, “MENG GAMBAR MOTIF Ucapan Terima Kasih”.
- [10] I. Hariyanto, “Canting: Seni Dan Teknologi Dalam Proses Batik,” *Atrat*, vol. 3, no. 3, pp. 230–239, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.isbi.ac.id/index.php/atrart/article/view/372/318>
- [11] A. Malik, Nadia, and Khairunnisa, “Pengaruh Komposisi Damar Mata Kucing pada Pembuatan Lilin Batik,” *Teknoin*, vol. 22, no. 4, pp. 252–260, 2016.

- [12] R. Nonon Saribanon, M.Abrar Putra Siregar, Luthfi Kurniawan Joshi, Zuhriansyah Siregar, "Buku Teknik Membuat Revisi.Pdf." 2020.
- [13] Y. Fitriani, R. Pakpahan, and A. Asyirri, "Perancangan Prototype Mesin CNC (Computer Numerically Controlled) Plotter 3 Axis 2D menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Inf. Syst. Informatics Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 23–30, 2019, [Online]. Available: <http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/jisicom/article/view/135>
- [14] H. R. Siregar, "Rancang Bangun Sistem Penggerak Stepper Dan Servo Pada Mesin Grafir 2D Secara Wireless," p. 78, 2019.
- [15] S. T. Widiyaningsih and Irwanto, "Proses Pengoperasian Mesin Running Saw Menggunakan Computer Numerical Control (Cnc) (Studi Kasus Di Pt. Sejin Lestari Furniture)," *Aisyah J. Informatics Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 75–87, 2021, [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE/article/view/COMPUTERNUMERICICALCONTROL%28CNC%29%0Ahttps://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE/article/download/COMPUTERNUMERICICALCONTROL%28CNC%29/48>
- [16] A. T. Prasetyawan, "Redesign CNC Plotter Batik dengan Transmisi Everman Belt Drive Menggunakan Rangka V-Slot Alumunium Profile," Universitas Muhammadiyah Malang, 2019.
- [17] A. Syofian and A. Premadi, "Optimalisasi Sistem Penyimpanan Energi Panel Surya Berbasis Kendali Logika Fuzzy," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 86–92, 2021.
- [18] R. Hartono, Bukti Tarigan, Sugiharto, "Rancang Bangun Mesin Router NC untuk Kebutuhan Kriya Seni Kayu," *Tim Pengusul Tek.*, 2017.
- [19] U. N. Cendana, "MOTOR-MOTOR LISTRIK," no. March, 2018.
- [20] R. Indriana Pratama, "Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol pada MesinPenggulung Kawat Komponen Atomizer," *Thesis (Skripsi(S1))*, pp. 1–47, 2023.
- [21] A. Ramadhani, "Water Temperature Control Using PID Control System Based on LabVIEW," *Telekontran J. Ilm. Telekomun. Kendali dan Elektron. Terap.*, vol. 4, no. 2, pp. 35–46, 2016, doi: 10.34010/telekontran.v4i2.1888.

- [22] A. N. Rachman and N. A. Wahanani, “Pengembangan Sistem Instrumentasi Thermobath dan Akuisisi Data Termokopel Tipe K,” *Sigma Epsil.*, vol. 20, no. 1, pp. 31–39, 2016.
- [23] W. D. Callister, “Materials science and engineering: An introduction (2nd edition),” *Mater. Des.*, vol. 12, no. 1, p. 59, 1991, doi: 10.1016/0261-3069(91)90101-9.

