

PENGEMBANGAN MESIN BATIK TULIS DIGITAL BERBASIS CNC DENGAN 3 CANTING BATIK

Akhmad Arif Kurdianto¹⁾, Ahmad Mustofa²⁾, Mohammad Anas Fikri³⁾

^{1, 2)}Teknik Listrik Industri, Politeknik Negeri Madura

³⁾Teknik Mesin Alat Berat, Politeknik Negeri Madura

Jl. Raya Camplong KM.4, Taddan, Camplong, Sampang Madura

e-mail: aak@poltera.ac.id¹⁾, mustofaahmad@poltera.ac.id²⁾, fikri@poltera.ac.id³⁾

ABSTRAK

Seiring berkembangnya teknologi pemasaran melalui internet yang sangat berdampak terhadap meningkatnya permintaan batik tulis baik di dalam dan di luar negeri, konsekuensi yang harus dihadapi industri batik saat ini adalah bagaimana meningkatkan kreatifitas dan produktifitas produk batik tulisnya, sehingga antara permintaan dan jumlah produksi harus seimbang. Permasalahan yang dihadapi pelaku industri batik tulis adalah kecepatan produksi dan kreatifitas karya seni yang cenderung monoton. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin batik tulis digital dengan 3 canting, hasil pengujian dan analisa mesin batik dengan 3 canting diperoleh hasil sebagai berikut: (1) Mesin batik tulis mampu meningkatkan produktifitas produksi batik mencapai 200%, (2) Kualitas hasil batik dari mesin batik tulis ini sangat bergantung pada meterial dasar yang digunakan sebagai alas kain batik, yaitu menggunakan *multiplex* dengan tebal 18mm tingkat keberhasilan adalah 80%, kemudian yang sangat bagus adalah menggunakan kaca tebal 5mm dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%, (3) Suhu canting batik yang sangat pas adalah 114°C, (4) Tebal garis output nozzle canting batik adalah 0,4 dan 0,7 mm dan 1mm, dan (5) Mekanisme penggantian nozzle adalah dengan cara memutar canting dengan penggerak motor stepper. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin batik tulis berbasis *Computer Numerical Control* (CNC) dengan 3 unit canting batik telah mampu memberikan inovasi bagi pengusaha batik untuk meningkatkan jumlah produksi batik tulisnya tanpa menghilangkan karakteristik goresan canting pembatik. Kontribusi penelitian ini mampu meningkatkan produktifitas Industri Batik dengan tetap mempertahankan kreatifitas kearifan lokal seni batik tulis.

Kata Kunci: *Mesin Batik Tulis, CNC, Canting Batik*

ABSTRACT

Along with the development of marketing technology through the internet which greatly impacts on the increasing demand for hand-drawn batik both at home and abroad, the consequence that must be faced by the batik industry today is how to increase the creativity and productivity of its written batik products, so that the demand and the amount of production must be balanced. The problems faced by the batik industry players are the speed of production and the creativity of works of art which tend to be monotonous. This study aims to design and build a digital written batik machine with 3 cantings, the results of testing and analysis of a batik machine with 3 cantings obtained the following results: (1) The written batik machine is able to increase the productivity of batik production by 200%, (2) Quality The results of batik from this written batik machine are very dependent on the basic material used as the base for batik cloth, namely using *multiplex* with a thickness of 18mm the success rate is 80%, then a very good thing is to use 5mm thick glass with a success rate of 100%, (3) The temperature of the batik canting that fits perfectly is 114 oC, (4) the thickness of the output line of the batik canting nozzle is 0.4 and 0.7 mm and 1mm, and (5) The nozzle replacement mechanism is by rotating the canting with a stepper motor drive. The results showed that the Computer Numerical Control (CNC) based batik machine with 3 units of batik canting has been able to provide innovation for batik entrepreneurs to increase the amount of batik production without losing the characteristics of batik canting scratches. The contribution of this research is able to increase the productivity of the Batik Industry while maintaining the creativity of local wisdom in the art of batik.

Keywords: *Batik Writing Machine, CNC, Canting Batik*

I. PENDAHULUAN

Batik merupakan karya seni budaya bangsa yang dikagumi dunia dan merupakan industri kerajinan turun-menurun dari generasi ke generasi asli dari Indonesia yang wajib dilestarikan bersama. Salah satu jenis batik paling dikenal dan

populer di Indonesia adalah batik tulis Madura yang dihasilkan dari kota Pamekasan propinsi Jawa Timur. Proses batik tulis sangatlah rumit dan panjang karena merupakan perpaduan kesenian setiap pembatiknya, secara umum proses batik tulis ada 12 tahapan yaitu: (1) *Nyungging*, merupakan tahap pembuatan pola di atas kertas, (2) *Njaplak*, merupakan proses

pemindahan pola dari kertas ke kain, (3) Nglowong, merupakan proses melekatkan lilin dengan menyesuaikan pada pola yang telah dibuat, (4) *Ngiseni*, merupakan proses memberikan ornamen-ornamen seperti gambar bunga, tumbuhan, atau hewan, (5) *Nyolet*, merupakan proses mewarnai dengan kuas, (6) *Mopok*, merupakan proses menutup bagian yang telah diwarnai dengan malam atau lilin, (7) *Nembok*, merupakan tahap untuk menutup bagian latar belakang pola yang tidak diwarnai, (8) *Ngelir*, merupakan proses pewarnaan kain dengan merendamnya pada pewarna alami atau kimia secara menyeluruh, (9) *Nglorod*, merupakan proses perendaman kain ke dalam air mendidih untuk meluruhkan malam, (10) *Ngrentesi*, merupakan proses memberikan titik pada klowongan menggunakan canting dengan jarum tipis, (11) *Nyumri*, merupakan proses penutupan bagian tertentu dengan malam, (12) *Nglorod*, merupakan tahap terakhir, tahap meluruhkan dan melarutkan malam pada kain. Dilakukan dengan memasukkan kain pada air mendidih.

Salah satu metode pemasaran yang dikembangkan oleh pengrajin batik adalah *marketplace* antara lain *shopee*, *tokopedia*, *bukalapak*, *blibli* dan toko online lainnya. Berdasarkan data total transaksi di Indonesia dari 13.485 usaha *e-commerce*, sebanyak 24.821.916 transaksi, dengan nilai transaksi mencapai 17,21 triliun rupiah. Dari data tersebut bisa disimpulkan bahwa rata-rata setiap industri batik yang menggunakan toko online melakukan transaksi selama tahun 2018 sebanyak 1.841 kali. Konsekuensi yang harus dihadapi industri batik saat ini adalah bagaimana meningkatkan produktivitas dan kreativitas ditengah meningkatnya pertumbuhan *e-commerce* di Indonesia [1]. Dengan demikian, para konsumen batik tulis yang bertempat tinggal jauh dari pengrajin dapat membeli batik tulis secara langsung melalui *e-commerce* dengan lancar.

Pertumbuhan usaha batik tulis akan terus bertambah, mengingat rencana Pemerintah buat terus tingkatkan ekspor batik ke luar negara, tetapi sebab pembuatan batik tulis masih dikerjakan secara manual, serta sedikitnya tenaga ahli yang mewarisi keahlian membuat menimbulkan penciptaan batik tulis masih sangat sedikit sehingga butuh sentuhan teknologi terapan dalam proses pembuatan batik tulis yang sanggup penuhi kebutuhan pasar batik luar negara. Salah satu teknologi terapan untuk proses pembuatan batik tulis menggunakan mesin *Computer Numerical Control* (CNC) [2].

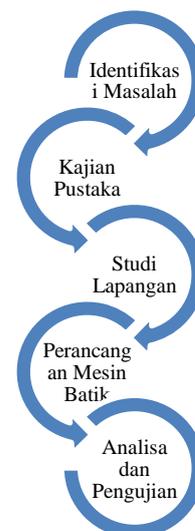
Pemakaian mesin CNC selaku salah satu inovasi pada penciptaan batik tulis memerlukan fitur pengembangan, ialah canting batik yang bisa dihubungkan terhadap mesin CNC itu sendiri sehingga mampu membaca perintah dari mesin [3], [4], [5]. melakukan perancangan sistem kendali dan penggerak untuk CNC batik dengan penggerak utama berasal dari motor stepper dan penggunaan *softwareMach3* sebagai sistem kendali. Penggunaan canting sebagai tool yang

digunakan belum berhasil, sehingga diperlukan alat bantu tulis sebagai media pengganti canting berupa spidol [6], [7]. Riset tentang canting batik banyak dilanjutkan oleh periset lain, dalam penelitiannya melaksanakan pengembangan desain canting pada mesin CNC batik dimana prototype canting yang dikembangkan memakai konsep mekanisme katup serta pegas tetapi masih ada hambatan menetesnya malam serta belum bias dikontrol [8], [9], [10]. Pada riset ini hendak dicoba perancangan canting batik tulis yang bisa dihubungkan dengan mesin CNC beserta mekanisme penggantian nozzle canting otomatis yang terletak dalam satu sistem sehingga bisa menciptakan pola batik yang berbeda. Canting batik dirancang buat menampung malam cair sebanyak 300 ml, yang dilengkapi 2 buah nozzle dengan diameter outlet 0, 4 serta 0, 7 milimeter disetiap ujung canting [11], [12], [13]. Mekanisme penggantian canting dicoba dengan metode memutar canting 180° memakai motor stepper. Canting batik dilengkapi dengan lilitan elemen pemanas buat melindungi malam supaya tidak mengeras.

Mesin Batik Tulis ini merupakan mesin batik berbasis *Computer Numeric Control* yang dibuat untuk mencetak pola batik. Proses pembuatan pola yang biasanya memakan waktu berhari-hari kini dapat dipersingkat dalam hitungan jam saja, karena mesin batik tulis memangkas 3 proses pembuatan batik sekaligus, yaitu menggambar dikertas termbus atau kalkir, menyalin gambar ke kain dan proses mencatung pola, sehingga penelitian ini memiliki kontribusi untuk meningkatkan produktifitas pengrajin memproduksi batik.

II. METODOLOGI

Tahapan penelitian pada perancangan canting batik tulis otomatis menggunakan mesin CNC dengan 3 canting seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Tahapan penelitian yang telah ditetapkan pada Gambar 1 sangat membantu peneliti melakukan

pengembangan mesin canting batik berbasis CNC, secara detail penjelasan tahapan penelitian disusun sebagai berikut:

A. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah ditetapkan diawal setelah melakukan beberapa kajian pustaka dan wawancara dengan pelaku usaha batik tulis di Kabupaten Pamekasan. Permasalahan yang dihadapi pelaku usaha batik tulis, pertama keterbatasan produksi batik tulis jika pesanan meningkat, kedua lamanya waktu pengerjaan proses membatik yang masih dikerjakan secara manual, ketiga inovasi pengembangan motif dan kesediaan motif sesuai permintaan konsumen masih rendah, keempat belum adanya teknologi yang mampu membantu pengrajin batik tulis tanpa menghilangkan kualitas seni dan budaya. Dengan mengetahui identifikasi masalah maka peneliti dengan mudah merancang dan membangun mesin batik tulis menggunakan mesin CNC dengan 3 canting batik sebagai pengganti tangan manusia.

B. Kajian Pustaka

Kajian pustaka digunakan untuk mencari literatur penelitian terdahulu sebagai acuan pengembangan penelitian yang dilakukan khususnya mesin batik tulis yang berbasis CNC, beberapa penelitian telah banyak melakukan riset tentang mesin batik tulis berbasis CNC namun banyak kelemahan khususnya proses pembacaan gambar serta proses pengoptimalan canting untuk membatik dengan mengeluarkan cairan malan, sehingga peneliti fokus mengembangkannya kepada teknologi canting dan proses penterjemahan gambar pada kain.

C. Studi Lapangan

Studi lapangan bertujuan untuk memastikan kebutuhan industri batik yang telah berkembang di Kabupaten Pamekasan, ternyata dari puluhan industri batik yang disurvei mereka belum mampu menggunakan teknologi mesin batik tulis berbasis CNC karena harga dipasaran sangat mahal dan tidak terjangkau, sehingga peneliti akan merancang mesin batik tulis yang handal dan harga terjangkau sehingga bisa dimanfaatkan oleh industri batik.

D. Perancangan Mesin

Pemilihan material yang akan digunakan sebagai konstruksi dasarudukan CNC menggunakan besi hollow OTO 50x50mm, kemudian untuk konstruksi CNC menggunakan material berbahan aluminium jenis V-slot kanal C beam ukuran 4080 untuk 3 axis sekaligus dilengkapi dengan masing-masing 1 motor stepper nema 2.8A yang terkopel pada timing belt pitch 3mm sebagai media konversi gerak putar motor stepper menjadi gerak linier dengan memanfaatkan liner guide rail

12, beberapa bearing ball, pulley dan tambahan pulley idler.

Pada bagian kontrol CNC menggunakan Arduino Mega 2560 dengan ramps 1.6 dan LCD ramps 1.4 sebagai alat monitor dan human machine interface. Untuk meningkatkan keamanan mesin batik tulis dari over moving diberikan mechanical endstop limit switch sensor di masing-masing axis, kemudian 3 elemen pemanas dengan pengontrol kesetabilan suhu menggunakan metode PID pada setpoint 114OC auto cut off.

Mekanisme untuk memilih canting yang akan digunakan yaitu dilakukan dengan cara memutar sebesar 120° antar canting yang terhubung dengan satu motor stepper sebagai aktuator pemutar secara horisontal, menggunakan mikrokontroler independent melalui beberapa tombol kontrol yang dapat digunakan sebagai setting pemilihan canting sebelum mesin batik tulis digital dioperasikan untuk membatik, setting pada kontrol ini juga sekaligus sebagai acuan untuk menentukan elemen pemanas canting manakah yang harus diaktifkan atau dinonaktifkan guna keperluan penghematan daya listrik, artinya dalam satu operasi hanya ada satu elemen pemanas yang aktif dari ketiga canting tersebut.

Untuk menghasilkan file batik tulis yang akan disimpan pada mesin batik tulis digital, yaitu dengan membatik menggunakan pen tablet pada software aplikasi aspire 9.5, yang keluarannya berupa file DWG dan G-code hasil kompilasi dari software aspire tersebut sebagai file akhir yang siap untuk disimpan pada memori SD-Card dan mesin batik tulis digital sudah siap melakukan produksi batik tulis sesuai dengan jumlah pesanan

E. Analisa dan Pengujian Sistem

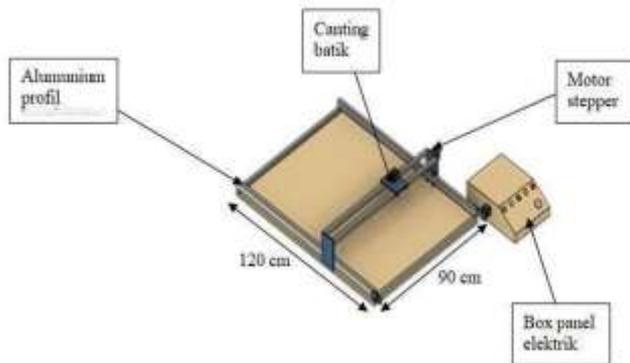
Pengujian mesin batik dimaksudkan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan apa yang telah dirancang. Proses pengujian ini meliputi kinerja canting batik, kinerja motor stepper, dan software control mesin berbasis CNC.

Pengujian sistem secara keseluruhan meliputi tiga bagian sebagai berikut:

1. Kinerja canting batik, peneliti melakukan analisa apakah canting batik bisa bekerja secara optimal untuk diisi malam dan mampu mengeluarkan malam melalui nozle canting batik digital.
2. Kinerja motor stepper, peneliti melakukan analisa apakah motor stepper mampu bergerak untuk mengarahkan canting batik tulis sesuai pola desain batik yang sudah tersimpan didalam komputer.
3. Software control mesin berbasis CNC, peneliti akan melakukan analisa terhadap pola dan desain batik yang telah dirubah kedalam image dan mampu dibaca oleh aplikasi CNC.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil prototype perancangan mesin batik tulis berbasis CNC dengan menggunakan 3 canting dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Desain prototype Mesin Batik Tulis Digital di lengkapi 3 Canting Batik

Gambar 2 menjelaskan prototype mesin batik yang memiliki panjang 120 cm dan lebar 90 cm yang menggunakan material profil aluminium dengan beberapa roler dan motor stepper sebagai penggerak utama untuk aksis X, aksis Y dan Axis Z, pada bagian tiga canting batik terdapat masing-masing satu servo sebagai kendali nozzle. Berikut bagian-bagian komponen pendukung lainnya seperti *power supply switching*, *push button*, *led indikator*, *motor stepper driver controller*, elemen *electric heater*, mikrokontroler, LCD 1.4, *end stop limit switch*, *driver extension shields 8825*, *stepper cable 4x0.5mm*, secara detail bentuk fisik mesin batik tulis digital dilengkapi 3 canting batik dapat dilihat pada Gambar 3.

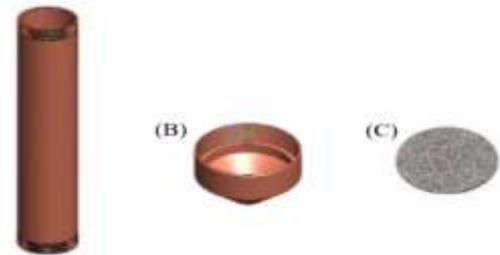


Gambar 3. Bentuk fisik tahap awal prototype Mesin Batik Tulis Digital Dilengkapi 3 Canting Batik

A. Canting Batik Tulis

Canting batik terdiri dari 2 bagian utama ialah tabung penampung malam serta nozzle. Tabung penampung malam dirancang memakai silinder tembaga dengan diameter 1,5 in. Tabung dirancang supaya bisa menampung malam cair sebanyak 300 ml, sehingga Panjang totalitas tabung merupakan 270 milimeter, canting dilengkapi dengan saringan serta penutup

canting yang dilengkapi dengan dudukan nozzle. Penutup canting dirancang berupa kerucut buat mengalirkan malam supaya langsung mengarah nozzle. Desain perancangan canting batik bisa dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. (A) Penampung Malam, (B) Tutup Penampung Malam, (C) Saringan

Penutup penampung malam dilengkapi ulir untuk menghubungkan terhadap penampung malam. Pada tutup tabung terdapat bantalan untuk penempatan saringan yang diposisikan sebelum ulir. Masing-masing canting dirancang untuk menampung bahan malam seberat 100gr yang dimasukkan step by step setelah dicacah kecil-kecil

B. Aluminium profil

Untuk menghasilkan prototype yang dapat memenuhi standar hasil batik tulis, dibutuhkan konstruksi mekanik yang kokoh dan kuat, maka pada pembuatan mesin batik tulis dengan tiga canting ini dipilih penggunaan profil aluminium yang pas yaitu jenis aluminium extrusion dengan ukuran 2040 mm dan total panjang sesuai desain. Pemilihan material profil aluminium ini akan mendukung konsistensi gerakan pada masing-masing axis dan lebih stabil karena sudah dilengkapi dengan *route* atau dudukan untuk *linear block* sebagai penyangga dari gerakan axsil lainnya, berikut juga proses pembangunan konstruksi mesin akan mempermudah proses penyambungan tanpa membutuhkan alat las karena cukup dengan siku 90 derajat, berikut juga agar mesin juga memiliki nilai estetika tinggi, sebagai gambar detail dari profil aluminium yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 5. Bahan profil aluminium

C. Motor Stepper

Motor stepper ini merupakan komponen penggerak utama dalam melakukan Gerakan axis X, Y dan Z yang harus akurat, presisi dan memiliki torsi cukup,

motor stepper yang dipilih adalah Nema 2357 23HS7682 dengan spesifikasi torsi sebesar 1.89 Nm, Arus maksimal sebesar 2.8A dan dimensi 76 mm, motor stepper ini berkerja berdasarkan pulsa 4 bit yang diberikan oleh driver motor dalam melakukan gerak putar, dengan ujung yang dihubungkan dengan pulley dan timing belt untuk mengkonversi gerakan putar menjadi gerak linier akurat, berikut gambar detail dari motor stepper Nema 2357:



Gambar 6. Motor Stepper Nema 2357

D. Box panel elektrik

Bagian box panel digunakan untuk menyimpan semua komponen-komponen, unit kontroler dan perangkat elektronik lainnya yang meliputi:

1. Power supply switching,
2. Push button,
3. Led indikator,
4. Motor stepper driver controller,
5. Electric heater controller,
6. Mikrokontroler,
7. LCD 1.4, dan
8. Kipas

Box panel ini merupakan unit pusat kontrol dari mesin batik tulis tiga canting, berikut juga tempat untuk memasukkan data gambar hasil batik tulis yang akan di realisasikan pada mesin batik ini.

Spesifikasi elektrik pada mesin batik tulis tiga canting ini dapat dilihat pada hasil pengujian ketika mesin batik tulis dijalankan melalui box panel ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi elekttrik mesin batik tulis tiga canting

No	Status	Arus (A)	Daya (W)	Suhu heater canting (°C)
1	On awal	0.2	44	0
2	Ready	0.2	44	114
3	Run	0.82	180.4	114

Pada Table 1 tersebut dihasilkan pengujian besaran arus terukur pada kelistrikan didalam box panel didapatkan daya terbesar yang dibutuhkan oleh mesin batik tulis tiga canting ini adalah sebesar 180 Watt.

E. Cara Kerja Mesin Batik Tulis Digital

TAHAP 1: Menyiapkan desain dan file

1. Menentukan dimensi kain yang akan dibatik.
2. Melakukan konfigurasi axis Z, nilai kedalaman dan zero position.
3. Melakukan konfigurasi dimensi desain batik.
4. Menulis batik dengan pen tablet menggunakan aplikasi aspire 9.5.
5. Menyiapan file hasil kompilasi dari aplikasi aspire 9.5.
6. Menyiapkan file desain dengan ekstensi DWG.
7. Melakukan konversi file desain menjadi file g-code.
8. Menyimpan file g-code pada memori SD-Card.
9. Ulangi Langkah 4-8 untuk menghasilkan file baru jika desain batik tulis memiliki perbedaan tebal garis.

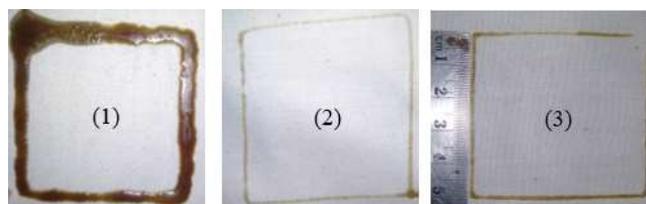
TAHAP 2: Menyiapkan mesin batik tulis

10. Menyalakan mesin batik tulis digital.
11. Menentukan pemilihan nomor canting yang akan digunakan.
12. Menunggu suhu canting naik sampai mencapai set poin 114°C.
13. Menyiapkan bahan malam seberat 100gr yang telah dipotong menjadi bagian kecil-kecil.
14. Masukkan bahan ke dalam canting batik.
15. Memasukkan memori SD-Card pada panel mesin batik tulis digital.
16. Melakukan konfigurasi default home axis (X, Y, Z) zero position.
17. Melakukan pembacaan file batik yang akan ditulis pada kain.
18. Proses membatik sampai dengan 100%.
19. Mengulangi poin 11-17 untuk mencetak dengan canting berikutnya (jika ada).
20. Batik tulis siap diwarnai.

F. Hasil Uji Coba Mesin Batik Tulis Digital Berbasis CNC

Proses pengujian dasar seperti gerakan aksis X, Y dan pengujian pada canting batik sudah dilakukan, berikut beberapa hasil uji coba membatik dengan mesin batik digital dengan 3 canting batik.

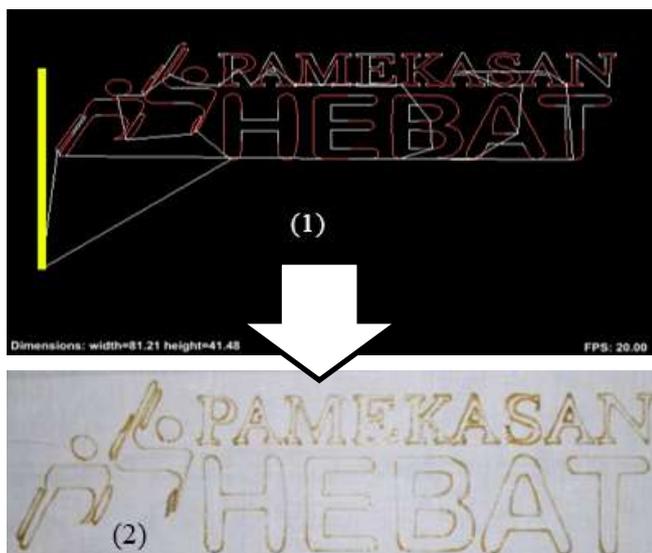
1. Uji Coba Membatik kotak



Gambar 7. Hasil uji coba membatik kotak

Seperti yang tampak pada gambar 7. merupakan hasil percobaan pada canting batik 1, 2 dan 3 bahwa desain yang dilakukan pada komputer adalah kotak dengan dimensi 5cm x 5cm dan ketika dicetak hasil ukur yang didapat adalah 5cm x 5cm hal ini sudah sesuai dengan dimensi yang telah desain pada komputer. Pada pengujian tahap ini yang dilakukan pada canting pertama konfigurasi suhu melebihi dari nilai set poin sehingga menyebabkan tinta malam melebar, pada pengujian canting 2 dan canting 3 hasil yang terlihat pada gambar 7 sudah dilakukan dengan nilai set poin yang sesuai.

2. Uji Coba Membatik Tulisan “Pamekasan Hebat”



Gambar 8. Hasil uji coba membatik tulisan

Pada gambar 8, merupakan tampilan capaian akhir dari hasil uji coba penulisan gambar batik “pamekasan hebat” yang berhasil dilakukan 100% mendekati sempurna, hal ini didapatkan setelah melakukan observasi perbaikan konfigurasi pada suhu canting batik.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin batik tulis digital dengan 3 canting, hasil pengujian dan analisa mesin batik dengan 3 canting dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Mesin batik tulis mampu meningkatkan produktifitas produksi batik mencapai 200%, (2) Kualitas hasil batik dari mesin batik tulis ini sangat bergantung pada meterial dasar yang digunakan sebagai alas kain batik, yaitu menggunakan *multiplex* dengan tebal 18mm tingkat keberhasilan adalah 80%, kemudian yang sangat bagus adalah menggunakan kaca tebal 5mm dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%, (3) Suhu canting batik yang sangat pas adalah 114°C, (4) Tebal garis output nozzle canting batik adalah 0,4 dan 0,7 mm dan 1mm, dan (5) Mekanisme penggantian nozzle adalah dengan

cara memutar canting dengan penggerak motor stepper.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Dosen Pemula (PDP) yang didanai pada Tahun 2021, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Kementrian Riset, Teknologi dan Perguruan Tinggi Republik Indonesia (Kemenristek Dikti). Tidak lupa kami juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Politeknik Negeri Madura (POLTERA) yang telah membantu menyediakan sarana dan prasarana penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. M. Amin, A. T. Wibowo, and M. Jasri, “Pemanfaatan Open ERP (Dolibarr) untuk Agenda dan Member Sebagai Penunjang Program UKM Melek Teknologi (Studi Kasus pada UKM Sandal Desa Wedoro ...,” ... (*Nusantara J. Comput. Its ...*, vol. 4, pp. 70–78, 2019, [Online]. Available: <https://njca.co.id/main/index.php/njca/article/view/119>.
- [2] I. G. N. I Gede Sudirtha, “Pengembangan Prototipe Alat Batik Canting Elektronik Melalui Inovasi Alat Batik Canting Pada Proses Pembuatan Batik Tulis Tradisional,” in *Seminar Nasional Riset Inovatif (SENARI)*, 2016, pp. 181–189.
- [3] C. F. Ilham Sayekti, Ulfa Hidayati, “Rancang Bangun Mesin Canting Cap Elektronik Dilengkapi Pengatur Suhu dan Detektor Kain Berbasis Arduino Untuk Industri Batik Cap,” in *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Polines*, 2016, vol. 3, no. 1, pp. 1–23.
- [4] M. P. N. Venkata Ramesh Mamilla, Srinivasulu M, “Study on Computer Numerical Control (CNC) Technology,” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–17, 2016, [Online]. Available: www.irjet.net.
- [5] R. Fitrahudin and A. Sudiarso, “Perancangan Canting Batik Dan Mekanisme Penggantian Otomatis Canting Batik Tulis Pada Mesin CNC,” in *Seminar Nasional – XVI Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS – Bandung*, 2017, vol. ISSN 1693-, pp. 1–6.
- [6] S. Lestariningsih, R. Dharmastiti, and B. Moyoretno, “Evaluasi Canting Elektrik sebagai dasar perbaikan dalam pengembangan canting elektrik,” *Din. Kerajinan dan Batik Maj. Ilm.*, vol. 30, no. 1, pp. 53–66, 2013.
- [7] Suharto, Suryanto, V. T. Priyo, Sarana, I. Hermawan, and A. Suwondo, “Bahan Alternatif Pembuatan Canting Batik Cap (CBC),” in *Prosiding SNST*, 2014, vol. 5, pp. 25–31.
- [8] M. Hanif, M. A. Wibisono, and I. G. B. B. Dharma, “Perancangan Mesin Batik Cap Otomatis Tipe Modul Cap Bergerak,” in *Senti UGM*, 2017, no. November, pp. 87–94.
- [9] S. Asmal, I. Setiawan, and I. Marco, “Optimasi Temperatur Lilin (Malam) Batik untuk

- Penyempurnaan Pematikan Pada Mesin CNC Milling,” in *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Sains dan Teknologi*, 2018, vol. 4, no. November, pp. 382–388, [Online]. Available: <http://cot.unhas.ac.id/seminar/sinastek2018/wp-content/uploads/2019/01/TM1803-Sapta-Asmal-dkk-OK.pdf>.
- [10] R. Prasetyo and M. A. Wibisono, “Pengembangan Canting Cap Berbahan Multiplex untuk Study Case Make to Order pada Produksi Batik Cap,” in *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi*, 2018, vol. 000, no. September, pp. 147–155, [Online]. Available: <https://journal.akprind.ac.id/index.php/prosidingsnas/article/view/1443>.
- [11] A. P. Budijono and W. D. Kurniawan, “Efisiensi Proses Produksi Batik Melalui Penerapan Mesin Pengering Batik Dan Kompor Pemanas Lilin Batik Semi Otomatis,” *Otopro*, vol. 13, no. 1, p. 30, 2019, doi: 10.26740/otopro.v13n1.p30-34.
- [12] T. B. Dwinugroho, D. Y. H. Kumarajati, Kurniawanti, and Y. T. Hapsari, “Design and Implementation of CNC (Computer Numerical Control) Based Automatic Stamp Batik Machine Program with Automatic Gripper Using Mach 3,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1254, no. 1, doi: 10.1088/1742-6596/1254/1/012069.
- [13] T. Rachman, “Aplikasi Teknik Pemotongan Laser Dalam Rekabentuk Produk Batik Merbok,” *Voice Acad.*, vol. 17, no. 1, pp. 10–27, 2021.