

RANCANG BANGUN MEJA COLET ULTRAVIOLET UNTUK PRA-OKSIDASI ZAT WARNA INDIGOSOL DALAM PEWARNAAN BATIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN SISTEMATIS PAHL DAN BEITZ

Amalia*¹, Rudi Tjahyono¹, Jazuli¹, Rodia Syamwil²

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro,
Jl. Nakula I no. 5-11, Semarang, Indonesia 50131

²Jurusan Teknologi Jasa Produksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang,
Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang, Indonesia 50229

(Received: August 24, 2022/ Accepted: January 20, 2023)

Abstrak

Inovasi teknologi di industri batik mengalami perkembangan dan diharapkan mampu mendorong akselerasi industrialisasi. Proses pewarnaan merupakan proses penting dalam menghasilkan batik dengan nilai estetika dan nilai ekonomis yang tinggi. Teknik pewarnaan yang dikaji dalam penelitian ini adalah teknik pewarnaan colet menggunakan zat warna Indigosol. Zat warna Indigosol merupakan salah satu zat warna sintesis yang menghasilkan warna pastel dan memerlukan penyinaran sinar matahari terik sebagai tahapan pra-oksidasi. Permasalahan muncul manakala cuaca mendung atau hujan. Proses pewarnaan menjadi tidak optimal atau bahkan tidak dapat dilakukan. Penelitian ini bertujuan memberikan solusi bagi permasalahan diskontinuitas produksi kain batik coletan dengan warna Indigosol. Rancang bangun meja colet menggunakan pendekatan Pahl dan Beitz. Berdasarkan pendekatan sistematis, dihasilkan rancangan meja colet dengan menggunakan teknologi ultraviolet sebagai pengganti sinar matahari yang digerakkan otomatis dengan mikrokontroler. Meja colet ini telah di-uji-cobakan secara fungsional dan memberikan hasil pewarnaan yang cerah disesuaikan dengan lamanya penyinaran.

Kata kunci: perancangan teknologi; pencoletan; batik; indigosol; Pahl dan Beitz

Abstract

[The Design of Colet or Staining Process Workbench with Ultraviolet for Pre-Oxidation of Indigosol Dyes Using Pahl and Beitz Systematic Approach] Technological innovation in the batik industry is experiencing developments that can encourage the acceleration of industrialization. The coloring process is an important process in producing batik with high aesthetic and economic value. The coloring process studied in this paper is the Colet staining technique using Indigosol dyes. Indigosol dye is a synthetic dye that produces soft colors and requires bright sunlight as a pre-oxidation stage. Problems arise when the weather is cloudy or rainy. The coloring process becomes not optimal or even impossible to produce. This study aims to provide a solution to the problem of discontinuity in the production of Coletan batik cloth with Indigosol dyes. The design of Colet Workbench using the Pahl and Beitz approach. Based on a systematic approach, a Colet Workbench design was produced using ultraviolet technology as a substitute for the sunlight which is driven automatically by a microcontroller. The Colet workbench has been tested functionally and provides bright staining results according to the length of irradiation.

Keywords: engineering design; pencoletan; indigosol; Pahl and Beitz

1. Pendahuluan

Batik merupakan suatu seni kuno yang memiliki kualitas tinggi (Trixie, 2020). Kain batik merupakan sebuah karya seni yang dibuat pada kain dengan proses khusus menggunakan malam atau lilin (*wax*). Batik

*Penulis Korespondensi.

E-mail: amalia@dsn.dinus.ac.id

juga disebutkan sebagai identitas kebudayaan Indonesia yang memiliki nilai filosofis, nilai estetis, maupun nilai ekonomis. Perkembangan batik tidak hanya terletak pada motif, melainkan teknik pembuatan batik juga mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Berdasarkan medianya, pada mulanya batik dibuat pada kain mori yang terbuat dari serat kapas, namun kini batik dapat dibuat pada berbagai bahan lain seperti kain sutera, polyester rayon, dan kain sintesis



Gambar 1. Proses Pencoletan Batik di Lantai dengan Alas Goni

lainnya. Bahkan batik juga dibuat pada media lain, seperti kayu (Sukaya dkk, 2018; Widagdo, 2018; Prabowo & Marwati, 2020) atau yang dikenal dengan batik kayu, tentu saja proses pembuatannya menggunakan teknik dan alat yang berbeda. Perkembangan teknik dan alat bantu kerja digunakan untuk membantu proses pematikan yang lebih cepat dan lebih sehat, didukung dengan adanya perkembangan dan inovasi teknologi.

Perkembangan teknologi merupakan dampak dari adanya perkembangan zaman dan ilmu pengetahuan. Teknologi menunjukkan adanya perubahan peradaban manusia menjadi lebih baik, dimana teknologi dikembangkan untuk memudahkan kehidupan manusia. Bagi sektor perindustrian, peningkatan teknologi inovasi berbanding lurus dengan pertumbuhan perekonomian Indonesia. Suharman dkk (2018) inovasi dan teknologi dapat mendorong produktivitas yang berujung pada peningkatan daya saing dan kemandirian industri nasional. Industri batik merupakan industri tekstil yang menjadi salah satu kelompok fokus dalam akselerasi industrialisasi.

Berbagai macam perkembangan teknologi di bidang batik untuk memperbaiki proses telah dilakukan. Pada proses pematikan terdapat beberapa pengembangan teknologi berupa inovasi pembuatan pola (Prima, 2016); canting untuk batik tulis (Moyoretno, 2011; Antana, 2016; Fitrihudi & Sudiarso, 2017; Sharifah dkk, 2017; Martino dkk, 2020), inovasi untuk batik cap (Suharto dkk, 2014; Kartini dkk, 2020; Hidayat dkk, 2021), pewarnaan (Siswiyanti & Luthfianto, 2016; Irhandayiningsih, 2017; Nurfajriah & Arifiati, 2017; Muzzazinah, 2018; Susantiningrum dkk, 2018; Andriyanti dkk, 2020; Qurrata dkk, 2020; Kudiya dkk, 2021; Amalia dkk, 2021).

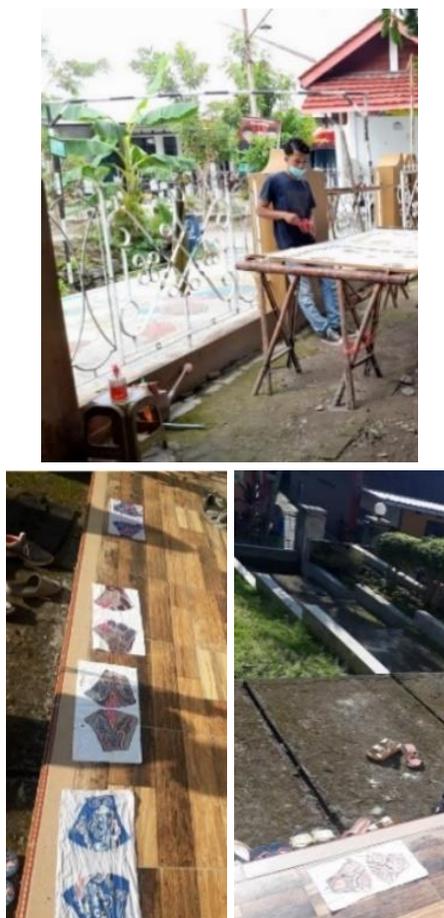
Salah satu proses penting dalam menghasilkan batik dengan nilai estetika dan nilai ekonomis, yaitu proses pewarnaan. Warna merupakan visualisasi (objek) estetis. Zat warna batik merupakan zat warna tekstil yang digunakan dalam proses pewarnaan batik, pada suhu ruang agar malam atau lilin perintang warna tidak rusak. Jika, dilihat dari jenis zat warna, ada yang menggunakan zat warna alam dan zat warna sintetis. Salah satu jenis zat warna sintetis yang digunakan yaitu

zat warna indigosol. Zat warna indigosol merupakan jenis zat pewarna bejana yang larut dalam air. Zat warna indigosol termasuk jenis zat warna sintetis yang memiliki warna-warna pastel yang lembut (*soft*). Secara kimia, zat warna ini termasuk golongan zat warna oksidasi dimana warna akan muncul setelah dilakukan proses oksidasi dengan oksidator seperti asam kuat (HCl, H₂SO₄) dan tambahan nitrit sebagai katalisator. Reaksi oksidasi melarutkan pewarna yang akan membuat warna menjadi cerah dan tidak pudar (Roessler dkk, 2002). Sebelum dioksidasi dengan air keras, pewarnaan perlu dipaparkan di bawah sinar matahari terik sebagai tahapan **pra-oksidasi**. Tahapan ini bertujuan agar proses oksidasi dilakukan secara bertahap untuk mendapatkan warna yang rata dan lebih kuat.

Energi sinar matahari diserap untuk eksitasi molekul zat warna indigosol. Apabila energi matahari optimal, maka molekul akan tereksitasi sempurna, jika tidak, tingkat kecerahan warna akan berkurang bahkan tidak muncul. Penelitian Kudiya dkk (2021) menjelaskan pada musim penghujan berpengaruh terhadap produksi batik, antara lain: penurunan kapasitas produksi batik, keterbatasan pilihan pewarna gelap untuk naphthol, dan tidak dapat menggunakan zat warna indigosol.

Dilihat dari teknik pembuatannya, proses pewarnaan batik dibagi menjadi dua, yaitu teknik celup dan teknik colet. Pencoletan merupakan pekerjaan pemberian warna pada bidang tertentu kain batik dengan menggunakan kuas. Teknik colet ini juga dikenal sebagai teknik Lukis pada pewarnaan dengan teknik colet di beberapa UKM dilakukan dengan fasilitas seadanya, ada yang menggunakan alas koran atau goni, ada meja kayu dengan alas goni, dan seringkali ditemukan dengan menggunakan plangkan atau rangka dari kayu (Amalia dkk, 2021). **Gambar 1** merupakan proses pencoletan batik di lantai dengan alas goni.

Untuk mengantisipasi kendala pewarnaan indigosol, Kudiya dkk (2021) mengembangkan mesin fotonik batik untuk pewarnaan dengan teknik celup, dimana mesin ini dapat mempercepat kapasitas produksi batik di musim penghujan. Pewarnaan indigosol tidak hanya digunakan untuk teknik celup,



Gambar 2. Proses Pencoletan Batik Sekaligus Penyinaran Sinar Matahari untuk Membangkitkan Warna Indigosol

namun dapat digunakan untuk teknik colet. Namun, belum ada alat bantu yang dapat digunakan mempercepat proses pembangkitan warna indigosol dengan teknik colet. Di beberapa UKM, pembangkitan warna indigosol dengan teknik colet dengan memindahkan kain yang telah diwarnai menuju area terbuka yang terkena matahari pada waktu penyinaran optimal, ada yang memindahkan dengan plangkan yang ada, atau bahkan hanya sekedar meletakkan kain di bawah yang beresiko kain menjadi kotor. Proses pemindahan dan peletakan kain yang telah diwarnai menuju area penyinaran tentu memakan waktu. Tidak hanya itu, terbatasnya tempat dan waktu penyinaran bisa mempengaruhi kualitas dan kuantitas. Penelitian ini lebih berfokus pada pembuatan alat bantu untuk mengatasi permasalahan diskontinuitas produksi kain batik coletan dengan warna Indigosol.

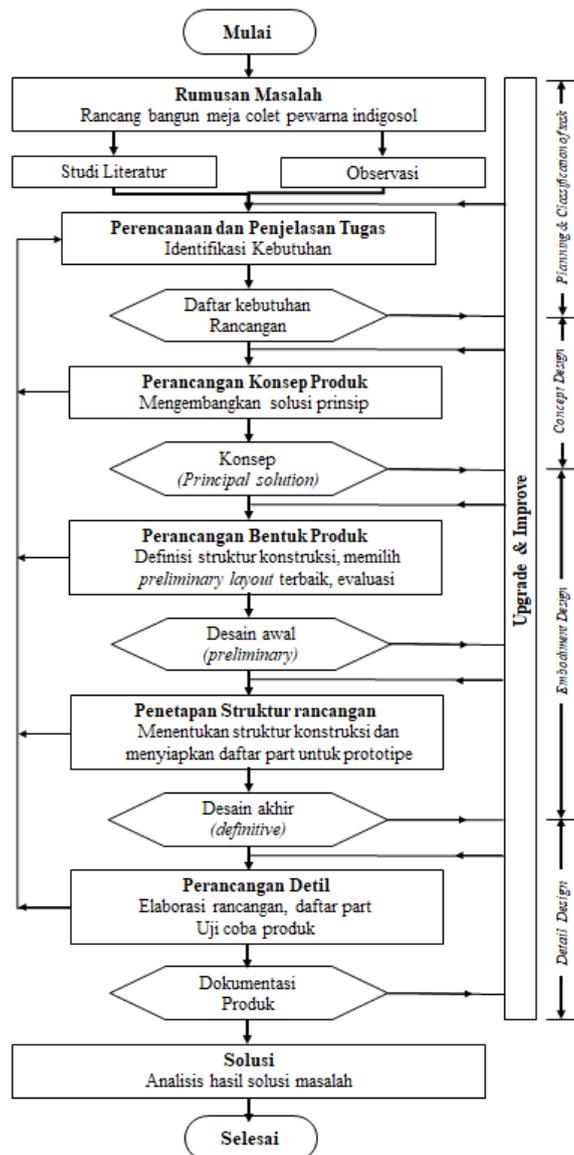
2. Metode Penelitian

Perancangan produk merupakan rangkaian kegiatan dalam pembuatan produk. Beberapa metode dikembangkan dalam melakukan perancangan produk. Salah satunya adalah Pendekatan Pahl dan Beitz yang digunakan dalam penelitian ini. Menurut Eder (2013) metodologi yang dikembangkan Pahl dan Beitz dan telah banyak diadopsi oleh VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*, Asosiasi Insinyur Jerman), merupakan hasil pengalaman langsung dari praktisi atau perancang teknik (*engineering designer*). Alur dalam penelitian ini mengacu pada tahapan Proses Perencanaan dan

Perancangan Pahl dan Beitz dengan tahapan utama, antara lain (Eder, 2013; Kannengiesser & Gero, 2017; Thobarsi dkk, 2020; Puryani dkk, 2018; Ore et. al, 2020):

1. Perencanaan dan Penjelasan Tugas (*Planning and Classification of Task*);
Pada tahap ini diawali diawali dengan rumusan masalah, dan pengumpulan informasi tentang kebutuhan dari UKM melalui observasi dan/atau studi literatur.
2. Perancangan Konsep Produk (*Conceptual Design*);
Tahap ini dilakukan pengembangan solusi dalam perancangan untuk menyelesaikan permasalahan.
3. Perancangan Bentuk dan Penetapan Struktur Rancangan (*Embodiment Design*);
Pembuatan rancangan awal, struktur konstruksi, hingga rancangan akhir.
4. Perancangan Detail (*Detail Design*)
Tahapan ini mengelaborasi rancangan hingga spesifikasi dari alat yang dirancang

Pada tahap perencanaan dilakukan identifikasi kebutuhan dengan melakukan wawancara dan observasi kepada pemilik UKM Batik. Objek UKM yang diteliti adalah UKM RK De Suket. Perancangan konseptual dan perancangan struktural melibatkan UKM dan tim teknis dengan *brainstorming*, ukuran menyesuaikan antropometri dari pekerja pencoletan UKM dan peserta pelatihan, serta pertimbangan



Gambar 3. Alur Konseptual Penelitian dengan Pendekatan Pahl & Beitz

Tabel 1. Kebutuhan

No	Kebutuhan	Parameter
1	Dapat merentangkan kain pada pewarnaan teknik colet	Fungsional
2	Material kuat	Kualitas
3	Dapat dipindahkan	Geometri
4	Dapat disimpan di ruang terbatas	Geometri
5	Pengganti matahari untuk pembangkitan warna	Fungsional
6	Daya listrik rendah	Elektrikal
7	Nyaman	Ergonomi
8	Mudah digunakan	Ergonomi

pedoman postur kerja. Pada perancangan akhir dilakukan pembuatan rancangan 3D. Prototipe dibuat sebagai pengujian kesesuaian rancangan dalam menyelesaikan permasalahan utama. Pembuatan prototipe dan pengujian dilakukan dalam skala laboratorium sebelum diimplementasikan ke UKM. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

3. Hasil dan Pembahasan

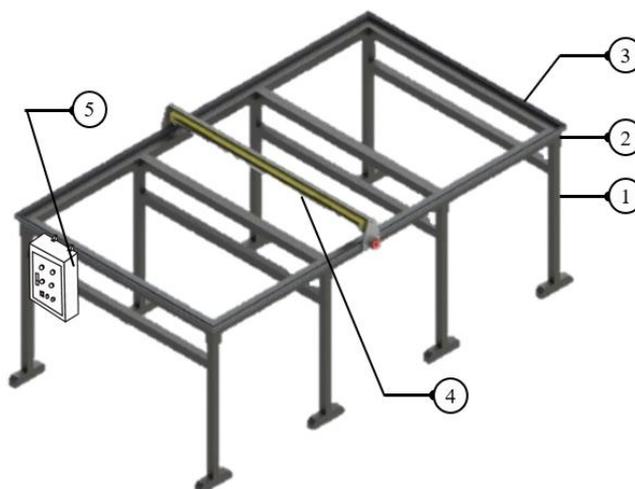
3.1. Perencanaan dan Klasifikasi

Pada tahap perencanaan dan penjelasan tugas, penjelasan informasi dikumpulkan sebagai informasi

tentang persyaratan atau *requirements* yang harus dipenuhi oleh produk meliputi mendefinisikan permintaan atau kebutuhan pasar dan harapan. (Kannengiesser & Gero, 2017; Thobarsi dkk, 2020; Hadi & Suryadi, 2021). Identifikasi kebutuhan dilakukan dengan melakukan observasi di UKM pada saat melakukan proses pencoletan dengan menggunakan pewarna Indigosol, serta dengan wawancara kepada pekerja dan pemilik UKM. Adapun kebutuhan perancangan meja colet didasarkan atas beberapa kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Daftar Persyaratan

Kebutuhan	Parameter	Persyaratan	D/W
1, 5	Fungsional	<ul style="list-style-type: none"> Pembangkit indigosol Dimensi meja sesuai panjang dan lebar kain Penjepit kain 	D D W
2	Kualitas	<ul style="list-style-type: none"> Material kaki Material rangka Material penampang lampu 	D D W
3,4	Geometri	<ul style="list-style-type: none"> Desain rangka dan kaki meja 	D
6	Elektrikal	<ul style="list-style-type: none"> Daya listrik rendah 	W
7,8	Ergonomis	<ul style="list-style-type: none"> Dimensi meja sesuai antropometri Kontrol semi-otomatis 	D W



Gambar 4. Rancangan 3D Meja Colet untuk Pewarnaan Indigosol

Tabel 2, menunjukkan persyaratan teknis atau *metrics/specification*.

3.2. Perancangan Konsep (*Conceptual*) Meja Colet UV

Pada tahap ini pengembangan dilakukan penentuan prinsip solusi yang diperoleh dari permasalahan utama (Thobarsi dkk, 2020). Secara rinci, dijelaskan bahwa berdasarkan tahap sebelumnya diidentifikasi masalah esensial dan mengembangkan struktur fungsi, serta mencari prinsip kerja (Kannengiesser & Gero, 2017). Permasalahan utama yakni proses pencoletan dengan zat warna Indigosol memiliki ketergantungan terhadap cahaya matahari, dan perlunya meja kerja colet yang nyaman. Raharjo dkk (2018), melakukan penelitian mengenai pengaturan pencahayaan sebagai pengganti sinar matahari dalam proses fotosintesis buatan. Windyasari & Candra (2020) membuat sistem otomatis lampu UV berbasis mikrokontroler Arduino sebagai pengganti sinar matahari. Afiah dkk (2020) menganalisis perancangan meja dan kursi dengan antropometri dan analisis biomekanika. Perancangan meja kerja ergonomis dapat memberikan posisi kerja yang baik (Eladly dkk, 2020; Amalia dkk, 2021).

3.3. Manifestasi Rancangan (*Embodiment Design*) Meja Colet UV

Rancangan meja colet untuk pewarnaan indigosol dengan pertimbangan solusi diatas yaitu penggunaan UV pada bagian atas penampang meja

kerja colet, dan ketinggian meja colet menggunakan basis antropometri tinggi siku berdiri dan pedoman kerja duduk-berdiri. Dimensi panjang dan lebar rangka meja menggunakan dimensi objek kain.

Data antropometri yang diambil meliputi tinggi siku berdiri, dan tinggi siku duduk pada 18 responden meliputi pekerja dan peserta pelatihan, dengan nilai rerata 95,61 cm (TSB). Penentuan ketinggian meja menggunakan P5 TSB sebesar 88,94 cm ditambah dengan *allowance* menjadi 90 cm. Rancangan meja colet dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Rancangan bagian meja.

1. Rangka kaki meja colet
Fungsi rangka kaki meja adalah penopang frame meja colet, sekaligus dapat digunakan sebagai gawangan untuk proses pembatikan dalam posisi lepas rakit.
2. *Frame* meja colet
Rangka meja untuk pembentangan kain yang akan diwarnai dengan teknik colet.
3. *Sliding Rail Frame*
Sliding rail frame merupakan penyangga dari lampu dan tempat lampu bergeser ketika proses penyinaran kain.
4. Penampang lampu dan Lampu UV
Peletakan LED UV untuk penyinaran kain dengan pewarna Indigosol, dan pelindung gelombang UV ke pekerja
5. *Box Panel Control*
Area kendali untuk menjalankan lampu UV dalam proses penyinaran kain batik.

Tabel 3. Spesifikasi Rancangan Akhir Meja Colet UV

No	Komponen / Part	Spesifikasi
1	Rangka kaki meja	125 cm x 90 cm Qty: 4 pcs
2	Frame meja colet	Siku <i>hollow</i> 225 cm x 125 cm Qty: 1 pc
3	Sliding rail frame	<i>Hollow</i> 225 cm x 125 cm Qty: 1 pc
4	Penampang lampu UV dan lampu UV	Alumunium 125 cm x 16 cm Alumunium
5	Panel <i>Box Control</i>	Lampu UV 280-325 nm Qty: 1 pc Microcontroller 328 SMD

**Gambar 5.** Proses Penyinaran Menggunakan UV untuk Pembangkitan Warna Indigosol Skala Laboratorium**Gambar 6.** Kain dengan Zat Warna Indigosol: (a) Sebelum Pembangkitan Warna; (b) Setelah Pembangkitan dengan Sinar Ultraviolet

3.4. Perancangan Detail

Pada perancangan detail mencakup elaborasi rancangan dengan rancangan bagian meja colet, dibuat pula susunan komponen produk, bentuk, dimensi dan material. Pada perancangan detail ditentukan pula spesifikasi rinci dari alat yang dirancang. Spesifikasi rancangan akhir meja colet dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Berdasarkan hasil pengembangan alat bantu untuk pewarnaan batik menggunakan teknologi UV, meja UV dirancang dengan panjang gelombang 280–325 nm, dengan jarak antar lampu 2 cm. *Frame* penampang kain dibuat dengan ukuran 225 x 125 cm menyesuaikan dengan ukuran panjang dan lebar kain. Ketinggian kaki meja disesuaikan dengan posisi kerja duduk-berdiri. Kecepatan gerakan lampu 75 rpm yang diatur menggunakan *microcontroller*, dengan daya 60 watt. Proses penyinaran dapat dilakukan secara otomatis dan konsumsi listrik yang lebih hemat bagi UKM.

3.5. Uji Coba dan Evaluasi Penggunaan Meja Colet Ultraviolet

Pengujian fungsional dilakukan untuk menunjukkan bahwa prototipe alat yang dibuat telah sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan (Sugandi dkk, 2018). Kinerja alat diuji dengan melakukan penyinaran terhadap sample kain yang telah diwarnai dengan zat warna indigosol. Indikator keberhasilan pengujian adalah (1) meja dapat

digunakan untuk proses colet; (2) alat mampu bergerak sesuai dengan kendali yang ditentukan; (3) keberhasilan pra-oksidasi yaitu warna muncul/bangkit setelah dilakukan penyinaran.

Meja terdiri dari rangka dan kaki meja. Rangka dan kaki dapat dilepas rakit agar mudah dipindahkan dan disimpan. Material *hollow* agar kuat. Begitu pula dengan *sliding rail frame* dan penampang lampu dapat dilepas rakit, terbuat dari alumunium yang kuat namun relatif ringan, sehingga tidak berat apabila dipindahkan. Rangka meja diberi tali sebagai penjepit untuk merentangkan kain. Proses colet dapat dilakukan dengan memasang rangka dan kaki meja.

Gambar 5 menunjukkan proses uji coba kemampuan gerak dari meja colet ultraviolet yang dirancang, serta dilakukan penyinaran. Berdasarkan pengujian, lampu ultraviolet mampu bergerak bolak-balik pada *sliding rail frame* tanpa kendala sesuai dengan set up atau kendali yang ditentukan yaitu penyinaran sepanjang *frame* kain dan durasi penyinaran. **Gambar 6** menunjukkan hasil pengujian pra-oksidasi atau pembangkitan warna indigosol, yaitu warna berhasil muncul setelah penyinaran. Namun, durasi pra-oksidasi membutuhkan waktu yang cukup lama apabila dengan gerakan lampu bolak-balik, serta jenis warna mempengaruhi lama penyinaran.

Rancangan dan penerapan “teknologi” memberikan dampak positif seperti: keterlibatan jumlah tenaga kerja (Irhandayaningsih, 2017);

mempercepat proses (Irhandayaningsih, 2017; Susantiningrum, 2019; Qurrata dkk, 2020); meningkatkan kapasitas produksi (Qurrata dkk, 2020; Kudiya, 2021); meningkatkan kualitas hasil (Muzzazinah dkk, 2018, Kudiya, 2021), perbaikan postur kerja (Siswiyaningsih & Luthfianto, 2016; Irhandayaningsih, 2017; Nurfajriah & Arifati, 2017; Amalia dkk, 2021); dan peningkatan omset usaha (Susantiningrum, 2019; Kudiya, 2021).

Rancangan dan penerapan teknologi pada proses pewarnaan kain batik dengan UV memberikan dampak:

- a. Keterlibatan jumlah tenaga kerja. Proses pencoletan dapat dilakukan oleh satu orang atau lebih (lebih dari satu orang) tergantung pada jumlah pekerja yang akan digunakan, dengan kapasitas optimal agar pekerjaan nyaman adalah 4 orang. Proses penyinaran untuk pra-oksidasi tidak memerlukan tenaga kerja, karena proses penyinaran dilakukan secara otomatis. Namun proses pengendalian atau *setting* alat dapat dilakukan oleh satu orang.
- b. Mempercepat waktu proses pewarnaan. Waktu proses penyinaran dapat dilakukan dengan lebih cepat, terutama apabila cuaca di luar mendung atau hujan, karena alat yang dirancang tidak tergantung oleh kondisi cuaca. Otomasi gerakan mesin secara vertikal dan dapat diatur lama waktu penyinaran. Pada *control box* dibuat pengaturan waktu per 2 menit dan dapat mencapai 12 menit alat berjalan bolak-balik melintasi panjang *frame*. Lama proses penyinaran tergantung dari beberapa faktor, yakni ketebalan kain, ketinggian penyinaran, jenis warna. Pada beberapa warna yang diujikan yaitu pink dan orange memiliki lama waktu 4 menit, dengan jarak lampu 0,5 cm di atas kain.
- c. Peningkatan kapasitas produksi. Peningkatan kapasitas produksi terjadi signifikan pada musim penghujan. Dimana pada musim tersebut, kebanyakan pengrajin tidak dapat memproduksi batik dengan pewarna indigosol, hal ini membuat produksi berhenti, dan beralih dengan pewarnaan lainnya. Dengan menggunakan alat tersebut, produksi dengan pewarna indigosol tetap dapat dilakukan. Dapat digunakan untuk pewarnaan colet maupun celup untuk proses penyinaran.
- d. Perbaikan postur tenaga kerja. Dimensi antropometri sebagai acuan dalam ketinggian meja, sehingga proses pencoletan dari aspek ketinggian meja menjadi lebih nyaman. Posisi kerja yang direkomendasikan adalah posisi kerja duduk-berdiri. Posisi ini memiliki keunggulan biomekanis dimana tekanan pada tulang belakang dan pinggang lebih rendah dibandingkan dengan posisi duduk maupun berdiri terus-menerus. Selain itu kerja pencoletan memerlukan aktivitas menjangkau lebih dari 40 cm ke depan, yaitu memberikan pewarnaan pada bagian tengah kain. Data antropometri panjang lengan rata-rata 66,94 cm dengan nilai P5 yaitu 61,38 cm, sedangkan lebar meja colet 125 cm. Jangkauan maksimum dengan posisi duduk-berdiri yakni 61,38 cm + 40 cm yaitu 100,38 cm. Agar posisi kerja lebih nyaman, maka pekerja disarankan untuk mencolet dari arah yang berhadapan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, pengembangan alat bantu set meja colet dengan komponen kaki meja yang dapat dilepas-rakit, rangka meja untuk perentangan kain, lampu ultraviolet untuk pra-oksidasi pembangkitan zat warna indigosol serta ketinggian lampu dengan permukaan kain dapat diatur ketinggiannya. Hasil pengujian membuktikan bahwa warna indigosol mampu muncul/bangkit setelah dilakukan penyinaran, dengan durasi waktu yang berbeda-beda. Pengaturan ketinggian lampu dengan permukaan kain juga dapat mempengaruhi waktu penyinaran. Kain dapat dibentangkan pada rangka meja dengan bantuan tali pengikat, namun peregang kain belum optimal jika menggunakan kain berukuran kecil. Secara keseluruhan meja colet nyaman digunakan karena penyesuaian antropometri pekerja dan pedoman kerja duduk-berdiri.

5. Saran

Berdasarkan hasil pengembangan alat bantu untuk pewarnaan batik menggunakan teknologi ultraviolet, secara keseluruhan fungsi meja dapat dioperasikan dengan baik. Namun, terdapat peluang pengembangan yang dapat digunakan dalam penelitian berikutnya, yakni dalam kaitan mempercepat proses pembangkitan warna, serta penjepitan kain agar kain mampu meregang dengan lebih baik, serta uji kualitas warna yang dihasilkan. Penelitian usability meja maupun implementasi dapat dilakukan di beberapa UKM batik sehingga hasil pengujian lebih akurat.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Dian Nuswantoro Semarang atas pendanaan Penelitian Terapan Perguruan Tinggi dengan nomor kontrak 100/A.38-04/UDN-09/XI/2022. Terima kasih juga disampaikan kepada UKM Rumah Kreatif De Suket sebagai mitra dalam melakukan riset dari identifikasi kebutuhan hingga uji coba implementasi alat.

7. Daftar Pustaka

- Afiah, I. N., Dahlan, M., Ahmad, A., Sakti, A. Y. (2020). Ergonomic Evaluation of Study Desks And Chairs Using Anthropometry And Biomechanical Approach At An-Nuriyah Islamic Boarding School Bontocini Jeneponto Regency. *Journal of Industrial Engineering Management*, 5(2), 93-105. <https://doi.org/10.33536/jiem.v5i2.727>.
- Agnes Timar-Balazsy and Dinah Eastop, (2012). *Chemical Principles of Textile Conservation*. London Routledge.
- Amalia, A. & Tjahyono, R. (2021). Penggunaan Teknologi Tepat Guna Meja Colet Batik di Rumah Kreatif De Suket. *Abdimasku : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 339-346. <https://doi.org/10.33633/ja.v4i3.328>.
- Amalia, A., Tjahyono, R., Jazuli, J., & Syamwil, R. (2021). Work Posture Evaluation on Ergonomic "Colet" Workbench Design in Batik Coloring

- Process using Rapid Entire Body Assessment and Nordic Body Map. *OPSI*, 14(2), 136-145. <https://doi.org/10.31315/opsi.v14i2.5302>
- Andriyanti, W., Darsono, D., Nuraini, E., Indrayani, L., & Triwiswara, M. (2020). Aplikasi Teknologi Mesin Berkas Elektron Pada Proses Pewarnaan Batik Katun Dengan Pewarna Alami Menggunakan Metode Curing. *GANENDRA Majalah IPTEK Nuklir*, 23(1), 39-46. <https://doi.org/10.17146/gnd.2020.23.1.5860>
- Antana, A. E. (2016). Canting Listrik Sederhana. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 27(1), 1-8. <https://doi.org/10.22322/dkb.v27i1.1126>
- Eder, W. E. (2013). Conceptualize-Design Enhancement of Systematic Design Engineering Method. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA)*. <https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.4865>
- Eladly, A. M., Abou-Ali, M. G., Sheta, A. M., & EL-Ghlomy, S. H. (2020). A Flexible Ergonomic Redesign of The Sewing Machine Workstation. *Research Journal of Textile and Apparel*, 24(3), 245-265. <https://doi.org/10.1108/RJTA-10-2019-0050>
- Fitrahudin, R., & Sudiarso, A. (2017). Perancangan Canting Batik Dan Mekanisme Penggantian Otomatis Canting Batik Tulis Pada Mesin CNC. *Seminar Nasional – XVI Rekayasa Dan Aplikasi Teknik Mesin Di Industri Kampus ITENAS – Bandung*, ISSN 1693-. Bandung, Indonesia.
- Hidayat, S. R., Affanti, T. B., Josef, A. I., & Nurcahyanti, D. (2021, November). Batik stamp canting made of wastepaper material as a frugal innovation in batik. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 905, No. 1, p. 012125). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/905/1/012125>
- Irhandayaningsih, A. (2017). Pengaruh Penggunaan Teknologi Tepat Guna dalam Meningkatkan Produktivitas UKM Batik Tulis di Kampung Batik Kauman Kota Pekalongan. *Anuva: Jurnal Kajian Budaya, Perpustakaan, dan Informasi*, 1(1), 11-18. <https://doi.org/10.14710/anuva.1.1.11-18>
- Kartini, Syamwil, R., & Wahyuningsih, U. (2020). Inovasi Canting Cap Batik (Cantik) Dari Kaleng Bekas. *Fashion and Fashion Education Journal*, 9(1).
- Kudiya, K., Hendriyana, H., & Budi, E. M. (2021). Akselerasi Produksi Kain Batik di Musim Penghujan dengan Menggunakan Mesin Fotonik. *Panggung*, 31(2). <https://doi.org/10.26742/panggung.v31i2.1575>
- Martino, D., Lestari, A. P., Handayani, L., Zulkarnain, Rustan, & Aira, D. M. F. (2020). Penerapan Konsep Transfer Panas pada Pengembangan Teknologi Tepat Guna (TTG) Canting Batik Elektrik. *SAINTIFIK*, 7(1), 21-25. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v7i1.274>
- Moyoretno, B. (2011). Rancang Bangun Canting Batik Listrik. *Jurnal Dinamika Kerajinan Dan Batik*, 29, 15-30.
- Muzzazinah, M., Kristiandi, K., & Nurmiyati, N. (2018). Peningkatan Kualitas Pewarna Indigo Melalui Inovasi Teknologi Tepat Guna Pada UKM Tom Batik. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, 1, 682-695.
- Nurfajriah, R. A. (2017). Perancangan Alat Pencelupan Kain Batik yang Ergonomis di Sentra Batik Bogor Tradisiku. *Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada*, November, 102-110.
- Ore, F., Jiménez Sánchez, J. L., Wiktorsson, M., & Hanson, L. (2020). Design Method of Human-Industrial Robot Collaborative Workstation with Industrial Application. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(9), 911-924. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1815844>
- Pahl, Beitz Konstruktionslehre. (2021). In *Pahl/Beitz Konstruktionslehre*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57303-7>
- Prabowo, R. A., & Marwati, S. (2020). Visualisasi Tiga Dimensional Motif Batik Pada Media Kayu. *Acintya Jurnal Penelitian Seni Budaya*, 12(1). <https://doi.org/10.33153/acy.v12i1.3149>
- Prima, A. R. (2016). Robot dan Masa Depan. *Engineer Weekly*, 03 (Masa Depan Teknologi Robot), 8.
- Puryani, P., Nafisah, L., Kanan, M. S. A., & Ridiasa, P. (2018). Perancangan Alat Pelorot Malam/ Lilin Menggunakan Metode Pahl and Beitz. *Tekinfor: Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi*, 7(1), 12-18. <https://doi.org/10.31001/tekinfor.v7i1.364>
- Qurrata, V. A., Yusida, E., Sudjatmiko, S., & Fajar, L. (2020). Teknologi Desain Alat Pencelupan Pewarnaan di UKM Batik Dewandaru di Kecamatan Wonosari Kabupaten Malang. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 5(3), 228-238. <https://doi.org/10.26905/abdimas.v5i3.4977>
- Raharjo, S., Kurniawan, E., & Nurcahya, E. D. (2018). Sistem Otomatisasi Fotosintesis Buatan Pada Aquascape Berbasis Arduino. *KOMPUTEK*, 2(1), 39-49. <https://doi.org/10.24269/jkt.v2i1.66>
- Sharifah, I. S. S., Nurul, A. T. B. S. T., & Khairusshima, M. K. N. (2017). Thermal Modelling and Analysis of Batik Canting Design. *Procedia Engineering*, 184, 326-333. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.102>
- Siswiyanti, S., & Luthfianto, S. (2016). Perubahan Postur/Sikap Tubuh Pada Aktivitas Pewarnaan Batik (Colet) Setelah Dilakukan Perancangan Meja Batik Secara Ergonomi Untuk Mengurangi Keluhan. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 5(1), 54-58. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v5i1.1913.54-58>

- Soeryanto, S. M., Chaeron, M., & Wibawa, T. (2016). Perancangan Alat Bantu Proses Pembuatan Batik Sarita. *OPSI*, 9(2), 119-126. <https://doi.org/10.31315/opsi.v9i2.2329>
- Sugandi, W. K., Yusuf, A., & Sofyan, A. (2018). Rancang Bangun Alat Pencetak Opak Prototipe TEP-01. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 7(1), 51-62. <https://doi.org/10.23960/jtep-1.v7i1.51-62>
- Suharman, S., Nugroho, M., Asha, M. W. M., & Murti, H. W. (2018). Inovasi, Teknologi dan Peningkatan Daya Saing Industri. *Prosiding Seminar Nasional I Hasil Litbangyasa Industri*, 1(1), 137-148. Palembang, Indonesia
- Suharto, S., Suryanto, S., Priyo, V. T., Sarana, S., Hermawan, I., & Suwondo, A. (2014). Bahan alternatif pembuatan canting batik cap (CBC). *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Sukaya, Y., Eskak, E., & Salma, I. in R. (2018). Penambahan Nilai Guna Pada Kreasi Baru Produk Boneka Batik Kayu Krebet Bantul. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 35(1), 15-24. <https://doi.org/10.22322/dkb.v35i1.3826>.
- Susantiningrum, S., Kristiandi, K., & Rapih, S. (2019). Pendampingan Pendirian UKM Elang Jawa Melalui Mesin Pewarnaan Batik dan HKI. *Jurnal Kewirausahaan dan Bisnis*, 24(13), 19. <https://doi.org/10.20961/jkb.v24i13.25374>
- Thobarsi, A. M., Ernawati, D., & Tranggono, T. (2020). Perancangan Produk Multifunction Box yang Ergonomis Dengan Menggunakan Metode Pahl & Beitz. *JUMINTEN*, 1(5), 1-12. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i5.162>
- Widagdo, J. (2018). Cara Membatik Kayu Jati. *SULUH: Jurnal Seni Desain Budaya*, 1(2), 234-242.
- Windiyasari, V. S., & Candra, M. A. (2021). Prototipe Sistem Otomatis Lampu Ultraviolet-B Pada Kandang Burung Dengan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Algoritma, Logika dan Komputasi*, 3(2). <https://doi.org/10.30813/j-alu.v3i2.2479>.