

## Pengembangan Canting Batik Cap Modular untuk Produksi Batik Berkelanjutan

Andri Nur Cahyo<sup>1\*</sup>, Mursidah<sup>1</sup>, Intan Pratiwi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kriya Batik, Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital, ITSNU Pekalongan

<sup>2</sup> Teknik Industri, Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital, ITSNU Pekalongan

**Abstract.** *The national batik industry faces challenges in increasing production efficiency without sacrificing traditional values and environmental sustainability. One of the current challenges lies in the limited flexibility of conventional canting cap tools in accommodating diverse motif variations, which may affect production efficiency and material utilization. This research aims to develop a canting cap based on a modular design that allows batik artisans to arrange, replace, and combine stamp elements as needed. The research method uses a Research and Development (R&D) approach with a design thinking and participatory design model. The process includes problem identification, prototype design, testing, and evaluation with batik artisans. The research results produced a prototype of a modular canting cap made from recycled duplex paper with three mechanism configurations: modular Mechanical interlocking, modular light magnetic locking, and modular strong magnetic locking. The strong magnetic locking configuration proved to be the most ideal because it is stable, precise, and supports the principle of zero waste. This innovation contributes to production efficiency, waste reduction, and supports the transformation of batik into a sustainable creative industry.*

**Keywords:** *Batik, Canting Cap, Modular Design, Sustainable, Zero Waste*

**Abstrak.** Industri batik nasional menghadapi tantangan dalam meningkatkan efisiensi produksi tanpa mengorbankan nilai tradisi dan keberlanjutan lingkungan. Salah satu tantangan yang dihadapi adalah keterbatasan fleksibilitas canting batik cap konvensional dalam mengakomodasi variasi motif, yang berdampak pada efisiensi produksi dan pemanfaatan material. Penelitian ini bertujuan mengembangkan canting batik cap berbasis desain modular yang memungkinkan pengrajin batik menyusun, mengganti, dan menggabungkan elemen cap sesuai kebutuhan. Metode penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model design thinking dan participatory design. Proses meliputi identifikasi masalah, perancangan prototipe, pengujian, dan evaluasi bersama pengrajin batik. Hasil penelitian menghasilkan prototipe canting batik cap modular berbahan kertas duplex daur ulang dengan tiga konfigurasi mekanisme: modular Mechanical interlocking, modular light magnetic locking, dan modular strong magnetic locking. Konfigurasi strong magnetic locking terbukti paling ideal karena stabil, presisi, dan mendukung prinsip zero waste. Inovasi ini berkontribusi dalam efisiensi produksi, pengurangan limbah, dan mendukung transformasi batik ke arah industri kreatif berkelanjutan.

**Keywords:** *Batik, Berkelanjutan, Canting Cap, Desain Modular, Zero Waste*

---

### PENDAHULUAN

Batik sebagai warisan budaya Indonesia yang telah diakui UNESCO mengandung nilai estetika tinggi dan kearifan lokal yang mendalam [1]. Batik Nusantara memiliki kekayaan yang luar biasa dalam ragam jenis proses pembuatannya, mencerminkan keragaman

budaya dan tradisi di berbagai daerah di Indonesia. Setiap daerah memiliki ciri khas teknik tersendiri [2]. Batik tulis yang menonjolkan kehalusan goresan tangan, batik cap yang mengandalkan cetakan untuk efisiensi produksi, hingga batik kombinasi yang menggabungkan berbagai teknik dalam satu kain. Perbedaan dalam proses ini tidak hanya menciptakan variasi estetika, tetapi juga menunjukkan dinamika kreativitas dan adaptasi masyarakat dalam mempertahankan serta mengembangkan warisan budaya bangsa.

Seiring dengan perkembangan industri kreatif dan meningkatnya tuntutan pasar terhadap variasi desain, praktik produksi batik juga menghadapi tantangan adaptasi, khususnya dalam aspek efisiensi dan keberlanjutan. Tantangan ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan nilai-nilai tradisi, melainkan sebagai upaya untuk memperkuat relevansi batik dalam konteks produksi kontemporer. Oleh karena itu, diperlukan inovasi yang tetap menghormati nilai budaya, namun mampu menjawab kebutuhan efisiensi, fleksibilitas desain, dan pengelolaan material yang lebih baik.

Industri batik di Indonesia yang umumnya terdiri dari usaha kecil menengah, tidak memiliki kemampuan finansial untuk memasang peralatan pengolah limbah [3]. Proses pembuatan batik melibatkan penggunaan bahan-bahan seperti lilin/malam, pewarna, soda abu, dan zat-zat lain yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik [4]. Penggunaan bahan kimia dalam proses batik menghasilkan limbah cair yang mencemari air dan tanah, sementara limbah padat berupa lilin padat biasanya dikumpulkan dan dikubur di luar area produksi batik [5].

Pada proses produksinya pun, terutama batik cap, masih banyak ditemui kendala. Alat tradisional canting batik cap ini umumnya terbuat dari tembaga yang memiliki keterbatasan pada fleksibilitas produksi. Canting batik cap didesain sebagai satu kesatuan untuk motif tertentu, sehingga untuk setiap motif berbeda, dibutuhkan canting batik cap yang berbeda pula [6]. Desainnya bersifat statis dan tidak dapat diadaptasi untuk menghasilkan variasi motif. Keterbatasan ini memaksa pengrajin untuk memproduksi berbagai macam cap untuk setiap pola baru, sehingga meningkatkan biaya produksi dan menghasilkan limbah material yang berpotensi mencemari lingkungan [7]. Inefisiensi ini semakin diperparah oleh minimnya inovasi bahan dan alat produksi yang berkelanjutan dan praktik produksi yang belum mengadopsi prinsip *zero waste*.

Tujuan penelitian ini, penulis tertarik untuk mengembangkan alat produksi batik (canting cap) dengan konsep yang berkelanjutan dan prinsip *zero waste* sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi produksi batik cap. Salah satu pendekatannya adalah dengan menggunakan penerapan desain modular sebagai solusi permasalahan.

## **METODE**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk inovatif sekaligus menguji kelayakannya. Pendekatan ini dikombinasikan dengan model *design thinking* yang berfokus pada pemecahan masalah secara kreatif dan berpusat pada pengguna (*user-centered design*) [8]. Penelitian ini juga menerapkan pendekatan *participatory design*, yaitu melibatkan pengguna secara aktif dalam proses perancangan untuk memastikan kesesuaian solusi dengan kebutuhan nyata di lapangan [9].

Model *design thinking* diintegrasikan dalam proses R&D melalui lima tahap utama, yaitu *Empathize* (observasi dan wawancara responden), *Define* (analisis kebutuhan), *Ideate* (eksplorasi modular), *Prototype* (pembuatan 3 sistem canting modular), *Test* (uji performa). Tahap *empathize* dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara terhadap pengrajin batik. Tahap *define* menghasilkan identifikasi kebutuhan utama

berupa fleksibilitas motif dan efisiensi biaya produksi. Pada tahap *ideate*, dikembangkan beberapa alternatif konsep modular. Tahap *prototype* dilakukan dengan pembuatan tiga konfigurasi mekanisme. Tahap *test* dilakukan melalui simulasi pencapan dan evaluasi performa alat berdasarkan stabilitas, presisi, dan kemudahan penggunaan.

Pendekatan *participatory design* diterapkan dengan melibatkan pengrajin batik di wilayah Pekalongan, khususnya di Kampung Batik Gemah Sumilir sebagai partisipan dalam proses evaluasi *prototype*. Keterlibatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan praktis di lapangan. Pembuatan *prototype* awal berbahan kertas *duplex* daur ulang, dengan uji coba tiga konfigurasi modular (*Mechanical interlocking, light magnetic locking, strong magnetic locking*).

## STUDI PUSTAKA

### Batik dan Tantangan Produksi

Tradisi membatik telah ada di Pekalongan berkembang pesat sejak abad ke-19, yang secara luas dikenal sebagai Kota Batik hingga secara resmi diakui oleh UNESCO sebagai *Creative City of Crafts and Folk Arts* di tahun 2014. Hal tersebut dipengaruhi dengan keterbukaan kota Pekalongan terhadap pengaruh budaya global melalui jalur perdagangan [6]. Ciri khas batik Pekalongan adalah keragaman motifnya yang sangat dinamis, memadukan unsur tradisional dengan pengaruh Tiongkok, Arab, India, dan Belanda. Hal ini membuat batik Pekalongan menjadi representasi kosmopolitanisme yang mampu beradaptasi dengan perubahan zaman. Hingga kini, batik cap dan batik tulis Pekalongan masih menjadi penopang utama ekonomi kreatif masyarakat setempat, terutama di sentra-sentra produksi seperti Wiradesa, Buaran, Pesindhon, dan Kauman.

Namun, perkembangan tersebut tidak terlepas dari tantangan. Perajin batik Pekalongan, khususnya di sektor batik cap, menghadapi persaingan ketat dari industri tekstil modern yang lebih cepat dan murah. Di sisi lain, konsumen kini menuntut variasi motif yang lebih inovatif dan sesuai selera pasar global [7]. Tantangan inilah yang mendorong perlunya inovasi dalam alat dan teknik produksi batik cap, agar perajin tidak hanya mampu bertahan tetapi juga berkembang dengan menghadirkan produk yang kreatif, kompetitif, dan tetap menjaga identitas budaya lokal.



**Gambar 1.** Bentuk Canting Cap yang terbuat dari bahan tembaga. Sumber: Penulis

Hasil observasi dan wawancara terhadap para perajin batik cap di wilayah Pekalongan menunjukkan bahwa sebanyak 73% perajin menghadapi kendala pada keterbatasan variasi motif. Hal ini terutama disebabkan oleh jumlah canting cap yang mereka miliki relatif terbatas. Kondisi ini sejalan dengan temuan [10], yang menyebutkan bahwa diversifikasi motif batik sangat dipengaruhi oleh ketersediaan alat cap, karena motif yang dihasilkan bersifat repetitif dan bergantung pada pola dasar canting cap tersebut. Dengan demikian, perajin sering kali terjebak dalam pola produksi yang monoton, yang

pada akhirnya berdampak pada rendahnya inovasi produk batik di pasar.

Selain itu, para perajin menyatakan bahwa biaya pembuatan cangking cap baru relatif mahal, yaitu berkisar antara Rp 500.000 – Rp 1.000.000 per unit. Biaya tersebut cukup membebani perajin skala kecil dan menengah yang modal usahanya terbatas. Biaya investasi peralatan produksi menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi daya saing UMKM batik, terutama di daerah sentra seperti Pekalongan [11]. Dengan harga tersebut, perajin cenderung enggan untuk menambah koleksi cangking cap, meskipun sebenarnya ada kebutuhan mendesak untuk memperluas variasi desain.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa kebutuhan utama para perajin adalah alat cap yang lebih fleksibel, hemat biaya, dan mudah digunakan. Fleksibilitas ini dimaknai sebagai kemampuan satu set alat untuk menghasilkan lebih dari satu variasi motif, sehingga mengurangi kebutuhan investasi pada banyak cangking cap. Inovasi alat produksi yang bersifat modular atau multi-fungsi dapat secara signifikan menekan biaya produksi sekaligus meningkatkan kapasitas kreativitas perajin [12]. Dalam konteks penelitian ini, konsep cangking cap modular dapat menjadi solusi strategis, karena memungkinkan perajin untuk mengganti-ganti modul motif sesuai kebutuhan tanpa harus membuat cap baru secara keseluruhan.

Temuan lapangan ini semakin menegaskan bahwa aspek ekonomi dan kreativitas saling terkait erat dalam keberlangsungan industri batik cap. Keterbatasan alat akan membatasi ruang ekspresi desain, sementara biaya tinggi akan membatasi akses perajin untuk berinovasi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan desain alat yang tidak hanya memperhatikan aspek teknis, tetapi juga memperhitungkan daya jangkau ekonomi perajin. Keberlanjutan industri batik hanya dapat dicapai melalui integrasi inovasi teknologi, efisiensi biaya, dan pelestarian nilai tradisional batik [13].

### **Inovasi Alat Produksi Batik: Desain Modular**

Inovasi dalam alat produksi batik merupakan kebutuhan mendesak yang muncul dari keterbatasan alat konvensional, khususnya cangking cap. Alat ini pada dasarnya bersifat statis, hanya dapat digunakan untuk satu pola motif, sehingga setiap desain baru memerlukan pembuatan cap baru. Kondisi ini menimbulkan biaya produksi tinggi, konsumsi material tembaga berlebihan, dan akumulasi limbah yang berlawanan dengan semangat *zero waste*. Kehadiran konsep desain modular memberi peluang baru, yakni memungkinkan pengrajin menyusun berbagai variasi motif dengan satu rangka utama dan modul motif yang dapat ditukar-pasang. Dengan demikian, modularitas dapat menjadi jembatan antara kebutuhan efisiensi produksi dan tuntutan keberlanjutan lingkungan dalam industri batik [14].

Modularitas telah lama digunakan dalam industri kreatif, termasuk kriya dan fashion, sebagai strategi untuk meningkatkan fleksibilitas, efisiensi material, serta adaptasi terhadap perubahan tren pasar. Dalam produk kriya, modularitas memungkinkan terjadinya kombinasi ulang (*recombinability*) sehingga satu set modul dapat melahirkan keluaran desain yang beragam. Penerapan prinsip ini pada batik cap sangat relevan, sebab pengrajin dapat dengan mudah menukar elemen motif, mengurangi ketergantungan pada pembuatan alat baru, serta menekan biaya sekaligus limbah produksi.

Meskipun demikian, penerapan modularitas pada alat produksi batik memiliki tantangan teknis yang berbeda dari penerapannya di industri fashion atau produk kriya lainnya. Proses pencapan batik melibatkan malam cair panas yang bersifat lengket, tekanan mekanis dari tangan pengrajin, serta kebutuhan presisi tinggi pada detail motif. Sambungan modular harus mampu bertahan terhadap kondisi tersebut tanpa mengurangi kualitas cetakan. Berbagai inovasi sebelumnya, seperti cangking listrik untuk

batik tulis atau canting cap berbahan kertas daur ulang, memang memperlihatkan kreativitas dalam alat produksi, namun belum berhasil memberikan fleksibilitas motif yang memadai [15] [16]. Oleh karena itu, desain modular dengan sistem penguncian yang kuat dan tahan panas menjadi kunci keberhasilan inovasi ini.

Secara lebih luas, integrasi desain modular dalam alat produksi batik menunjukkan bahwa kriya tradisional dapat bergerak sejalan dengan dinamika industri kreatif kontemporer. Modularitas tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga membuka ruang bagi eksplorasi motif yang lebih kaya, mendukung keberlanjutan, dan memperkuat daya saing batik dalam pasar global. Dengan posisi ini, canting cap modular dapat menjadi model inovasi alat produksi kriya yang tidak hanya mengakar pada tradisi, tetapi juga relevan dengan isu-isu industri kreatif modern, yaitu efisiensi, adaptabilitas, dan keberlanjutan [17].

### **Prinsip Zero Waste dalam Industri Batik**

Prinsip *zero waste* pada dasarnya merupakan pendekatan untuk mengurangi limbah sejak tahap perancangan hingga produksi, sehingga setiap proses dirancang agar menghasilkan residu seminimal mungkin. Dalam industri batik, konsep ini sangat penting mengingat tingginya penggunaan bahan kimia sintetis, malam, serta material logam pada pembuatan canting cap. Proses batik tradisional kerap menghasilkan limbah cair dari zat pewarna, soda abu, hingga sisa fiksasi, sementara limbah padat berasal dari malam yang membeku maupun sisa tembaga pada produksi cap [18]. Jika tidak ditangani dengan baik, limbah-limbah ini dapat mencemari lingkungan sekitar, khususnya perairan dan tanah. Oleh karena itu, strategi *zero waste* perlu diintegrasikan sejak tahap awal perancangan alat produksi batik.

Penerapan *zero waste* pada batik cap dapat diwujudkan melalui desain alat yang lebih efisien, misalnya dengan meminimalkan kebutuhan pembuatan canting cap baru setiap kali motif berubah. Canting batik cap konvensional bersifat statis, sehingga pengrajin harus membuat banyak cap untuk memenuhi permintaan variasi motif. Kondisi ini bukan hanya menghabiskan material tembaga, tetapi juga meningkatkan limbah sisa produksi alat. Dengan pendekatan modular, satu rangka utama dapat digunakan berkali-kali, sementara hanya modul kecil yang diganti sesuai motif. Hal ini sejalan dengan prinsip *reduce* dan *reuse* dalam konsep *zero waste*, di mana material tidak terbuang sia-sia tetapi dimanfaatkan secara berulang [4]. Dari sisi produksi, penerapan *zero waste* juga berarti memperpanjang umur pakai alat.

Penerapan prinsip *zero waste* dalam industri batik bukan hanya soal teknis, tetapi juga terkait perubahan pola pikir (*mindset shift*) pengrajin. Selama ini, banyak pengrajin terbiasa dengan sistem konvensional yang menghasilkan banyak sisa bahan tanpa dipikirkan dampaknya. Melalui inovasi canting cap modular, pengrajin diajak untuk melihat bahwa produksi batik dapat tetap kreatif, variatif, dan ekonomis tanpa harus menghasilkan limbah berlebih. Hal ini sejalan dengan gagasan *sustainable craft*, di mana kriya tradisional bertransformasi menjadi lebih ramah lingkungan dan relevan dengan tuntutan industri kreatif modern [19].

### **PEMBAHASAN**

Penelitian ini mengembangkan canting cap modular berbahan limbah kertas sebagai alternatif dari tembaga. Pemilihan limbah kertas dilakukan untuk menegaskan prinsip *zero waste* sekaligus menurunkan biaya produksi, sehingga alat yang dihasilkan dapat diakses lebih luas oleh pengrajin batik kecil maupun pemula.

### **Proses Perancangan Prototipe Canting Batik Cap Modular**

Proses perancangan canting batik cap modular dalam penelitian ini mengadopsi

prinsip *design thinking* yang bersifat iteratif, sehingga setiap tahap tidak berdiri sendiri tetapi saling berhubungan dan memungkinkan adanya perbaikan berulang. Pendekatan ini dipilih karena mampu memadukan aspek teknis dan kreatif secara seimbang. Rangkaian tahapan dimulai dari identifikasi masalah dan kebutuhan di lapangan, dilanjutkan dengan eksplorasi ide desain modular, pemilihan material yang sesuai dengan prinsip keberlanjutan, perancangan dan pembuatan prototipe awal, hingga pengujian fungsional untuk menilai performa alat. Dengan alur tersebut, penelitian ini tidak hanya menghasilkan produk yang inovatif secara teknis, tetapi juga relevan dengan konteks sosial, budaya, dan lingkungan industri batik.

Dalam implementasinya, dikembangkan tiga konfigurasi mekanisme modular:

1. Sistem Modular *Mechanical Interlocking*
2. Sistem Modular *Light Magnetic Locking*
3. Sistem Modular *Strong Magnetic Locking*

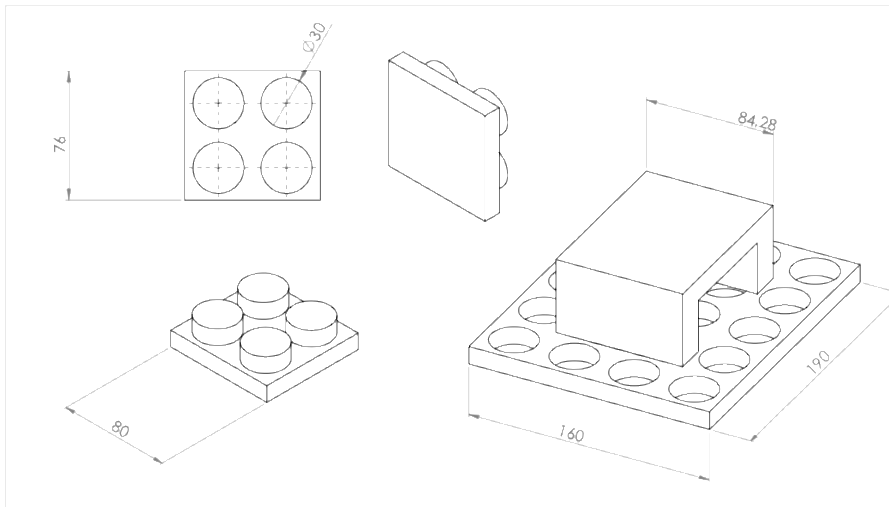
Tahap pembuatan prototipe diawali dengan mewujudkan konsep desain modular ke dalam bentuk nyata yang dapat diuji. Pada penelitian ini, proses dimulai dengan persiapan rancangan modul motif dan rangka dasar canting cap. Modul motif didesain menggunakan bentuk geometris sederhana agar mudah dipotong dari material kertas *duplex* daur ulang, sementara rangka dasar dipersiapkan sebagai wadah untuk menempelkan modul.



**Gambar 2.** Persiapan rancangan rangka dasar dan modul canting cap. Sumber: Penulis

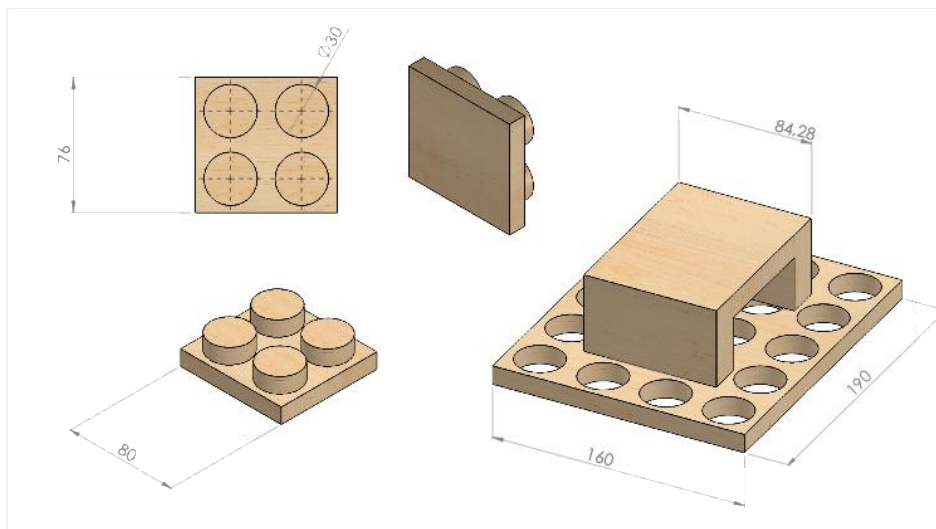
Pemotongan kertas duplex dilakukan dengan teknik *manual cutting* menggunakan cutter presisi dan *cutting* sederhana untuk mendapatkan bentuk modul yang konsisten. Hasil potongan modul kemudian dilapisi dengan lem. Rangka dasar canting cap diproduksi dari kombinasi kertas duplex berlapis plat kayu sebagai dasaran, agar stabil saat ditekan ke kain. Bagian pegangan (*handle*) dibuat dari kayu bekas, dipasang dengan sistem sambungan sederhana agar ergonomis dan ringan saat digunakan pengrajin. Selanjutnya, setiap modul dilengkapi dengan mekanisme penguncian sesuai konfigurasi yang direncanakan. Penjelasan lebih rinci dari setiap konfigurasi akan dibahas pada bagian-bagian berikutnya.

### Sistem Modular *Mechanical Interlocking*



**Gambar 3.** Sketsa rancangan sistem modular mechanical interlocking. Sumber: Penulis

Konfigurasi ini dirancang dengan prinsip *interlocking*, yakni menggunakan sistem tonjolan (*male joint*) dan cekungan (*female joint*) pada permukaan modul sehingga setiap bagian dapat saling mengunci ketika dipasang. Modul dibuat dari kombinasi plat kayu yang dilapisi kertas duplex dan kertas karton agar lebih tahan terhadap panas malam cair. Pada setiap modul, bagian tonjolan dan cekungan dipotong secara presisi menggunakan teknik *manual cutting* sederhana, sehingga antar-modul dapat disusun membentuk pola yang berkesinambungan.



**Gambar 4.** Blueprint rancangan sistem modular mechanical interlocking. Sumber: Penulis

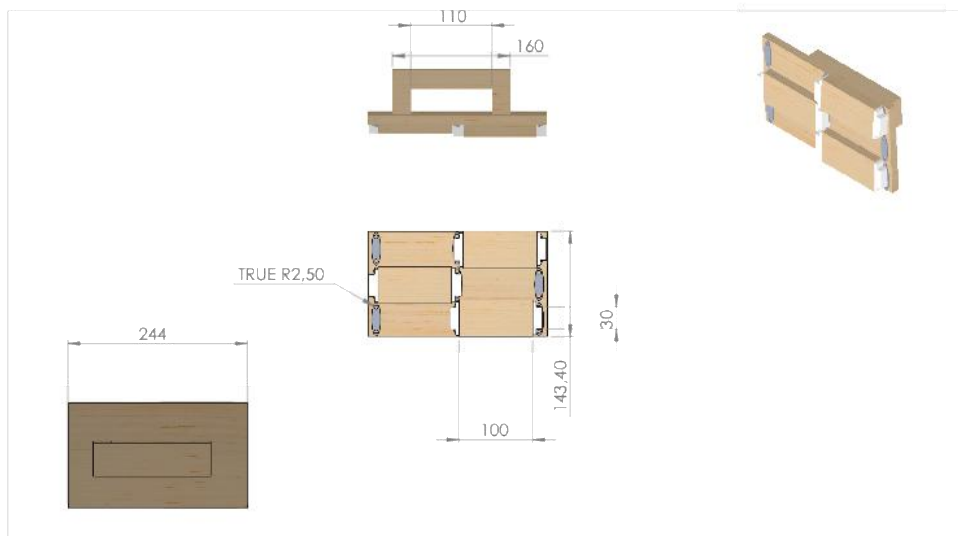
Tujuan utama penggunaan sistem ini adalah menciptakan mekanisme sambungan yang sederhana, murah, dan mudah diaplikasikan tanpa memerlukan komponen tambahan seperti magnet atau plat besi. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat memberikan pengalaman intuitif bagi pengrajin, sebab prinsip kerjanya menyerupai permainan *Mechanical* yang sudah akrab dalam keseharian. Dengan cara ini, modul motif dapat dilepas-pasang sesuai kebutuhan variasi desain batik.



**Gambar 5.** Prototipe rancangan sistem *modular mechanical interlocking*. Sumber: Penulis

Namun, dalam praktik uji coba, sistem *interlocking* memiliki keterbatasan. Sambungan tonjolan dan cekungan cenderung tidak mengunci secara sempurna, sehingga menyebabkan modul mudah longgar atau terlepas. Ketahanan sambungan berkurang setelah digunakan beberapa kali. Walaupun begitu, konfigurasi ini tetap memberikan kontribusi penting sebagai *proof of concept* bahwa sistem kunci mekanis sederhana dapat digunakan pada desain cangking batik cap modular.

### Sistem Modular *Light Magnetic Locking*

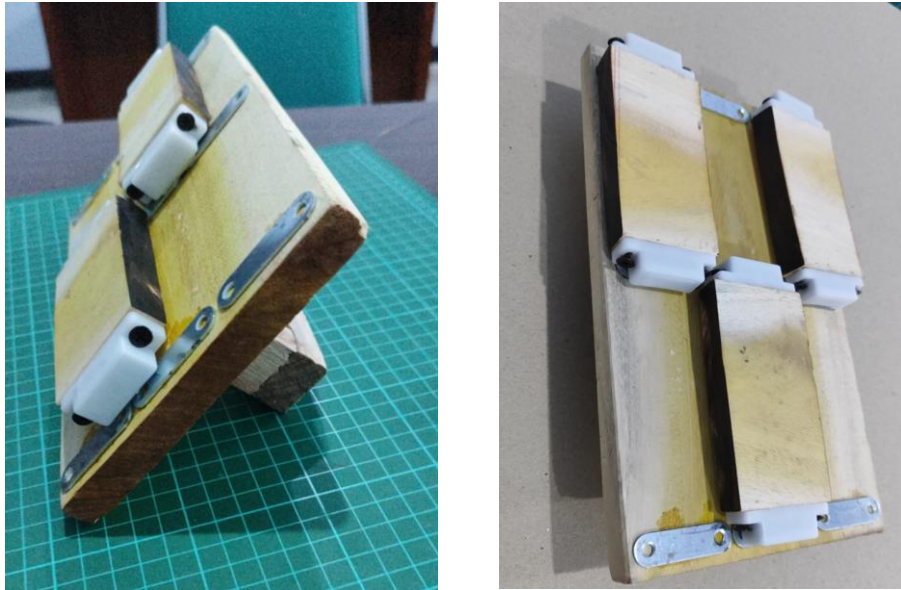


**Gambar 6.** *Blueprint* rancangan sistem *modular light magnetic locking*. Sumber: Penulis

Konfigurasi ini memanfaatkan prinsip gaya tarik magnetis sebagai mekanisme penguncian modul. Modul dibuat dari kombinasi plat kayu yang dilapisi kertas duplex dan kertas karton agar lebih tahan terhadap panas malam. Pada setiap modul ditempelkan magnet neodmium berukuran kecil (panjang  $\pm 4-5$  cm), sedangkan rangka dasar cangking dilengkapi dengan lapisan plat besi tipis sebagai permukaan penempel. Dengan demikian, ketika modul didekatkan ke rangka, gaya tarik magnet akan merekatkan modul secara cepat dan relatif stabil.

Konfigurasi ini memanfaatkan prinsip gaya tarik magnetis sebagai mekanisme penguncian modul. Modul dibuat dari kombinasi plat kayu yang dilapisi kertas duplex dan kertas karton agar lebih tahan terhadap panas malam. Pada setiap modul

ditempelkan magnet neodmium berukuran kecil (panjang  $\pm$  4-5 cm), sedangkan rangka dasar canting dilengkapi dengan lapisan plat besi tipis sebagai permukaan penempel. Dengan demikian, ketika modul didekatkan ke rangka, gaya tarik magnet akan merekatkan modul secara cepat dan relatif stabil.

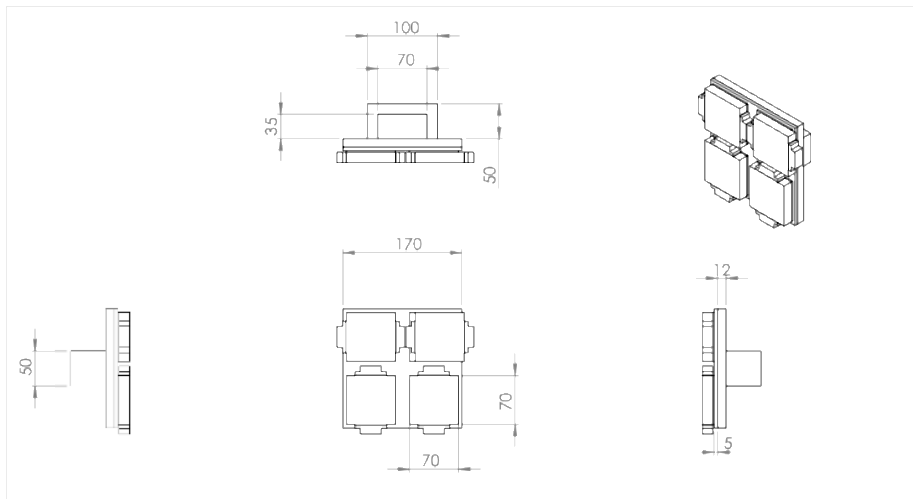


**Gambar 7.** Prototipe rancangan sistem *modular light magnetic locking*. Sumber: Penulis

Namun, hasil uji coba menunjukkan adanya keterbatasan. Magnet kecil memiliki daya rekat yang terbatas, sehingga pada penggunaan intensif, terutama saat modul terkena panas malam berulang kali, kekuatan magnet berkurang. Hal ini membuat modul berpotensi sedikit bergeser saat proses pencapan, yang dapat memengaruhi ketepatan hasil motif. Selain itu, ukuran magnet yang kecil membuat area rekat terbatas, sehingga modul dengan permukaan cap yang lebih besar kurang stabil.

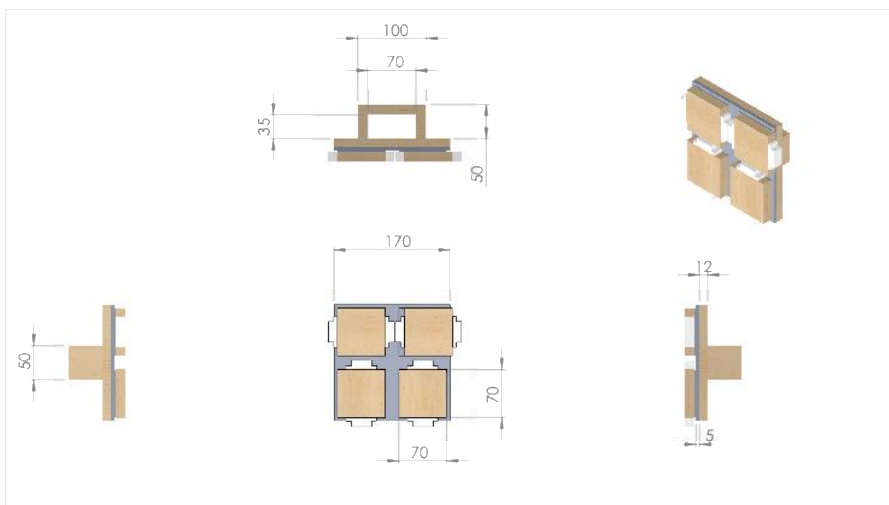
Dari sisi keberlanjutan, konfigurasi ini tetap mendukung prinsip *zero waste* karena modul yang berbahan kertas dapat diproduksi dari material daur ulang, dan magnet kecil relatif hemat energi serta material dibandingkan sistem penguncian mekanis berbasis logam penuh. Dengan daya bongkar pasang yang cepat, sistem ini memberi keleluasaan bagi pengrajin untuk bereksperimen dalam variasi motif tanpa harus menambah jumlah cap baru.

## Sistem Modular *Strong Magnetic Locking*



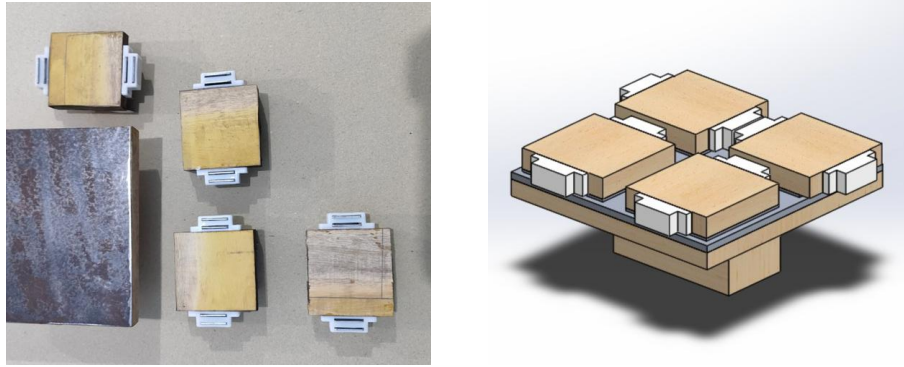
**Gambar 8.** Sketsa rancangan sistem *modular strong magnetic locking*. Sumber: Penulis

Konfigurasi ini merupakan pengembangan dari sistem magnetis mikro, namun dengan menggunakan magnet neodmium berukuran kecil (panjang  $\pm 4-5$  cm), dan plat besi yang lebih lebar sebagai permukaan perekat. Modul dibuat dari kombinasi plat kayu yang dilapisi kertas duplex dan kertas karton agar lebih tahan terhadap panas malam. Plat besi yang berukuran besar ditempel pada bagian belakang rangka dasar, dengan luas permukaan dan daya tarik magnet yang lebih besar, sistem ini menghasilkan kunci yang lebih kuat dan stabil dibanding konfigurasi sebelumnya.



**Gambar 9.** Sketsa rancangan sistem *modular strong magnetic locking*. Sumber: Penulis

Tujuan utama dari konfigurasi ini adalah memberikan kestabilan maksimal selama proses pencapan, terutama untuk modul motif yang lebih besar atau kompleks. Saat diuji, modul tetap menempel dengan kokoh meskipun mengalami tekanan berulang dari proses pencapan maupun paparan panas malam cair. Kestabilan ini memungkinkan hasil cap lebih konsisten, presisi, dan minim pergeseran modul. Dengan demikian, sistem magnet makro lebih cocok untuk produksi batik skala menengah hingga besar, di mana konsistensi dan kekuatan alat menjadi faktor penting.



**Gambar 10.** Prototipe rancangan sistem *modular strong magnetic locking*. Sumber: Penulis

Namun, penggunaan magnet berukuran besar dan plat besi tebal menambah bobot keseluruhan alat. Hal ini membuat pengrajin membutuhkan tenaga ekstra ketika melakukan pencapan berulang, terutama pada area motif luas. Dari sisi biaya, magnet besar juga relatif lebih mahal dibanding magnet kecil. Meski demikian, nilai tambah berupa kekuatan kunci dan umur pakai yang lebih lama menjadikan konfigurasi ini tetap efisien dalam jangka panjang.



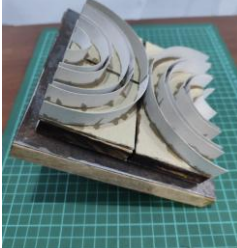
Dari perspektif keberlanjutan, sistem ini mendukung prinsip *zero waste* dengan dua lapisan kontribusi. Pertama, modularitas mengurangi kebutuhan pembuatan cap baru untuk setiap motif, sehingga menghemat material. Kedua, penggunaan kertas duplex daur ulang pada modul semakin memperkuat aspek ramah lingkungan. Berikut tabel hasil pengujian performa tiap konfigurasi:

**Tabel 1.** Perbandingan hasil performa tiap konfigurasi canting cap modular

Konfigurasi Sistem	Kelebihan	Kekurangan	Kelayakan
Modular <i>Mechanical Interlocking</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Murah dan mudah dibuat</li> <li>100% kertas daur ulang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kunci lemah</li> <li>Mudah terlepas saat kena panas malam</li> </ul>	Rendah
Modular <i>Light Magnetic Locking</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modul ringan</li> <li>Bongkar pasang cepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Magnet melemah setelah penggunaan intensif</li> <li>Daya rekat terbatas untuk motif besar</li> </ul>	Sedang
Modular <i>Strong Magnetic Locking</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekatan kuat</li> <li>Stabil pada motif kompleks</li> <li>Lebih tahan lama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bobot lebih berat</li> <li>Biaya magnet lebih tinggi</li> </ul>	Tinggi

Salah satu kontribusi penting dari pengembangan canting batik cap modular dalam penelitian ini adalah kemampuannya dalam meningkatkan fleksibilitas desain motif batik. Jika dibandingkan dengan canting batik cap konvensional, perbedaan utama terletak pada fleksibilitas desain motif. Canting batik cap konvensional hanya menghasilkan satu pola tetap untuk setiap unit alat, sehingga variasi motif sangat bergantung pada jumlah cap yang dimiliki. Sebaliknya, canting batik cap modular memungkinkan satu set modul untuk dikombinasikan menjadi berbagai variasi pola, sehingga satu alat dapat menghasilkan lebih dari satu motif.

**Tabel 2.** Perbandingan motif canting batik cap konvensional dengan cap modular.

Canting Batik Cap Konvensional	Canting Batik Cap Modular	
		
1 Canting, 1 Desain Motif	1 Canting, 4 Desain Motif	

Melalui pendekatan modular, motif tidak lagi bersifat statis, melainkan dapat disusun ulang melalui kombinasi berbagai modul yang tersedia. Hasil uji coba menunjukkan bahwa satu set modul dapat menghasilkan empat variasi pola berbeda, baik melalui perubahan susunan, rotasi, maupun pengulangan modul tertentu. Hal ini membuka peluang eksplorasi desain yang lebih luas tanpa memerlukan pembuatan canting batik cap baru secara keseluruhan. Modularitas memungkinkan terjadinya diversifikasi motif secara lebih dinamis.

Pengujian fungsional dilakukan melalui simulasi proses pencapan pada permukaan kain menggunakan malam cair. Hasil uji menunjukkan bahwa konfigurasi *strong magnetic locking* mampu menghasilkan motif yang relatif konsisten dan presisi, dengan tingkat pergeseran modul yang minimal. Sementara itu, konfigurasi *light magnetic locking* menunjukkan sedikit pergeseran pada beberapa bagian motif, dan sistem *mechanical interlocking* menghasilkan ketidakteraturan pola akibat lemahnya kunci modul.



**Gambar 11.** Proses pengujian canting cap modular (*strong magnet*) dalam proses pembatikan. Sumber: Penulis



**Gambar 13.** Hasil pengujian canting cap modular (*strong magnet*) dalam proses pematikan. Sumber: Penulis

Inovasi ini memiliki dua lapisan keberlanjutan: (1) *reduce* material logam tembaga, dan (2) *reuse/recycle* limbah kertas menjadi produk fungsional. Modularitas yang memungkinkan variasi motif tanpa membuat banyak cap baru, penggunaan limbah kertas, berkontribusi langsung pada pengurangan limbah padat non-organik di lingkungan. Secara teknis, modul berbahan kertas memiliki tantangan berupa ketahanan terhadap panas malam. Kekuatan kunci magnet jauh lebih efektif dibanding sistem *mechanical* karena lebih stabil menghadapi suhu panas.

Dari perspektif ergonomi, pengrajin menilai modul berbahan kertas lebih ringan dibanding cap tembaga, sehingga mengurangi kelelahan saat proses mencetak berulang. Walaupun daya tahan tidak sekuat logam, kemudahan bongkar pasang dan biaya yang rendah membuat cap kertas modular sangat cocok digunakan untuk produksi skala kecil, eksperimen motif, dan kebutuhan edukasi batik.

Secara keseluruhan, canting cap modular berbahan limbah kertas dengan sistem magnet-plat besi besar adalah konfigurasi paling ideal. Alat ini tidak hanya fleksibel dan kuat, tetapi juga konsisten dengan prinsip *zero waste*. Inovasi ini dapat memperkuat posisi batik sebagai produk kriya tradisional yang adaptif, kreatif, dan ramah lingkungan di era industri kreatif kontemporer.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan temuan bahwa penerapan desain modular pada canting batik cap secara signifikan meningkatkan fleksibilitas variasi motif tanpa memerlukan pembuatan alat baru secara keseluruhan. Dari tiga konfigurasi yang diuji, sistem *strong magnetic locking* menunjukkan performa terbaik dalam hal stabilitas, presisi, dan konsistensi hasil pencapan pada kain. Sistem ini mampu memberikan kestabilan, presisi tinggi, dan konsistensi hasil cap meskipun memiliki kelemahan berupa bobot yang lebih berat serta biaya produksi magnet yang lebih tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa aspek fungsional dan keberlanjutan harus berjalan seimbang dalam pengembangan alat produksi batik.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengembangan konsep canting cap

modular sebagai inovasi alat produksi batik yang mengintegrasikan aspek fleksibilitas desain, efisiensi material, dan prinsip keberlanjutan. Berbeda dengan canting cap konvensional yang bersifat statis, penerapan desain modular memberikan dampak terhadap pengembangan motif batik, di mana satu set canting cap dapat menghasilkan variasi pola yang lebih beragam melalui kombinasi dan konfigurasi ulang modul, sehingga meningkatkan fleksibilitas desain. Hal ini tidak hanya mengurangi penggunaan material logam tembaga, tetapi juga membuka peluang pemanfaatan limbah kertas sebagai bahan baku alternatif. Dengan demikian, penelitian ini sejalan dengan gagasan *circular economy* di mana limbah dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk bernilai guna.

Inovasi canting batik cap modular berpotensi besar mendorong transformasi industri batik ke arah yang lebih efisien, adaptif, dan berkelanjutan. Penerapan desain modular dapat memperkaya kreativitas motif, menekan biaya produksi, serta mengurangi limbah. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi alat produksi berbasis modular tidak hanya berpotensi meningkatkan efisiensi ekonomi bagi pengrajin, tetapi juga mendukung penerapan prinsip *zero waste* melalui pengurangan kebutuhan material baru dan optimalisasi penggunaan sumber daya. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada skala pengujian yang masih terbatas serta penggunaan material. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada pengembangan material yang lebih durabel serta pengujian dalam skala produksi yang lebih luas, disertai analisis kuantitatif terkait efisiensi biaya, umur pakai alat, dan dampak lingkungan secara komprehensif. Canting cap modular dapat menjadi model inovasi dalam pengembangan kriya batik yang relevan dengan tuntutan industri kreatif kontemporer.

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan melalui skema penelitian yang memungkinkan penelitian ini terlaksana. Penelitian ini didanai melalui program hibah dari Kemendiktisaintek untuk skema Penelitian Dosen Pemula dengan nomor Kontrak Induk 127/C3/DT.04.00/PL/2025, dan nomor Kontrak Turunan 071/LL6/PL/AL.04/2025, 05.06/071/LL6/PL/AL.04/LPPM/2025.

Apresiasi juga disampaikan kepada Program Studi Kriya Batik, Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital ITSNU Pekalongan, serta para rekan dosen, mahasiswa, dan mitra pengrajin batik yang telah berkontribusi dalam proses eksplorasi dan pengujian material serat alam.

Ucapan terima kasih khusus diberikan kepada komunitas pengrajin lokal terutama Komunitas Kampung Batik Gemah Sumilir dan semua pihak yang telah membantu, sehingga penelitian ini dapat menghasilkan prototipe batik berkelanjutan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] O. K. K. Dewi. *Mengenal Batik sebagai Warisan Budaya Indonesia*. Surabaya: Jepe Press Media Utama, 2020.
- [2] A. Musman, and A. B. Arini, *Batik: Warisan Adiluhung Nusantara*. Yogyakarta: G-Media, 2011.
- [3] F. A. Phang, A. N. Roslan, Z. A. Zakaria ZA, M. A. A. Zaini, J. Pusppanathan, and C. A. Talib, "Environmental Awareness in Batik Making Process," *Sustainability*, vol. 14, no. 10, pp. 6094, 2022. doi: [10.3390/su14106094](https://doi.org/10.3390/su14106094)

- [4] K. Kudiya, Z. Widadi, A. P. Sukrowinarso, A. Syukur, Maghfiroh, B. W. Ikaningtyas, D. Ardiyanto, and D. Kusumaatmaja, *Mengenal Industri Batik Ramah Lingkungan*. Jakarta: Direktorat Jendral Industri Kecil, Menengah dan Aneka, 2023.
- [5] J. Hatammimi, and A. A. Gunawan, "Sustainable Development of Batik Industry: A Literature Review," *Preprints*, 2023. [10.20944/preprints202307.0416.v1](https://doi.org/10.20944/preprints202307.0416.v1).
- [6] A. Kusrianto, *Batik: Filosofi, Motif, dan Kegunaan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2013.
- [7] A. Damais, *The Beauty of Pekalongan Batik*. Jakarta: Ministry of Tourism dan Creative Economy, Republic of Indonesia. 2013.
- [8] P. Wacnik, S.R. Daly, and A. Verma, "Participatory Design: a Systematic Review and Insights for Future Practice". *Design Science*, vol. 11, no. e21, 2025. doi: [10.1017/dsj.2025.10009](https://doi.org/10.1017/dsj.2025.10009).
- [9] J. Auernhammer, and B. Roth, "What Is Design Thinking?" In: *Design Thinking Research. Understanding Innovation*, edited by C. Meinel, L. Leifer, Springer; 2023. doi: [10.13140/RG.2.2.17861.22243](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17861.22243).
- [10] K. Kudiya, H. Husen, and E. M. Budi, "Akselerasi Produksi Kain Batik di Musim Penghujan dengan Menggunakan Mesin Fotonik" *PANGGUNG Jurnal Seni Budaya*, vol. 31, no. 2, pp. 93-106, 2021. doi: [10.26742/panggung.v31i2.1575](https://doi.org/10.26742/panggung.v31i2.1575).
- [11] Z. El Fadlillah, R. N. Amalya, B. G. Irzaqi, H. Ramadhani, A. Damayanti, and F. Rahmawati, "Digitalisasi dan Peluang Edupreneurship Bagi Industri Batik Pekalongan," *Jurnal Ekonomi Bisnis dan Kewirausahaan*, vol. 2, no. 6, pp. 70–75, 2025. doi: [10.69714/1z368x15](https://doi.org/10.69714/1z368x15).
- [12] I. N. Hidayati, A. C. Harjono, Z. Choirunnisa, E. Supriharyanti, T. H. Rasjid, and A. I. N. Hidayatullah, "Innovation and Productivity in Artisan Batik Entrepreneurship: A Systematic Literature Review", *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, vol. 4, no. 11, pp. 3515–3528, 2025. doi: [10.55681/sentri.v4i11.4928](https://doi.org/10.55681/sentri.v4i11.4928).
- [13] Mursidah, A. N. Cahyo, "The Application of Draping Techniques in Zero-Waste Fashion Design Using Pekalongan Batik Fabric," *Jurnal Ekspresi Seni*, vol. 27, no. 2, pp. 378-388, 2025. doi: [10.26887/ekspresi.v27i2.5998](https://doi.org/10.26887/ekspresi.v27i2.5998).
- [14] M. Sonego, M. E. S. Echeveste, and H. G. Debarba, "The Role of Modularity in Sustainable Design: A Systematic Review," *Journal of Cleaner Production*, vol. 176, no. 1, pp. 196-209, 2018. doi: [10.1016/j.jclepro.2017.12.106](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.106).
- [15] N. Susanto, and T. T. Putranto, "Pengukuran Tingkat Eko-Efisiensi Batik Cap Menggunakan Metode Life Cycle Analysis (Studi Kasus: Batik Encim pada Kampoeng Batik Kauman Pekalongan)," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 20, no. 3, pp. 654-664, 2022. doi: [10.14710/jil.20.3.654-664](https://doi.org/10.14710/jil.20.3.654-664).
- [16] H. B. Cahyono, and R. Yuliasuti, "Aplikasi Canting Listrik pada Industri Batik Tulis untuk Mendukung Implementasi Industri Hijau pada Industri Tekstil Pencelupan, Pencapan dan Penyempurnaan," *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 67-73, 2021. doi: [10.36048/jtpii.v5i2.6303](https://doi.org/10.36048/jtpii.v5i2.6303).
- [17] S. R. Hidayat, T. B. Affanti, A. I. Josef, D. Nurcahyanti, "Batik stamp canting made of waste paper material as a frugal innovation in batik." In: *The 8th International*

*Conference on Sustainable Agriculture and Environment*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 905; 2021. doi: [10.1088/1755-1315/905/1/012125](https://doi.org/10.1088/1755-1315/905/1/012125).

- [18] E. B .Agustina, Y. Lestiyanti, Y. I. Tachriri, and N. Ulfiya, "Analisis Pengaruh Limbah Cair terhadap Kualitas Air Sungai di Kota Pekalongan," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 4, no. 2, pp.230-239, 2025. doi: [10.55123/insologi.v4i2.5117](https://doi.org/10.55123/insologi.v4i2.5117).
- [19] Y. Chen, M-M. Li, "Modular Design in Fashion Industry," *Journal of Arts & Humanities*, vol. 7, no. 3, pp. 27-32, 2018. doi: [10.18533/journal.v7i3.1271](https://doi.org/10.18533/journal.v7i3.1271).