



## TRANSFORMASI LIMBAH KAIN PERCA MENGGUNAKAN METODE WATER SOLUBLE EMBROIDERY MENJADI MATERIAL TEKSTIL INOVATIF

Wawan Dwi Novianto<sup>1</sup>, Dinarisni Purwannigrum<sup>2</sup>, Reski Alya Pradifta<sup>3</sup>, Didiek Hermawan<sup>4</sup>, Irham Aribowo<sup>5</sup>, Contardo Alfabian Kevasoka<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Program Studi Teknik Pembuatan Garmen, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta

e-mail: [1cassillasanov@gmail.com](mailto:cassillasanov@gmail.com) , [2dinarisnip@ak-tekstilsolo.ac.id](mailto:dinarisnip@ak-tekstilsolo.ac.id) ,

[3reskialyap@kemenperin.go.id](mailto:reskialyap@kemenperin.go.id) , [4didiekhermawan@gmail.com](mailto:didiekhermawan@gmail.com) , [5irhamaribowo@ak-tekstilsolo.ac.id](mailto:irhamaribowo@ak-tekstilsolo.ac.id) , [6contardoalfabian@gmail.com](mailto:contardoalfabian@gmail.com)

Diterima: 1/5/2026; Direvisi: 8/5/2026; Diterbitkan: 15/5/2026

### ABSTRAK

Limbah kain, produk sampingan umum dari manufaktur tekstil, telah berkembang menjadi masalah lingkungan yang mendesak karena volumenya yang sangat besar dan terbatasnya cara penggunaan kembali. Studi ini mengeksplorasi cara-cara kreatif untuk mengubah sisa kain dari industri tekstil kecil dan menengah menjadi material bernilai tambah melalui pendekatan tambal sulam yang dipadukan dengan teknik Bordir Larut Air. Dilakukan di laboratorium menggunakan metode eksploratif-deskriptif, studi ini melibatkan penyortiran potongan kain secara hati-hati, mengukur dan menyusunnya pada Stabilizer Larut Air, menjahitnya bersama-sama, dan akhirnya melarutkan stabilizer untuk menciptakan lembaran tekstil kontinu. Material baru tersebut kemudian dievaluasi baik dari segi daya tarik visual maupun sifat mekaniknya. Hasilnya menunjukkan bahwa teknik Bordir Larut Air dapat secara efektif menyatukan sisa-sisa kain yang berbeda menjadi struktur tekstil yang terpadu. Meskipun belum siap untuk menggantikan kain tradisional, metode ini menunjukkan potensi yang kuat sebagai solusi daur ulang kreatif yang menambah nilai nyata. Selain itu, hal ini membuka kemungkinan untuk penyempurnaan lebih lanjut guna meningkatkan kinerja material sekaligus mempromosikan praktik berkelanjutan melalui penggunaan kembali limbah tekstil.

**Kata kunci:** *Limbah Kain, Bordir Larut Air, Bahan Tekstil Inovatif, Daur Ulang Tekstil*

### ABSTRACT

Fabric waste, a common by-product of textile manufacturing, has grown into a pressing environmental issue due to its sheer volume and limited ways of reuse. This study explores creative ways to transform fabric remnants from small and medium textile industries into value-added materials through a patchwork approach paired with a Water-Soluble Embroidery technique. Conducted in a laboratory using an exploratory-descriptive method, the study involved carefully sorting fabric scraps, measuring and arranging them on a Water-Soluble Stabilizer, stitching them together, and finally dissolving the stabilizer to create a continuous textile sheet. The new material was then evaluated for both its visual appeal and mechanical properties. The results suggests that the Water-Soluble Embroidery technique can effectively bring disparate fabric remnants together into a unified textile structure. While it is not yet ready to replace traditional fabrics, this method shows strong potential as a creative recycling solution that adds tangible value. Moreover, it opens up possibilities for further refinement to enhance material performance while promoting sustainable practices through the reuse of textile waste.

**Keywords:** *Fabric Waste, Water Soluble Embroidery, Innovative Textile Materials, Recycling Textile*



## PENDAHULUAN

Industri tekstil adalah pilar ekonomi nasional yang sangat vital karena mampu menciptakan lapangan pekerjaan luas serta mendongkrak nilai ekspor secara signifikan di pasar global. Sektor ini masuk dalam sepuluh besar industri unggulan di Indonesia dengan kontribusi yang sangat diperhitungkan dalam peta perdagangan dunia saat ini. Namun, di balik kemajuan ekonomi tersebut, terdapat tantangan lingkungan yang cukup berat terkait dengan akumulasi limbah hasil produksi yang belum tertangani dengan baik. Dalam proses manufaktur busana, terutama pada tahap pemotongan dan penjahitan, terdapat persentase kehilangan material yang cukup besar yakni mencapai belasan persen dari total bahan yang digunakan oleh pabrik. Limbah kain perca ini merupakan sisa potongan kecil yang sering kali dianggap tidak memiliki nilai guna lagi oleh para pelaku industri besar maupun kecil. Tanpa adanya sistem pengolahan yang tepat, tumpukan kain sisa ini hanya akan berakhir di tempat pembuangan akhir dan memicu berbagai degradasi kualitas lingkungan hidup secara permanen. Oleh sebab itu, diperlukan langkah strategis mengubah paradigma pengelolaan limbah ini agar menjadi aset berharga melalui pendekatan rekayasa tekstil berkelanjutan demi kesejahteraan rakyat banyak sekarang (Alamsyah & Surindra, 2025; Nayoan et al., 2021; Pranta et al., 2025; Putri et al., 2021).

Secara ideal, setiap sisa hasil produksi dalam industri garmen seharusnya dapat dikelola dengan prinsip ekonomi sirkular yang menekankan pada penggunaan kembali material secara terus menerus untuk meminimalkan kerusakan bumi. Upaya pembangunan berkelanjutan menuntut adanya inovasi yang mampu mentransformasi limbah menjadi produk fungsional yang memiliki nilai ekonomi tinggi sekaligus ramah terhadap ekosistem lokal maupun global. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pengelolaan limbah kain perca masih sangat jauh dari kondisi yang dicitakan tersebut karena keterbatasan teknologi serta pengetahuan teknis. Sebagian besar limbah tekstil dari industri kecil menengah dibuang begitu saja atau hanya diolah menjadi barang kerajinan tangan sederhana yang memiliki pangsa pasar sangat terbatas dan nilai jual rendah. Kesenjangan ini menciptakan penumpukan limbah yang tidak terkendali dan merugikan lingkungan dalam jangka panjang bagi masyarakat sekitar. Meskipun beberapa penelitian terdahulu telah mencoba mengolah limbah menjadi bahan isolasi atau lapisan *nonwoven*, pendekatan tersebut belum menyentuh aspek estetika serta kekuatan struktural yang dapat dikontrol sepenuhnya secara presisi. Terdapat kebutuhan mendesak untuk menemukan metode baru yang mampu menyatukan potongan kain kecil tersebut menjadi lembaran tekstil fungsional berharga (Chatterjee et al., 2025; Fang et al., 2024; Kara et al., 2022).

Salah satu teknik yang ditawarkan sebagai solusi inovatif dalam mengatasi permasalahan limbah potongan kain ini adalah metode *Water Soluble Embroidery*. Teknik ini merupakan pendekatan yang sangat unik dalam dunia bordir karena menggunakan material pendukung khusus yang memiliki sifat larut di dalam air secara sempurna. Dalam prosesnya, potongan-potongan kain perca yang berukuran kecil diletakkan di atas media penahan tersebut untuk kemudian dijahit atau dibordir secara menyatu membentuk suatu pola tertentu sesuai desain. Material *soluble* ini berfungsi sangat krusial untuk menjaga agar hasil setikan bordir tetap utuh dan tidak mengalami pengerutan atau kemuluran selama proses pengerjaan berlangsung di mesin jahit. Setelah proses penyatuan selesai, media penahan tersebut akan dilarutkan dalam air sehingga menyisakan sebuah lembaran tekstil baru yang terdiri dari jalinan benang dan potongan kain tanpa adanya substrat permanen di bagian bawahnya. Metode ini memberikan peluang besar untuk merekonstruksi limbah yang semula tidak berharga menjadi



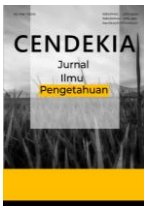
sebuah material tekstil yang memiliki keunikan visual serta struktur yang kuat untuk digunakan kembali nanti. Penggunaan teknologi ini merupakan sebuah terobosan memadukan seni bordir dengan kebutuhan efisiensi material (Hanifah et al., 2021; Nayoan et al., 2021; Ratnaningsih & Wahyuningsih, 2022).

Penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan pendekatan sistematis berbasis laboratorium untuk menguji kelayakan teknis dari penggabungan limbah kain perca tersebut secara mendalam dan akurat. Proses dimulai dengan melakukan seleksi material kain sisa yang diperoleh dari mitra industri kecil menengah, yang kemudian diikuti dengan tahap pemotongan menggunakan ukuran standar tertentu untuk menjaga konsistensi hasil akhir produk. Perancangan desain bordir dilakukan dengan sangat teliti untuk memastikan jalinan antar potongan kain memiliki kekuatan struktural yang memadai saat diaplikasikan dalam berbagai jenis produk kreatif. Selain aspek teknis pembuatan, penelitian ini juga mencakup pengujian fisik secara menyeluruh guna menilai karakteristik kekuatan tarik, tingkat ketebalan, serta kelayakan penggunaan material baru tersebut dalam skala yang lebih luas dan profesional. Dengan target capaian pada level kesiapan teknologi empat, studi ini bertujuan untuk memberikan landasan ilmiah yang kuat bagi pengembangan produk tekstil daur ulang yang tidak hanya bernilai estetika tinggi, tetapi juga sangat fungsional. Melalui tahapan eksperimental ini, diharapkan akan tercipta sebuah standar operasional yang dapat dijadikan rujukan bagi para pelaku industri kreatif dalam memanfaatkan limbah produksi mereka secara terukur (Larsen, 2025; Ratnaningsih & Wahyuningsih, 2022; Yanthi et al., 2020).

Nilai kebaruan yang diusung dalam kajian ini terletak pada integrasi penggunaan *water soluble film* untuk merekonstruksi limbah potongan kain menjadi material fungsional yang benar-benar baru dan inovatif. Berbeda dengan studi sebelumnya yang cenderung menggunakan metode mekanis sederhana, penelitian ini menawarkan aspek rekayasa tekstil yang memungkinkan kontrol penuh terhadap struktur dan tampilan visual material yang dihasilkan secara artistik. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini berkolaborasi erat dengan mitra industri yakni CV Gemilang Etnik Nusantara yang berperan penting menyediakan bahan baku berupa limbah kain perca sisa produksi seragam. Kolaborasi ini sangat strategis karena tidak hanya menyediakan material untuk kebutuhan eksperimen, tetapi juga memberikan validasi nyata mengenai potensi penerapan hasil penelitian di dunia industri kreatif berbasis limbah secara nyata. Inovasi ini diharapkan mampu memperluas cakrawala aplikasi teknik bordir di luar fungsi dekoratif konvensional, sekaligus menawarkan solusi teknologi yang aplikatif bagi industri kecil menengah untuk mengelola sisa produksi mereka sendiri. Dengan mentransformasi limbah menjadi material tekstil yang bernilai tambah tinggi, penelitian ini memberikan kontribusi nyata terhadap agenda ekonomi sirkular demi masa depan yang jauh lebih hijau.

## **METODE PENELITIAN**

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian terapan dengan desain eksperimental laboratorium yang bertujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan limbah kain perca sebagai material tekstil baru melalui metode Water Soluble Embroidery. Penelitian ini berada pada level TRL 4, yaitu pengujian yang dimaksudkan untuk menguji kelayakan teknis pada skala laboratorium dalam kondisi terkontrol. Pendekatan ini dipilih untuk mengkaji proses rekonstruksi dan pengolahan limbah industri tekstil. Bahan penelitian meliputi limbah kain perca berbahan katun, denim, serta campuran polyester-cotton (T/C) yang diperoleh dari industri kecil dan menengah (IKM). Limbah kain dipilih berdasarkan kondisi fisik yang masih layak, bersih, tidak berlubang, dan memiliki ukuran minimum tertentu. Bahan pendukung



dalam penelitian ini meliputi Water Soluble Stabilizer sebagai media penahan sementara dan benang untuk proses bordir. Peralatan yang digunakan dalam proses penelitian ini meliputi mesin bordir, alat pemotong kain, serta peralatan uji tekstil untuk pengujian karakteristik fisik.

Proses penelitian ini dimulai dengan seleksi dan pemotongan ulang kain perca. Kain perca dipotong dengan ukuran yang seragam untuk mempermudah penyusunan dan memperoleh hasil yang konsisten. Potongan kain kemudian disusun secara overlap diatas lembaran Water Soluble Stabilizer sesuai dengan rancangan pola yang telah ditentukan. Penyusunan dilakukan dengan mempertimbangkan arah serat bahan dan distribusi warna untuk mendapatkan struktur dan tampilan visual yang seimbang. Pada tahap berikutnya dilakukan proses pembordiran menggunakan mesin bordir. Proses ini dimaksudkan untuk menggabungkan potongan kain perca menjadi satu kesatuan struktur melalui proses jahitan bordir. Variasi kerapatan dan pola jahitan digunakan untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik material yang dihasilkan. Setelah tahapan bordir selesai dilakukan, bahan yang masih terikat dengan Water Soluble Stabilizer direndam menggunakan air hangat hingga lapisan stabilizernya luruh sepenuhnya dan hanya menyisakan lembaran kain dari hasil rekonstruksi.

Material hasil pengolahan ini, selanjutnya dikeringkan pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian. Pengujian karakteristik fisik dilakukan untuk mengidentifikasi performa material yang dihasilkan. Jenis pengujian yang dilakukan meliputi uji kekuatan tarik untuk mengetahui kemampuan material dalam menahan gaya tarik, serta uji kelangkaan (drape) yang bertujuan untuk mengevaluasi tingkat fleksibilitas dan kekakuan kain. Data hasil pengujian kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan nilai antar sampel. Analisis ini bertujuan untuk melihat pengaruh pola penyusunan kain perca dan kerapatan bordir terhadap sifat mekanik dan kelangkaan material. Selain data kuantitatif, pengamatan visual juga dilakukan terhadap struktur, ketebalan, dan estetika permukaan material. Hasil analisis ini digunakan untuk menilai efektivitas metode Water Soluble Embroidery dalam transformasi limbah kain perca menjadi material tekstil inovatif yang berpotensi diaplikasikan pada produk non-struktural berbasis daur ulang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Pengujian Kekuatan Tarik Kain

Pengujian kekuatan tarik bertujuan untuk mengetahui kemampuan kain dalam menahan gaya tarik sebelum putus. Penelitian ini menggunakan jenis kain katun dan TC sebagai material utama penelitian, serta kain denim sebagai bahan pembanding penelitian. Pengujian secara langsung dilakukan pada kain katun dan TC yang terdiri atas dua sampel hasil penerapan teknik Water Soluble Embroidery. Masing-masing sampel diuji sebanyak tiga kali, kemudian dilakukan perbandingan antar sampel untuk menganalisis perbedaan hasil yang diperoleh. Sementara itu, data kain denim digunakan sebagai pembanding dan tidak merupakan hasil pengujian langsung yang dilakukan dalam penelitian ini. Dua sampel kain katun dan TC hasil teknik *Water Soluble Embroidery* menggunakan limbah kain perca diuji sebanyak tiga kali untuk masing-masing sampel serta dibandingkan satu sama lain. Sampel 1 merupakan kain yang disusun secara acak dari limbah kain perca ukuran 5x5 cm. Sedangkan sampel 2 merupakan kain yang disusun secara tertata dari limbah kain perca ukuran 5x5 cm.

Sementara tiga sampel pembanding lainnya adalah kain denim hasil teknik *Water Soluble Embroidery* menggunakan limbah kain perca diuji dengan variasi ukuran dan metode bordir. Sampel 1 menggunakan potongan kain berukuran 3-5 cm dengan luasan bidang 20x20 cm yang

dibuat dengan bordir berpola abstrak. Sampel 2 menggunakan potongan kain berukuran 5-10 cm dengan luasan bidang 20x20 cm dengan bordir berpola abstrak. Sementara sampel 3 menggunakan potongan kain berukuran 5-10 cm dengan luasan bidang 20x20 cm dengan bordir berpola abstrak untuk mengikat kain serta ditambahkan bordir pada masing masing bagian tepi potongan kain. Hasil Uji Kekuatan Tarik dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Kain Katun dan TC**

Contoh Uji	Kekuatan Tarik (N)					
	1	2	3	Rata-rata	SD	CV
Sampel 1	109 N	109 N	57,5 N	91,83 N	29,73	32,38 %
Sampel 2	23,3 N	40,5 N	106 N	56,6 N	43,64	77,1 %

Tabel 1 hasil menunjukkan bahwa kedua sampel memiliki koefisien variasi yang tinggi, mengindikasikan struktur kain yang tidak homogen akibat perbedaan jenis serat perca, perbedaan rapatan jahitan *embroidery*, serta efek sisa plastik *water soluble*.

**Tabel 1. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Kain Denim**

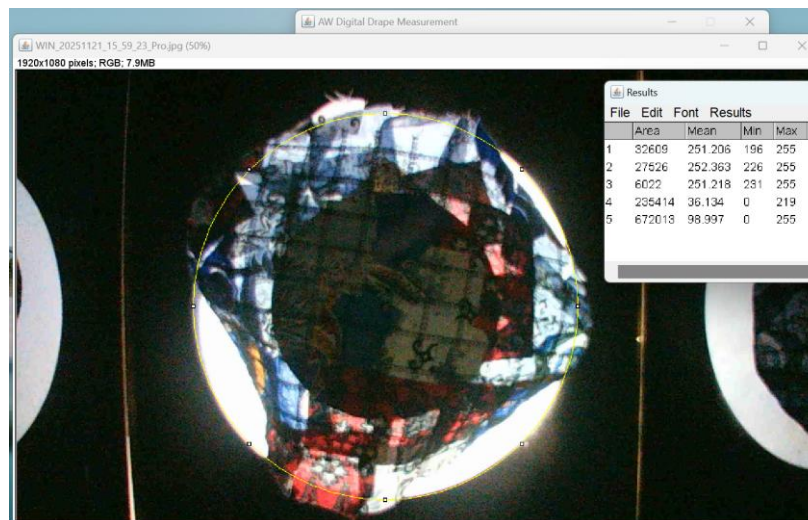
Contoh Uji	Kekuatan Tarik (N)					
	1	2	3	Rata-rata	SD	CV
Hasil Uji Kekuatan Tarik	199,24 N	141,75 N	306,27 N	215,75 N	83,49	38,70%

Tabel 2 hasil menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik kain denim bervariasi pada setiap pengujian, yang mengindikasikan ketidak homogenan respon material akibat perbedaan ukuran sampel, variasi metode bordir, serta karakteristik struktural kain denim.

### Hasil Uji Drape

Uji drape dilakukan untuk mengetahui kemampuan kain dalam membentuk jatuhan dan mengikuti bentuk tertentu sebagai salah satu indikator karakteristik visual dan fungsional kain. Pada penelitian ini, uji drape difokuskan pada kain katun dan TC hasil penerapan Teknik *Water Soluble Embroidery* yang diuji secara langsung oleh peneliti. Kain katun dan TC masing-masing digunakan sebanyak dua sampel. Sementara itu, kain denim digunakan sebagai material pembanding berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian sebelumnya. Seluruh sampel kain katun dan TC dipersiapkan dengan ukuran yang sama seperti pada pengujian kekuatan tarik, kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan data kain denim sebagai pembanding.

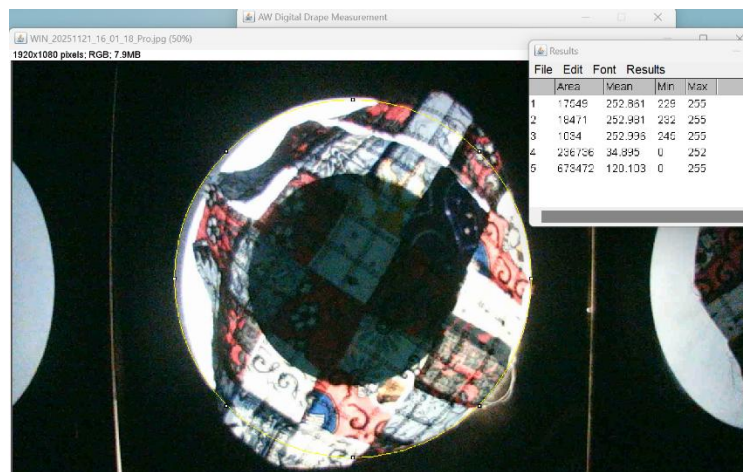
### Sampel 1



**Gambar 1. Hasil Uji Drape Sampel 1**

Gambar 1 memperlihatkan hasil uji drape pada sampel 1 yang menunjukkan tingkat kekakuan material cukup tinggi untuk menantang gravitasi bumi. Berdasarkan data pengukuran, luas celah cahaya adalah 66157 piksel dengan luas keseluruhan mencapai 672013 piksel dan luas landasan 235414 piksel. Melalui perhitungan matematis, didapatkan nilai koefisien drape sebesar 0.915. Angka mendekati 1 ini membuktikan kain memiliki struktur sangat kaku. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh teknik bordir padat dan residu bahan pembantu yang tidak hilang sempurna, sehingga mengurangi fleksibilitas serat kain secara signifikan saat dilakukan pengujian untuk standar material busana pilihan desainer.

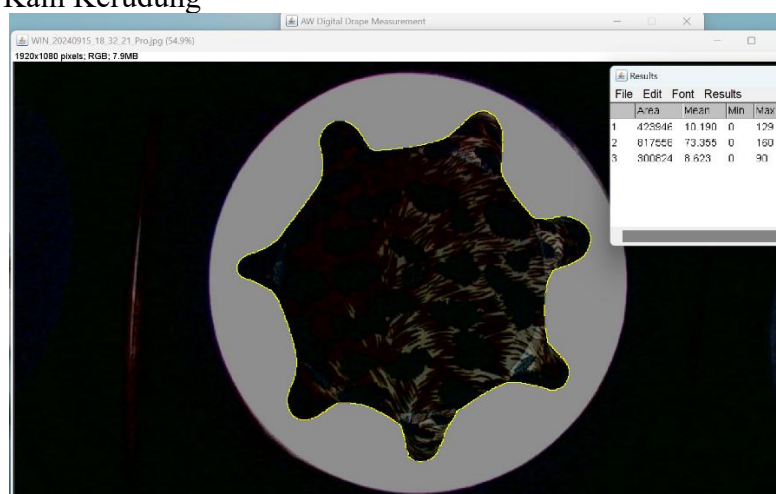
Sampel 2



**Gambar 2. Hasil Uji Drape Sampel 2**

Gambar 2 mengilustrasikan pengujian kelangsaian pada sampel 2 yang memiliki nilai koefisien drape sedikit lebih rendah daripada sampel sebelumnya yang cukup keras kepala. Data teknis menunjukkan luas celah cahaya sebesar 37324 piksel dengan luas keseluruhan 673472 piksel dan luas landasan 236736 piksel. Hasil akhir perhitungan menghasilkan nilai 0.848 yang tetap mengindikasikan karakteristik material yang cenderung kaku. Meskipun sedikit lebih lentur dibanding sampel 1, pengaruh jahitan dekoratif dan metode patchwork tetap mendominasi struktur fisik kain ini. Nilai tersebut memberikan gambaran objektif mengenai kemampuan jatuh material saat diaplikasikan pada produk fashion yang membutuhkan struktur kokoh.

Pembandingan — Kain Kerudung



**Gambar 1. Hasil Uji Drape kain kerudung**

Gambar 3 menyajikan hasil uji drape pada kain kerudung yang berfungsi sebagai sampel pembanding utama yang jauh lebih sopan jatuhnya. Berbeda jauh dari sampel hasil rekonstruksi, kain ini memiliki luas drape 423946 piksel dengan luas keseluruhan 817558 piksel dan luas landasan 300824 piksel. Nilai koefisien yang dihasilkan hanya sebesar 0.238 yang menunjukkan tingkat kelangkaan sangat tinggi. Angka jauh dari 1 ini membuktikan bahwa kain kerudung memiliki fleksibilitas maksimal, sangat kontras dengan sampel eksperimen yang kaku akibat proses tambahan seperti embroidery dan tumpukan perca kain yang secara drastis mengubah sifat aslinya tersebut.

Penelitian Pembanding — Sampel Denim

**Tabel 2. Hasil Uji Kelangkaan Penelitian Pembanding**

Hasil Uji Kelangkaan			
Hasil Penelitian Sampel	1	2	3
	0,927	0,795	1,089

Tabel 3 memaparkan hasil uji kelangkaan dari penelitian pembanding yang menggunakan material denim sebagai objek pengujian guna memberikan sedikit tantangan perbandingan. Data menunjukkan variasi nilai koefisien mulai dari 0.795 pada sampel 2 hingga 0.927 pada sampel 1, bahkan mencapai angka 1.089 pada sampel 3. Keberadaan nilai di atas 1 menunjukkan tingkat kekakuan yang luar biasa tinggi atau adanya hambatan mekanis dalam pengukuran. Data ini menjadi referensi penting untuk membandingkan tingkat kekakuan sampel paca dengan kain industri yang dikenal memiliki ketebalan tinggi, sehingga posisi kelenturan material eksperimen dapat diletakkan dalam kategori teknis tepat.

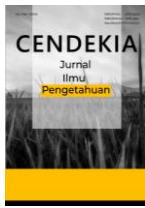
**Tabel 3. Hasil Pengujian Drape**

Contoh Uji	Pengujian Drape
Sampel 1	0,915
Sampel 2	0,848
Sampel Pembanding	0,238
Sampel Pembanding Penelitian Lain	0,927
	0,795
	1,089

Tabel 4 memberikan ringkasan menyeluruh mengenai perbandingan hasil pengujian drape dari seluruh sampel yang diuji dalam penelitian ini secara blak-blakan. Sampel 1 memiliki nilai 0.915 dan sampel 2 sebesar 0.848, keduanya menunjukkan sifat kaku akibat proses pengolahan permukaan yang intensif. Sementara itu, sampel pembanding berupa kain kerudung menunjukkan nilai terendah yaitu 0.238 yang menandakan kelembutan jatuh paling ideal. Data penelitian lain pada denim menunjukkan rentang nilai antara 0.795 hingga 1.089. Rekapitulasi ini menegaskan bahwa penambahan elemen estetika seperti bordir dan patchwork meningkatkan kekakuan material secara drastis dibandingkan kain dasar tanpa modifikasi.

### Pembahasan

Analisis terhadap kekuatan tarik menunjukkan perbedaan signifikan antara material hasil rekonstruksi dengan bahan fabrikasi industri. Data hasil pengujian mencatat rata-rata kekuatan tarik sampel 1 sebesar 91.83 N, sementara sampel 2 hanya mencapai 56.6 N. Angka ini jauh di bawah kekuatan tarik kain denim pembanding yang memiliki rata-rata 215.75 N. Rendahnya kekuatan pada sampel 2 dibandingkan sampel 1 disebabkan oleh penyusunan limbah kain perca yang tertata, sehingga distribusi gaya tarik tidak tersebar merata ke seluruh struktur jahitan. Sebaliknya, susunan acak pada sampel 1 memberikan ikatan mekanis yang



sedikit lebih baik melalui teknik *water soluble embroidery*. Nilai deviasi standar yang cukup tinggi, yaitu 29.73 untuk sampel 1 dan 43.64 untuk sampel 2, mengindikasikan adanya ketidakhomogenan struktur material. Hal ini dipengaruhi oleh variasi jenis serat perca serta kerapatan jahitan bordir yang tidak seragam di seluruh permukaan kain. Material ini belum memenuhi kriteria untuk tekstil struktural yang menuntut daya tahan beban tinggi, namun tetap memiliki integritas fisik yang cukup untuk aplikasi produk yang tidak menerima beban tarikan ekstrem secara langsung dalam penggunaannya sehari-hari demi tercapainya kualitas (BILECEN, 2020; Brunella et al., 2020; Ningsih et al., 2023; Patti & Acierno, 2023).

Pengujian kelangkaan atau *drape* memberikan gambaran objektif mengenai karakteristik visual dan kelenturan material hasil olahan limbah ini. Hasil perhitungan matematis menunjukkan nilai koefisien *drape* sampel 1 sebesar 0.915 dan sampel 2 sebesar 0.848. Angka yang mendekati 1 ini membuktikan bahwa kain memiliki tingkat kekakuan yang sangat tinggi dibandingkan dengan kain kerudung pembanding yang hanya memiliki koefisien 0.238. Kekakuan ekstrem pada sampel 1 dengan luas celah cahaya 66157 piksel mengindikasikan bahwa proses bordir padat dan penumpukan perca kain secara drastis mengubah sifat asli serat katun dan TC. Residu bahan pembantu berupa plastik yang larut air atau *water soluble* yang tidak hilang sempurna selama proses pembersihan turut memberikan efek pengerasan pada permukaan tekstil. Nilai koefisien 0.848 pada sampel 2 menunjukkan sedikit peningkatan fleksibilitas dibandingkan sampel 1, namun tetap dikategorikan sebagai material yang kaku. Karakteristik ini sangat kontras dengan fleksibilitas maksimal material konvensional, sehingga penggunaan material ini akan lebih efektif jika difokuskan pada produk yang membutuhkan struktur kokoh dan bentuk yang tetap stabil tanpa banyak jatuhnya kain untuk standar material busana pilihan para desainer (Arikan et al., 2023; Junia & Prihatin, 2021; Martina et al., 2021; Pakpahan & Puspitasari, 2020; Purwanto & Diasmara, 2020).

Perbandingan dengan data penelitian pada kain denim memperkuat argumen mengenai posisi teknis material hasil teknik *water soluble embroidery*. Data pembanding menunjukkan koefisien *drape* denim bervariasi antara 0.795, 0.927, hingga mencapai 1.089. Fakta bahwa sampel eksperimen 1 memiliki nilai 0.915 menempatkan kekakuan material perca ini setara dengan kain denim industri yang tebal. Bahkan, nilai pada sampel denim tertentu yang melampaui 1 menunjukkan adanya hambatan mekanis yang luar biasa akibat kepadatan jahitan pengikat. Ketidakhomogenan respon material juga terlihat pada kekuatan tarik denim yang memiliki rentang pengujian dari 141.75 N hingga 306.27 N. Variasi yang lebar ini memberikan pelajaran bahwa teknik bordir abstrak untuk mengikat potongan kain perca menciptakan karakteristik struktural yang unik namun sulit diprediksi secara mekanis. Kepadatan jahitan bordir pada area tepi potongan kain terbukti meningkatkan kekuatan, namun secara bersamaan mengorbankan kelangkaan material tersebut. Data teknis ini menegaskan bahwa rekayasa tekstil berbasis limbah mode ini menghasilkan material dengan karakter fisik yang berat dan kaku, menyerupai sifat kain fungsional untuk kebutuhan khusus daripada busana ringan yang mengutamakan kenyamanan aliran kain dalam sistem industri desain (Bhuiyan et al., 2023; Ivana et al., 2025; Körlü, 2020; Larsen, 2025; Parnell et al., 2025).

Implikasi dari temuan karakteristik fisik ini mengarahkan pemanfaatan material hasil rekonstruksi pada segmen produk tekstil nonstruktural. Meskipun kekuatan tarik rata-rata 91.83 N belum ideal untuk pakaian olahraga atau pelindung, material ini sangat potensial dikembangkan sebagai panel dekoratif dalam desain interior. Struktur yang kaku dengan koefisien *drape* tinggi memungkinkan material untuk diaplikasikan sebagai pelapis dinding, elemen pemisah ruang, atau aksesoris mode seperti tas dan pelindung perangkat elektronik yang membutuhkan perlindungan fisik. Aspek estetika yang muncul dari teknik *patchwork* dan





bordir abstrak memberikan nilai tambah pada produk tekstil daur ulang yang kini menjadi tren dalam industri mode berkelanjutan. Keunikan visual yang dihasilkan dari kombinasi limbah katun dan TC berukuran 5x5 menciptakan tekstur permukaan yang kaya dan tidak dapat direplikasi oleh mesin industri standar. Penggunaan material ini mendukung prinsip efisiensi sumber daya melalui pemanfaatan sisa potongan kain yang sebelumnya tidak bernilai. Dengan desain yang tepat, kekakuan material dapat dimanfaatkan sebagai elemen desain yang menonjolkan volume dan siluet tegas dalam sebuah karya seni tekstil yang modern dan ramah lingkungan demi memajukan ekonomi kreatif lokal.

Keterbatasan utama dalam penelitian ini terletak pada tingginya koefisien variasi atau *coefficient of variation* yang mencapai 32.38 pada sampel 1 dan 77.1 pada sampel 2. Angka tersebut menunjukkan ketidakstabilan kualitas material yang sangat dipengaruhi oleh faktor manusia dalam proses penyusunan perca dan pengerjaan bordir. Selain itu, masalah residu bahan pembantu yang masih tertinggal pada serat kain menjadi kendala teknis yang memengaruhi kelenturan dan kenyamanan sentuhan material. Pengujian kekuatan tarik yang masih rendah dibandingkan kain standar menunjukkan perlunya optimasi pada pola jahitan bordir agar dapat mengikat serat lebih efektif tanpa menambah kekakuan secara berlebihan. Penelitian masa depan harus difokuskan pada standarisasi densitas jahitan serta pencarian metode pembersihan residu plastik yang lebih efisien untuk meningkatkan kualitas permukaan tekstil. Pengembangan lebih lanjut juga diperlukan untuk menguji daya tahan luntur warna serta ketahanan terhadap pencucian berulang mengingat material ini terdiri dari berbagai jenis potongan kain yang berbeda. Secara keseluruhan, teknik ini menawarkan metode rekayasa material yang menjanjikan, namun memerlukan penyempurnaan pada kontrol kualitas produksi untuk mencapai standar performa tekstil yang lebih kompetitif di pasar mode global.

## KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa teknik *water soluble embroidery* mampu mentransformasi limbah kain perca menjadi lembaran tekstil inovatif yang memiliki nilai estetika tinggi. Melalui pendekatan *patchwork* yang dipadukan dengan teknik bordir pada media *stabilizer* yang larut air, potongan kain sisa industri kecil dapat disatukan kembali secara efektif. Meskipun material baru ini belum dapat menggantikan peran kain tradisional secara fungsional dalam struktur pakaian utama, hasilnya menunjukkan potensi besar bagi industri kreatif. Struktur fisik yang dihasilkan cenderung memiliki tingkat kekakuan tinggi serta kekuatan tarik yang bervariasi tergantung pada kerapatan jahitan dan jenis bahan penyusunnya. Oleh karena itu, material tekstil hasil daur ulang ini sangat cocok diaplikasikan pada berbagai produk kerajinan yang bersifat dekoratif atau aksesoris mode yang membutuhkan karakter material unik.

Peneliti menyarankan agar pengembangan selanjutnya fokus pada upaya peningkatan kelenturan material agar lebih nyaman saat digunakan sebagai bahan dasar busana. Salah satu langkah yang dapat diambil adalah melakukan eksperimen lebih mendalam mengenai variasi kerapatan jahitan bordir serta penggunaan jenis benang yang lebih lembut. Selain itu, proses pembersihan residu dari bahan pembantu yang larut air harus dipastikan benar-benar sempurna agar tidak meninggalkan efek kaku pada serat kain. Para pelaku industri kecil menengah juga didorong untuk mulai mengadopsi metode rekonstruksi limbah ini sebagai bagian dari strategi ekonomi sirkular demi mengurangi dampak buruk pada lingkungan. Penelitian mendatang diharapkan mampu melakukan uji coba pada skala produksi yang lebih luas serta mengeksplorasi penggunaan berbagai macam tekstur kain agar menghasilkan tampilan visual material yang jauh lebih dinamis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, F. L., & Surindra, B. (2025). Circular economy and sustainability: Mengubah limbah tekstil konveksi menjadi produk baju hewan dalam program MBKM Wirausaha Merdeka. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara*, 4(2), 125–136. <https://doi.org/10.29407/dimastara.v4i2.24691>
- Arikan, C., Doğan, S., & Muck, D. (2023). Geometric structures in textile design made with 3D printing. *Tekstilec*, 65(4), 307–321. <https://doi.org/10.14502/tekstilec.65.2022092>
- Bhuiyan, M. A. R., Ali, A., Mohebbullah, M., Hossain, M. F., Khan, A. N., & Wang, L. (2023). Recycling of cotton apparel waste and its utilization as a thermal insulation layer in high performance clothing. *Fashion and Textiles*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40691-023-00342-y>
- Bilecen, E. A. (2020). Evaluation of performance criteria in interior design textile selection. *Artium*, 8(1). <https://dergipark.org.tr/pub/artium/issue/52425/682828>
- Brunella, V., Albini, G., Lambertini, V., & Placenza, B. (2020). Hollow section fibers characterization for seats covers fabric application. *Frontiers in Materials*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmats.2020.00243>
- Chatterjee, A., Yadav, A., Sen, S., Ghosh, S., Choudhary, N., Dey, N., Mishra, S., & Maji, P. K. (2025). Polymer-modified nonwovens: Functional surfaces for separation, sensing, biomedical and smart textile applications. *Journal of Materials Chemistry A*, 14(6), 3210–3252. <https://doi.org/10.1039/d5ta08703a>
- Fang, C., Xu, B., Li, M., Han, J., Yang, Y., & Liu, X. (2024). Advanced design of fibrous flexible actuators for smart wearable applications. *Advanced Fiber Materials*, 6(3), 622–657. <https://doi.org/10.1007/s42765-024-00386-9>
- Hanifah, A. N. U., Haq, C. A., Suranto, S., Susilo, A., Zainuddin, A., & Khoirunnisa, I. (2021). Peningkatan kreativitas anak dengan memanfaatkan barang bekas hiasan kain flannel bagi anak TPA Nurul Yaqin Desa Sugihan. *Buletin KKN Pendidikan*, 3(2), 144–151. <https://doi.org/10.23917/bkkndik.v3i2.15714>
- Ivana, E. Z., Suryawati, & Rusanto, D. (2025). Pengembangan daur ulang felt modular dari limbah kain poliester melalui eksplorasi motif dan karakteristik material. *Artika*, 9(2), 220–235. <https://doi.org/10.34148/artika.v9i2.1422>
- Junia, R. U., & Prihatin, P. T. (2021). Penerapan interfacing pada bagian off shoulder busana pesta malam. *TEKNOBUGA: Jurnal Teknologi Busana dan Boga*, 9(2), 121–127. <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v9i2.28358>
- Kara, Y., Kovács, N. K., Nagy-György, P., Boros, R., & Molnár, K. (2022). A novel method and printhead for 3D printing combined nano-/microfiber solid structures. *Additive Manufacturing*, 61, 103315. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2022.103315>
- Körlü, A. (2020). Waste in textile and leather sectors. Dalam *IntechOpen eBooks*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.90014>
- Larsen, A. W. (2025). From fiber to form: Exploring design qualities of mechanically recycled textiles. *Research Portal Denmark*, 1, 530. <https://local.forskningsportal.dk/local/dki-cgi/ws/cris-link?src=arke&id=arke-746fcbc7-714f-4c8f-968a-75991b1bc104>
- Martina, T., Pramesvari, U., & Ramadhanti, S. (2021). Penggunaan kain troso dan aplikasi makrame pada busana ready to wear. *Texere*, 19(2), 71–82. <https://doi.org/10.53298/texere.v19i2.01>



- Nayoan, J. R., Fitri, A. N. G., Umaroh, C. F., Maharani, D. A., Farhan, F., & Irianti, A. H. S. (2021). Pembuatan busana berkualitas dari limbah tekstil melalui brand Ciclo.th menggunakan teknik mixed media. *Fashion and Fashion Education Journal*, 10(2), 63–67. <https://doi.org/10.15294/ffej.v10i2.49681>
- Ningsih, M., Sirait, R., & Jumiati, E. (2023). Pengaruh nilai ketahanan tarik terhadap daya regang dalam pembuatan kertas dari bahan baku kulit singkong dan daun nanas. *Jurnal Fisika Unand*, 12(4), 518–525. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.4.518-525.2023>
- Pakpahan, A. S., & Puspitasari, C. (2020). Penerapan teknik makrame sebagai elemen dekoratif pada produk muslim fesyen. *Jurnal Desain Idea*, 19(2), 47. [https://doi.org/10.12962/iptek\\_desain.v19i2.7950](https://doi.org/10.12962/iptek_desain.v19i2.7950)
- Parnell, K., Rolston, A., Hilton, B., & Luccitti, A. (2025). Circular economy in the textile industry: A review of technology, practice, and opportunity. *Recycling*, 10(6), 225. <https://doi.org/10.3390/recycling10060225>
- Patti, A., & Acierno, D. (2023). Materials, weaving parameters, and tensile responses of woven textiles. *Macromol—A Journal of Macromolecular Research*, 3(3), 665–680. <https://doi.org/10.3390/macromol3030037>
- Pranta, A. D., Rahaman, M. T., & Repon, M. R. (2025). Sustainable waste management of textiles and apparel in a circular economy: Recent advances and future prospects of life cycle assessment. *Materials Circular Economy*, 7(1). <https://doi.org/10.1007/s42824-025-00167-8>
- Putri, A., Oktariani, A., & Daryanto, A. (2021). Setting up women sociopreneurship model based on textile waste. *Advances in Economics, Business and Management Research*. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210727.018>
- Purwanto, P., & Diasmara, G. (2020). Pemanfaatan limbah ampas kopi menjadi bahan komposit sebagai bahan dasar alternatif pembuatan produk dompet. *Jurnal Strategi Desain dan Inovasi Sosial*, 1(2), 175. <https://doi.org/10.37312/jsdis.v1i2.2351>
- Ratnaningsih, G. A., & Wahyuningsih, S. (2022). Nilai estetika tas wanita motif batik dengan pemanfaatan limbah serabut kelapa dan kombinasi kulit sapi. *Fashion and Fashion Education Journal*, 11(1), 49–54. <https://doi.org/10.15294/ffej.v11i1.55674>
- Yanthi, N., Yuliaratiningsih, M. S., Hidayah, N., & Sari, M. P. (2020). Pemanfaatan limbah bahan tekstil menjadi alat permainan edukatif anak usia dini. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(1), 26. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i1.363>