

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tekstil berperan krusial dalam melindungi manusia dari fluktuasi kondisi lingkungan dan cuaca (Kusumastuti dan Ayuning, 2022). Kain tekstil juga merupakan kebutuhan pokok manusia yang multifungsi, tidak hanya sebagai pelindung tubuh, tetapi juga sebagai sarana ekspresi estetika dan utilitas. Teknik pembuatan kain pun beragam, dengan tenunan dan rajutan sebagai metode yang paling umum (Ahmed dkk, 2022). Proses pembuatannya pun melibatkan penjalinan dan pengaitan benang secara kompleks. Kain tenun merupakan bahan yang sangat fleksibel karena proses pembuatannya yang unik. Fleksibilitas ini dihasilkan dari struktur kain yang terbentuk dari persilangan benang lusi dan pakan secara teratur (Amin dan Haque, 2011).

Kain tenun memiliki struktur kain dengan beberapa pola tenun yang berbeda, seperti tenun polos, kepar, satin dan lain sebagainya. Desain yang berbeda dapat diproduksi dengan cara variasi penempatan benang lusi dan benang pakan (Booth, 1961). Pola tenun sangat penting dalam manufaktur tekstil, khususnya untuk menentukan lebar tenunan pada mesin dan jumlah poros yang diperlukan. Tekstur permukaan kain sangat dipengaruhi oleh cahaya yang dipantulkan dikarenakan struktur benang yang tidak rata. Pola tenun dapat diidentifikasi dengan akurat bila terdapat cahaya yang sesuai (Li dkk, 2020). Identifikasi pola tenun secara manual yang melibatkan penggunaan kaca pembesar dan sumber cahaya memakan waktu yang cukup lama (Wijayano, 2017).

Dalam kain tenun, terdapat juga struktur kain berupa kerapatan kain yang merupakan faktor kunci yang menentukan kualitas kain. Semakin rapat benang dalam kain, maka kain tersebut akan terasa lebih padat, kuat, dan sulit bernapas (Zhang dan Xin, 2016). Oleh karena itu, mengukur dan mengontrol kerapatan kain selama proses produksi sangat penting untuk memastikan

kualitas produk akhir. Kerapatan kain tenun biasanya dinyatakan dalam jumlah benang per inci dalam kain. Metode penghitungan kerapatan kain secara manual yang masih umum digunakan di industri tekstil tradisional memiliki beberapa kelemahan. Selain memakan waktu yang cukup lama, hasil perhitungan juga rentan terhadap kesalahan manusia dan hasilnya pun dipengaruhi dari pengalaman serta keahlian oleh orang yang melakukan pemeriksaan.

Selain kerapatan kain, nomor benang juga merupakan jenis parameter utama dalam struktur kain, dan memiliki pengaruh penting dalam kualitas kain, penggunaan kain, dan model kain. Penomoran benang merupakan perhitungan antara panjang benang dan berat benang. Mengukur nomor benang, umumnya masih menggunakan cara konvensional, dengan mengukur diameter dari benang tersebut, akan tetapi seringkali hasilnya mengalami kesalahan, dikarenakan terdapat efek bulu-bulu tipis di permukaan benang dan benang pun cenderung berubah bentuk (Zhang dkk, 2008)

Di industri tekstil, parameter struktur sampel kain dari klien atau pembeli diperiksa terlebih dahulu, kemudian kain tenun bisa diproduksi dalam skala besar. beberapa pembeli biasanya tidak mengetahui parameter spesifik dari sampel kain, akan tetapi mereka hanya fokus pada efek produk kain daripada metode pembuatannya (Meng, 2017). Oleh karena itu, industri tekstil harus memeriksa sendiri parameter sampel kain. Terlebih lagi, parameter struktur kain harus dianalisis dan memenuhi persyaratan pembeli. Beberapa parameter penting sampel kain yang perlu di analisis yaitu, pola tenun, kerapatan kain dan nomor benang yang digunakan. Serta analisis struktur kain secara tradisional masih dilakukan secara manual, namun metode ini sangat tidak efisien (Meng, 2017).

Berdasarkan hasil kuesioner kepada orang awam dalam industri tekstil, mereka tidak pernah menganalisis struktur kain sendiri dan kesulitan jika menganalisis kain sendiri. Serta hasil kuesioner dari karyawan di industri tekstil. Mereka sering melakukan analisis struktur kain, terutama menganalisis kerapatan kain, nomor benang, dan pola tenun. Akan tetapi 71% dari

popularitas karyawan tekstil, sangatlah sulit untuk menganalisis kain dan membutuhkan waktu yang lama. Serta 79% dari popularitasnya, hasil analisis mereka tidak akurat.

Analisis otomatis karakteristik struktur kain sangat diperlukan untuk mengurangi waktu pengujian dan menghasilkan hasil analisis yang lebih akurat. Jing dkk (2015) menyatakan bahwa metode otomatis memiliki peran penting dalam menekan biaya tenaga kerja sekaligus meningkatkan kinerja perusahaan tekstil. Seiring dengan kemajuan teknologi komputer, banyak peneliti tekstil yang telah mengembangkan metode berbasis citra digital untuk menganalisis kain secara otomatis.

Beberapa metode pengolahan citra yang telah banyak digunakan oleh peneliti-peneliti dalam pembuatan sistem analisis secara otomatis. Pertama, terdapat metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), Shu dkk (2021) mengembangkan metode yang menggunakan GLCM untuk menganalisis distribusi spasial nilai skala keabuan dalam citra kain, sehingga dapat mengekstrak fitur teksturnya. Dalam penelitian tersebut, GLCM dapat membandingkan pola tekstur kain normal, tekstur latar belakang yang dipengaruhi oleh noise, serta area kain yang mengalami cacat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode GLCM menggunakan PCA–NLM yang diterapkan dalam deteksi cacat kain mampu mencapai tingkat akurasi 96,29%. Namun, penelitian hanya terbatas untuk deteksi cacat kain, sehingga dalam penelitian ini akan dikembangkan untuk analisis tekstur pola tenun.

Selain GLCM, metode kedua yaitu Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* juga sering digunakan dalam analisis pola data, prediksi, serta peramalan (Azizah, 2021). Dalam penelitian Xia S. (2020) mengenai prediksi kelenturan kain menggunakan BP Neural Network telah mengembangkan model yang memperkirakan koefisien kelenturan statis dan dinamis berdasarkan faktor seperti jumlah dan kepadatan benang lusi-pakan, berat kain per meter persegi, serta ketebalan kain. Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode ini dapat mencapai akurasi hingga 97,3%. Lebih lanjut, metode serupa juga diterapkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Ihsan F. M. dkk

(2022) tetapi untuk mendeteksi jenis daun herbal dari tanaman obat menggunakan kombinasi metode ekstraksi fitur GLCM dan jaringan saraf tiruan *Backpropagation* dengan hasil akurasi tinggi hingga 92% dalam identifikasi jenis daun herbal. Ini menunjukkan bahwa JST *Backpropagation* memiliki kapabilitas tinggi dalam pengenalan pola berbasis fitur citra, sehingga pada penelitian ini akan diterapkan juga untuk klasifikasi pola tenun.

Ketiga, metode Transformasi Fourier merupakan metode pengolahan citra yang sangat cocok untuk menganalisis arah pola berulang pada citra tekstur berskala abu-abu (Zhang dkk, 2015). Hal ini dikarenakan garis horizontal pada gambar asli (domain spasial) yang menunjukkan arah utama pemisahan kecerahan, akan muncul sebagai garis vertikal setelah transformasi Fourier (domain frekuensi) (Tunák, 2007). Ini menunjukkan bahwa garis pada gambar asli dan hasil transformasinya saling tegak lurus, sehingga memudahkan analisis arah benang. Dengan mengetahui arah benang lusi dan pakan dari hasil transformasi, analisis kerapatan kain dapat dilakukan secara otomatis (Zhang dkk, 2015);(Pan dkk, 2015). Selain itu, informasi frekuensi tersebut juga dapat digunakan untuk memperkirakan diameter benang dan menentukan nomor benang secara tidak langsung. Di luar bidang tekstil, Transformasi Fourier telah digunakan dalam bidang medis, seperti penelitian Thamizhvani dan Hemalatha (2024) yang menggunakan FFT 3D pada citra MRI untuk mendeteksi penyakit Alzheimer secara dini.

Untuk mencapai kebutuhan analisis struktur kain yang lebih akurat dan efisien, serta didukung oleh penelitian pengolahan citra sebelumnya, analisis otomatis yang menggunakan pengolahan citra dengan metode GLCM, JST *Backpropagation* serta Transformasi Fourier dapat menjadi solusi yang krusial dalam mengurangi waktu pengujian dan meningkatkan ketepatan hasil analisis struktur kain.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dijabarkan, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat sistem otomatis yang mampu memperoleh hasil analisis pola tenun, kerapatan kain dan nomor benang pada kain tenun.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat dihasilkan dari penelitian ini lebih condong pada bidang industri yaitu sistem yang dibuat dapat diaplikasikan di industri tekstil kain tenun sehingga meningkatkan efisiensi proses produksi di industri tekstil, serta sistem dapat dikembangkan untuk identifikasi jenis tekstil yang lain seperti kain rajut.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian memerlukan beberapa batasan struktur kain agar lebih terarah. Berikut batasan dalam penelitian ini

1. Jenis pola tenun kain berupa tenun polos, tenun kepar dan tenun satin,
2. Kerapatan kain untuk benang lusi dan pakan dalam ukuran satuan jumlah benang per inci,
3. Nomor benang lusi dan pakan pada kain dengan satuan Ne.

1.5 Orisinalitas Penelitian

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menganalisis struktur kain secara otomatis menggunakan perkembangan pengolahan citra seperti pada tabel 1.1

Tabel 1. 1 Kajian pustaka analisis kain menggunakan pengolahan citra

Tahun	Penulis	Judul	Metode	Gap Penelitian
2019	Wijayono A.	<i>Woven Fabric Density Measurement Using Image Processing Techniques</i>	Menghitung g piksel dari citra	Penelitian bergantung pada resolusi dan kualitas gambar dan belum mempertimbangkan analisis arah benang atau transformasi frekuensi seperti Fourier Transform, sehingga kurang akurat dalam mengukur kerapatan pada kain dengan pola kompleks atau berorientasi miring.
2019	Jiaping Li , Wendi Wang , Na Deng , Binjie Xin	<i>A Novel Digital Method for Weave Pattern Recognition Based on Photometric Differential Analysis</i>	a four-side illumination module, histogram equalization dan adaptive wiener filtering	Penelitian memerlukan sistem akuisisi gambar khusus dengan pencahayaan dari empat arah dan pengaturan lab yang rumit, kurang efisien

Tabel 1. 1 Kajian pustaka analisis kain menggunakan pengolahan citra (Lanjutan)

Tahun	Penulis	Judul	Metode	Gap Penelitian
2019	Shuo Meng, Ruru Pan, Weidong Gao, Jian Zhou, Jingan Wang, Wentao He	<i>Woven Fabric Density Measurement by Using Multi-scale Convolutional Neural Networks</i>	Multi-scale Convolutional Neural Networks dan Hough Transform	Penelitian ini memerlukan data latih yang sangat banyak dan belum melakukan analisis perhitungan nomor benang atau pola tenun
2018	Anila, Sheela Sobana Rani dan Saranya	<i>Fabric Texture Analysis and Weave Pattern Recognition by Intelligent Processing</i>	GLCM, Fuzzy C-Means Clustering (FCM), Linear Discriminant Analysis (LDA)	Penelitian hanya diaplikasikan pada kain rajut, belum diaplikasikan pada kain tenun
2016	Rui Zhang dan Binjie Xin	<i>An investigation of density measurement method for yarn-dyed woven fabrics based on dual-side fusion technique</i>	dual-side fusion technique. FFT dan IFFT techniques.	Diperlukan akuisisi citra ke dua sisi kain serta, penelitian ini belum menganalisis perhitungan nomor benang pada kain

Peneliti Wijayono A. (2019) berfokus pada pengukuran kerapatan kain tenun. Metode yang digunakan adalah menghitung piksel dari citra, namun metode tersebut bergantung pada resolusi dan kualitas gambar dan belum mempertimbangkan analisis arah benang atau transformasi frekuensi seperti Transformasi Fourier, sehingga kurang akurat dalam mengukur kerapatan pada kain dengan pola kompleks atau berorientasi miring. Pada tahun yang sama, Li dkk (2019) juga melakukan penelitian yang berfokus pada pola tenun dan nomor benang, menggunakan metode a four-side illumination module, histogram equalization, dan adaptive wiener filtering. Penelitian tersebut memerlukan sistem akuisisi gambar khusus dengan pencahayaan dari empat arah dan pengaturan lab yang rumit, sehingga kurang efisien jika diaplikasikan dalam indsutri tekstil.

Selanjutnya, Meng dkk (2019) juga melakukan penelitian tentang pengukuran kerapatan kain tenun. Penelitian tersebut menggunakan metode Multi-scale Convolutional Neural Networks dan Hough Transform. Penelitian ini memerlukan data latih yang sangat banyak serta belum melakukan analisis perhitungan nomor benang atau pola tenun. Melanjutkan kajian analisis pola tenun dan nomor benang, Anila dkk (2018) melakukan penelitian menggunakan metode GLCM, Fuzzy C-Means Clustering (FCM), dan Linear Discriminant Analysis (LDA), namun penelitian tersebut hanya diaplikasikan pada kain rajut, belum diaplikasikan pada kain tenun. Selain itu, Zhang dan Xin (2016) melakukan penelitian tentang metode pengukuran kerapatan untuk kain tenun yarn dyed menggunakan teknik dual-side fusion. Metode yang digunakan adalah dual-side fusion technique, FFT dan IFFT, akan tetapi dalam proses penelitian nya diperlukan akuisisi citra ke dua sisi kain serta belum menganalisis perhitungan nomor benang pada kain