



**PROPOSAL PENELITIAN
KUALIFIKASI**

**ADAPTASI TRANSFER LEARNING
UNTUK DETEKSI CACAT KAIN PUTIH DENGAN
PRODUKSI SISTEM ONLINE (ONE LINE)**

**Abdul Muchlis
99218016**

**PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS GUNADARMA
JULI 2021**

DAFTAR ISI

BAB 1	3
PENDAHULUAN	3
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat penelitian	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bentuk cacat kain	6
2.2 Metode deteksi cacat	8
2.3 Tranfer Learning.....	12
BAB III	16
RENCANA PENELITIAN	16
3.1 KONSEP PENELITIAN	16
3.2 Acquisition Image	16
3.2.1 Kamera termal.....	17
3.2.2 Kamera dengan cahaya putih, biru dan ultra violet.	18
REFERENSI	20

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai macam industri yang ada di dunia, industri tekstil adalah salah satu industri yang sangat bergantung pada kualitas pada kain. Pengendalian kualitas industri tekstil ini membutuhkan perhatian khusus dikarenakan masih banyak terdapat kesalahan, sehingga mengalami kerugian secara waktu dan biaya. (-Minal Patil, Sarita Verma, 2017; Mei, Wang and Wen, 2018) Berdasarkan data yang didapat 85 % cacat terdapat pada industri tekstil. Hal ini menyebabkan penurunan kualitas kain yang berpengaruh terhadap harga. Penurunan harga sekitar 45% - 65% dari harga normal berdasarkan penelitian (Habib *et al.*, 2014).

Industri kain terbagi menjadi 2 sistem berdasarkan proses produksi, yaitu sistem offline dan sistem online. Perbedaan dari keduanya terletak pada penempatan proses quality control terhadap proses produksi. Sistem offline yaitu proses produksi terpisah dengan proses quality control atau tidak dalam satu line produksi, sedangkan sistem online proses produksi dan quality control saling terhubung dan dalam sistem.

Pengendalian kualitas terdiri dari 2 metode, yaitu traditional dan modern. Metode traditional menggunakan visual manusia, sedangkan metode modern menggunakan alat bantu seperti kamera untuk menangkap gambar dan melanjutkan ke pengolahan gambar sehingga dapat mendeteksi cacat pada kain secara otomatis. (Ngan, Pang and Yung, 2011; -Minal Patil, Sarita Verma, 2017; S L *et al.*, 2017) Metode modern yang sudah dilakukan menggunakan statistical seperti teknik morfologi yang dilakukan oleh (Rebhi, Abid and Fnaiech, 2017), teknik spectral seperti gabor filter yang dilakukan (Jing *et al.*, 2014; Tong, Wong and Kwong, 2016) dan penelitian sebelumnya (Li, Zhao and Pan, 2017; Zhang *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2020) dengan teknik learning seperti CNN.

Berdasarkan penelitian tentang deteksi cacat kain diatas dapat disimpulkan flow research ke arah learning dengan penggunaan teknik learning terus dikembangkan, seperti penggunaan ANN artificial neural network dilakukan oleh (Shadika, Mulyana and Rendra, 2017) mendapatkan nilai akurasi sebesar 88%. Sedangkan metode CNN yang dilakukan (Zhang *et al.*, 2017) dengan mendeteksi cacat dengan 1 klasifikasi dapat menghasilkan nilai akurasi 98% dan penelitian (Ouyang *et al.*, 2019) dengan aktivasi layer mendapatkan nilai akurasi sebesar 96%. Berbeda yang dilakukan (Zhao *et al.*, 2020) yang menggunakan metode VLSTM (*visual long short term memory*), proses yang dilakukan merubah gambar menjadi menjadi 3 sub bagian secara paralel, bagian pertama untuk recognize dan identifikasi, bagian kedua untuk bentuk, edge dan warna, bagian ketiga untuk kontras, nilai akurasi yang didapatkan 95% pada 10.500 dataset dan 99% pada 500 dataset.

Setelah penggunaan CNN terus berkembang hingga saat ini penelitian cacat kain selanjutnya menggunakan metode transfer learning yaitu bagian dari deep learning yang merupakan adaptasi dari CNN. Arsitektur yang sudah dibuat dan sudah cerdas akan digunakan dengan permasalahan tertentu dan jumlah klasifikasi sesuai dari permasalahan. Hal ini telah dilakukan oleh (Gultom, Arymurthy and Masikome, 2018; Bandara *et al.*, 2019) dengan nilai akurasi diatas 90%. Deep learning dengan metode Res-Net untuk deteksi cacat kain dilakukan oleh (Hussain *et al.*, 2020) mendapatkan nilai akurasi sebesar 99% dengan dataset sebesar 3540 gambar.

Berdasarkan penelitian sebelumnya diatas, berbagai macam pola kain seperti jacquard, woven, dll yang menerapkan image processing untuk deteksi cacat kain. Hal tersebut belum diketahui apakah akurasi pada kain putih polos dapat memiliki akurasi yang tinggi jika menggunakan deep learning dengan arsitektur Res-Net dan VGG-Net. Dengan melakukan sistem online yang saling terhubung dari satu line ke line lainnya, maka penelitian ini menggunakan image processing untuk deteksi cacat kain yang terintegrasi dengan line lainnya, jika terjadi suatu cacat dan mengidentifikasi penyebab cacat, maka line penyebab cacat tersebut akan berhenti dan dilakukan perbaikan. Sehingga image processing digunakan untuk mengidentifikasi cacat, penyebab cacat serta menghentikan proses pada line tertentu yang menjadi penyebab cacat kain.

1.2 Rumusan Masalah

1. *Transfer learning* untuk deteksi cacat kain pada sistem online ?
2. Bagaimana kecepatan dan akurasi deteksi cacat kain ?
3. Bagaimanakah mengklasifikasikan cacat yang terjadi dan memberikan penjelasan penyebab cacat tersebut?
4. Bagaimanakah menghentikan alat produksi yang menjadi penyebab cacat dengan integrasi pada image processing ?

1.3 Batasan Masalah

1. Objek penelitian adalah kain putih polos dengan lebar kain 1.8 meter
2. Penggunaan transfer learning yaitu arsitektur VGG-Net pada CNN
3. Mengintegrasikan proses pengendalian kualitas dengan proses produksi kain lainnya.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Pemanfaatan transfer learning arsitektur Res-Net untuk mendeteksi cacat kain putih polos.
2. Mempercepat proses pengendalian kualitas dan mengetahui penyebab cacat kain.
3. Mengintegrasikan proses pengendalian kualitas dengan proses produksi kain lainnya dalam system one line.

1.5 Manfaat penelitian

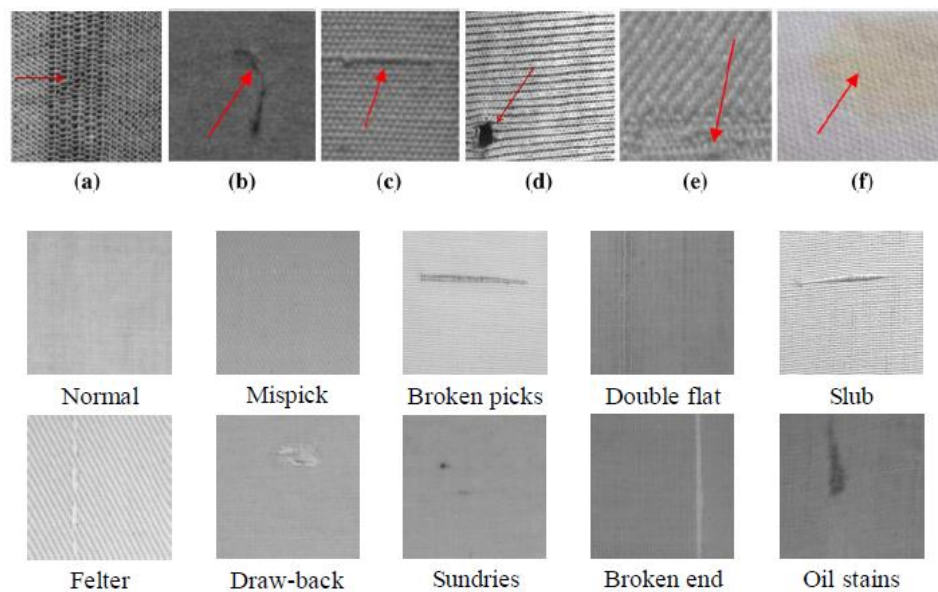
1. Memanfaatkan teknologi computer vision untuk menggantikan manusia dalam deteksi cacat kain.
2. Mengembangkan arsitektur Res-Net dan VGG-Net untuk deteksi cacat kain putih polos.
3. Mengurangi resiko cacat kain yang berkelanjutan.
4. Cepat dan efektif dalam melakukan penyelesaian terhadap penyebab cacat kain jika terdapat cacat kain.
5. Mengintegrasikan system pengendalian kualitas dengan system lainnya.

BAB II

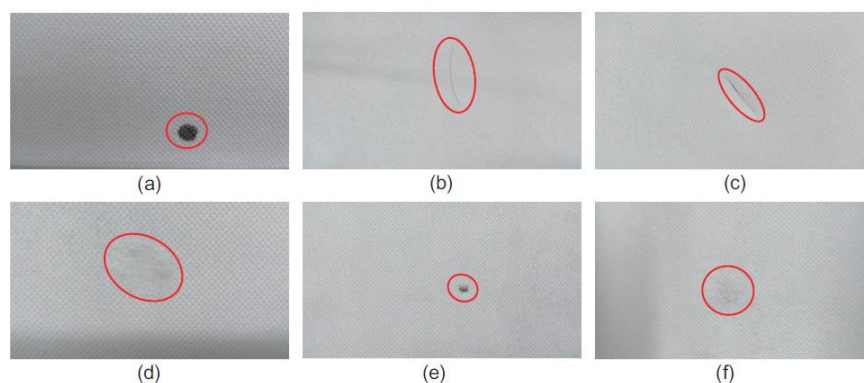
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bentuk cacat kain

Industri manufaktur memiliki kegagalan proses atau cacat produksi, hal ini terjadi dikarenakan beberapa faktor antara lain human error dan peralatan. Bentuk cacat kain terbagi menjadi 2 bagian utama. Major defect adalah cacat pada kain yang memberikan pengaruh pada daya jual kain dan memberikan potensi complain dari pembeli, sedangkan minor defect adalah kerusakan atau cacat tetapi tidak memberikan potensi komplain dari pembeli.



Gambar 1. Example defects namely (a) needle breaking, (b) weft curling, (c) slub, (d) hole, (e) stitching (f) rust stains.(Ngan, Pang and Yung, 2011; Zhao *et al.*, 2020)



Gambar 2. Perbedaan tipe pada cacat bahan cotton, dari (a) ke (f), klasifikasi cacat seperti oil polluted, heterozygous, scratched, flying-fiber, perforated dan tipe gauzy.(Mei, Wang and Wen, 2018)

Tabel 1. Tipe cacat kain.(Rebhi *et al.*, 2015)

Tipe cacat	Definisi	Sebab
Floats	Sebagian benang pada kain yang memanjang atau mengapung, tidak terikat, lebih dari dua atau lebih ujung atau pick yang berdekatan.	Hal ini disebabkan karena tidak adanya interlacement dari dua rangkaian benang
Hole	Area kain yang bebas dari benang warp dan benang weft.	Ini adalah kesalahan mekanis yang disebabkan oleh bagian mesin yang rusak
Oil stains	Disekitar kain mengandung titik oli	Ini disebabkan oleh terlalu banyak memberikan minyak pelumas pada bagian alat tenun atau dari sumber eksternal lainnya
Slubs	Ketebalan kain local yang tidak rata	Hal ini disebabkan oleh proses pemintalan benang.
Knots	Tempat kain di mana dua ujung benang telah diikat bersama-sama dan ujung simpul menonjol dari permukaan	Hal ini disebabkan oleh pengikatan gulungan benang menjadi satu.
Miss-end	Tidak ada benang pada kain untuk ukuran Panjang maupun pendek.	Hal ini karena warp yang salah atau karena warp yang rusak, atau benang warp yang tidak pernah diganti dengan yang lain
Miss-pick	Benang weft tidak ada di kain untuk jangka pendek atau Panjang jarak	Hal ini disebabkan oleh pemetikan yang salah atau jika penenun memulai kembali alat tenun setelah berhenti tanpa beradaptasi posisi untuk penyisipan baru

Untuk mengevaluasi utilitas pada percobaan terdapat 2 aspek: performance metrik image level dan pixel level. Langkah awal mengukur akurasi tangkapan gambar yang terdapat defective maupun defect-free. Istilah yang digunakan adalah DR detection rate, FR false alarm dan detection accuracy DA_{acc}. Berikut formula evaluasi permormance metrik.(Rajitha, Tiwari and Agarwal, 2015; Chang *et al.*, 2018; Mei, Wang and Wen, 2018)

$$D_R = \frac{TP}{N_{defect}} \times 100\%$$

$$F_R = \frac{FP}{N_{defect-free}} \times 100\%$$

$$D_{Acc} = \frac{TP + TN}{TP + FN + TN + FP} \times 100\%$$

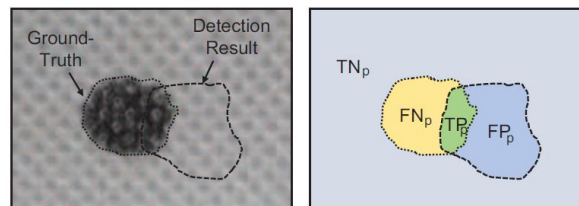
TP dan FN adalah rasio sampel cacat yang terdeteksi sebagai defect dan defect - free. TN dan FP adalah ratio pada sample defect free yang benar benar terdeteksi sebagai defect free dan kesalahan deteksi sebagai defect.

$$Recall = \frac{Tp_p}{Tp_p + FN_p} \times 100\%$$

$$Precision = \frac{Tp_p}{Tp_p + Fp_p} \times 100\%$$

$$F1 - measure = \frac{2 \cdot Precision \cdot Recall}{Precision + Recall} \times 100\%$$

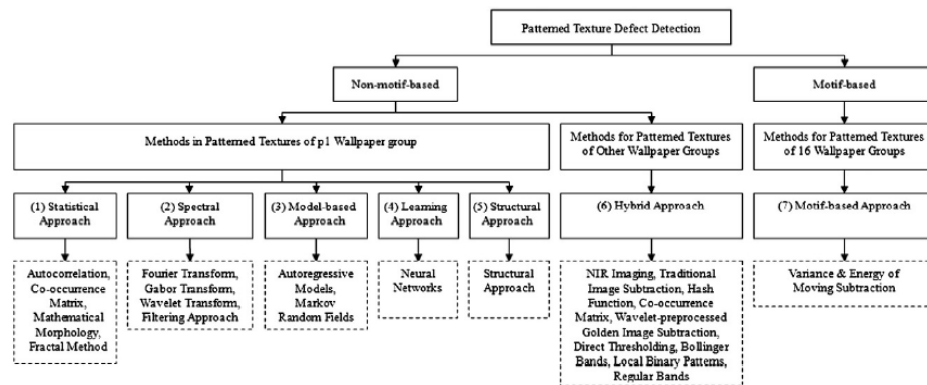
F1 – measure adalah indicator perbandingan evaluasi antara recall dan precision.



Gambar 3. Definisi indicator TNp, FNp, TPp, dan FPp. (Li, Zhao and Pan, 2017; Mei, Wang and Wen, 2018)

2.2 Metode deteksi cacat

Metode deteksi cacat dapat terbagi 2 kategori besar, kategori 1 adalah non-motif based seperti statical approach, spectral approach, model based approach, learning approach dan structural approach. Hal tersebut dapat dilihat dari gambar 3. (Ngan, Pang and Yung, 2011; Mei, Wang and Wen, 2018)



Gambar 4. Pattern texture deteksi cacat.

Metode yang dilakukan untuk kain berpola dapat dilakukan menggunakan analisa tekstur. Seperti yang diketahui untuk menganalisa tekstur menggunakan filter gray-scale. Metode analisa tekstur yang sudah dilakukan menggunakan statical approach, spectral approach dan learning approach.

Tabel 2. Tinjauan Pustaka

Tahun	Judul	Metode	Hasil
2017	Deformable Patterned Fabric Defect Detection With Fisher Criterion-Based Deep Learning	kain berpola, menggunakan Fisher criterion-based stacked denoising autoencoders (FCSDA) Langkah 1. Gambar kain dibuat dengan ukuran yang sama, sample kain keadaan cacat dan defect free digunakan sebagai utilitas untuk melatih FCSDA. Langkah kedua, pengujian pola dengan mengklasifikasikan kategori defect free dan defect.	Metode FSCD cukup efisien dapat memeriksa cacat untuk kedua periodik kain pola dan pola jacquard. Metode ini memberikan solusi untuk pemeriksaan cacat untuk tekstil berpola. Kami memperluas subjek penelitian dari polos, kepar dan berkala kain bermotif hingga kain jacquard yang lebih rumit. Keunggulan FCSDA

			<p>Mudah beradaptasi dengan variasi kecerahan dan deformasi, seperti skala dan rotasi varian sudut.</p> <p>Kedepannya mengeksplorasi cara mengintegrasikan metode ini menjadi sistem pemeriksaan cacat otomatis.</p> <p>Akurasi 98.60%</p>
2018	Automatic Fabric Defect Detection with a Multi-Scale Convolutional Denoising Autoencoder Network Model	<p>Metode unsupervised learning-based automated untuk mendeteksi dan memberikan lokasi kain yang cacat tanpa manual.</p> <p>Mengrekonstruksi pola gambar menggunakan konvolusi multiple gaussian pyramid.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hanya dapat di train dengan jumlah sedikit sample defect free. • Cukup akurat • Dapat mengatasi berbagai jenis kain dari sederhana maupun kompleks. 	<p>Model yang dibuat kuat dan akurat serta performance menunjukkan akurasi tinggi dan recall rate yang dapat diterima.</p> <p>Akurasi :</p> <p>MSCDAE : 85% DCT(discrete cosine transform: 80.5% PHOT :62 % NSLR : 75 %</p>
2013	Fabric Defect Detection Algorithm Using Morphological Processing and DCT	<p>Gray scale → primitive filtration → morphological → DCT and thresholding → final filtration.</p>	

2016	Differential evolution-based optimal Gabor filter model for fabric inspection	Optimasi parameter gabor filter. Tresholding dan fusion	<ul style="list-style-type: none"> • Cocok untuk real time. • Optimalisasi filter gabor sukses mendeteksi cacat dengan background gambar asli. • Mengurangi biaya komputasi.
2019	Fabric Defect Detection Using Activation Layer Embedded Convolutional Neural Network	Menggunakan aktivasi layer setelah dilakukan konvolusi. Hasil konvolusi image dari sebelumnya telah terdeteksi dan dibuat feature yang lebih spesifik menggunakan metode aktivasi layer. Jumlah sample data primer 1160 images	Tingkat precision 96 %. Penyebab error pada train dikarenakan : 1. Cacat yang kecil seperti knot burl tidak terdeteksi dengan baik.dll 2. kesalahan recognize gambar cacat.
2017	The Application of One-Class Classifier Based on CNN in Image Defect Detection	Menggunakan 4 layer, yaitu : 3 layer untuk konvolusi dan 1 layer untuk penggabungan feature. sample 400 image 4 ratio train data dengan tanpa cacat : cacat = 4:1, 10,1, 20:1, 40:1	Tingkat akurasi 95%. Semakin tinggi perbedaan ratio maka semakin akurat.

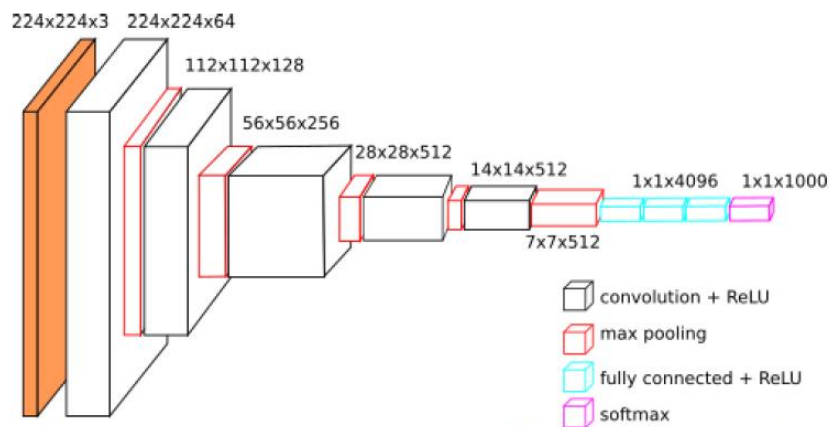
Tabel 3. Hasil penelitian metode modern

	Research						
Output	(Zhao <i>et al.</i> , 2020)	(Yildiz, Buldu and Demetgul, 2016)	(Li, Zhao and Pan, 2017)	(Zhang, Hu and He, 2017)	(Ouyang <i>et al.</i> , 2019)	(Zhang <i>et al.</i> , 2018)	(Yildiz, Buldu and Demetgul, 2016)
Average accuracy	95.73%	90.80%	98%	98,6%	95%	86,83%	96%
False Alarm	-	5%	2,5%	-	-	-	-
Sample	10500	385	2600	500	1160	276	385
Metode	VLSTM	KNN K = 3	Fisher Criterion	SVM	CNN (activation layer)	CNN	KNN (Thermal Camera)
Klasifikasi	supervised	Supervised	Supervised	-	-	-	-

2.3 Tranfer Learning

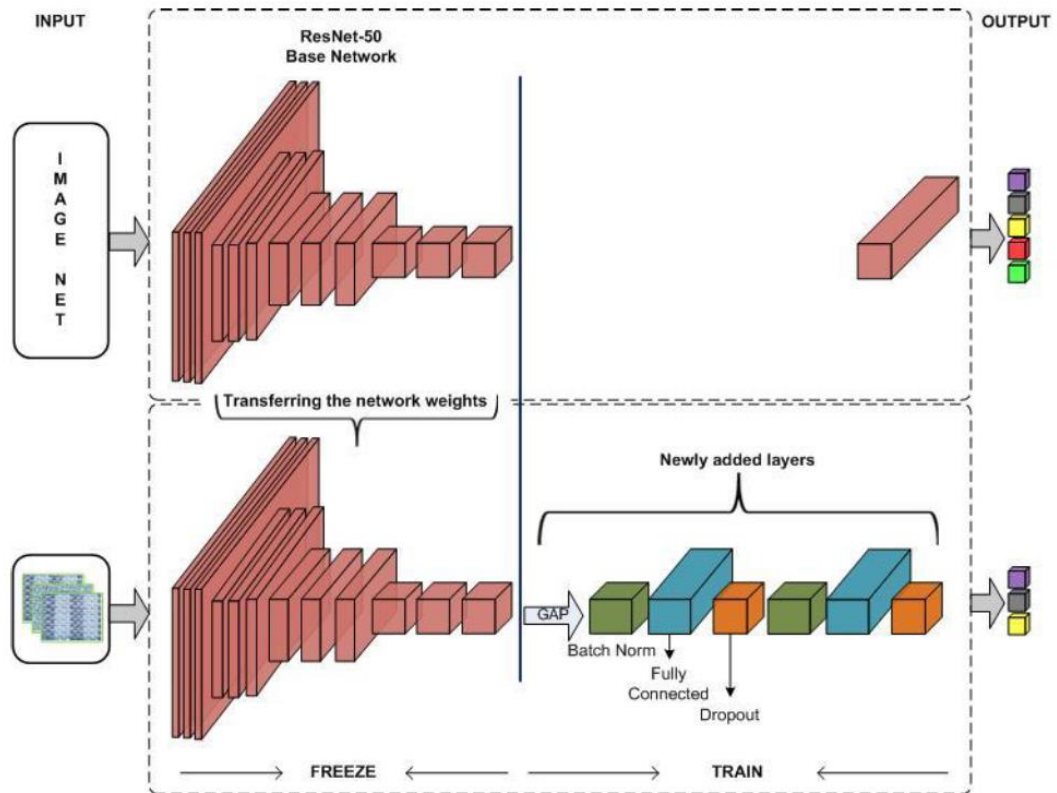
Transfer learning adalah metode yang memanfaatkan model yang sudah dibuat dan dilatih oleh pembuatnya terhadap suatu dataset untuk menyelesaikan permasalahan dan memodifikasi dan mengupdate parameternya sehingga sesuai dengan dataset yang disesuaikan terhadap kasus tertentu.

Seperti yang dilakukan Yohanes Gultom (Gultom, Arymurthy and Masikome, 2018), dengan bahan batik dan gambar sebanyak 603 foto dan dibagi menjadi 5 klasifikasi. Sedangkan arsitektur yang digunakan adalah VGG-16 yang merupakan buatan dari Universitas Oxford. dengan pembandingnya menggunakan SIFT dan SURF. Hasil akurasi yang didapatkan sebesar 89%, 93% dan 97%.

**Gambar 4. Arsitektur VGG-16.**

Transfer learning yang lainnya adalah menggunakan arsitektur VGG-16 dan Res-Net seperti yang dilakukan Muhammad Ather Iqbal Hussain.(Hussain *et al.*, 2020) Dengan memodifikasi arsitektur dan beberapa sib bagian dilakukan freeze agar tidak terjadi kerusakan learning pada arsitektur tersebut. Bagian yang

dimodifikasi adalah bagian akhir dari proses learning yaitu fully connected dan bagian klasifikasi menjadi 3 kelas klasifikasi. Input gambar dilakukan menggunakan image net sebesar 3540 gambar. Nilai akurasi menggunakan arsitektur VGG-16 dan Res-Net adalah sebesar 92% dan 99%.



Gambar 5. Framework model

Tabel 4. Hasil yang didapatkan dari VGG-16 dan Res-Net

	Research				
Output	(Gultom, Arymurthy and Masikome, 2018)	(Gultom, Arymurthy and Masikome, 2018)	(Gultom, Arymurthy and Masikome, 2018)	(Hussain <i>et al.</i> , 2020)	(Hussain <i>et al.</i> , 2020)
Average accuracy	89%	93%	97%	92%	99%
Sample	603	603	603	3540	3540
Metode Transfer learning	VGG-16	SIFT	SURF	VGG-16	ResNet

2.4 Metode Penelitian

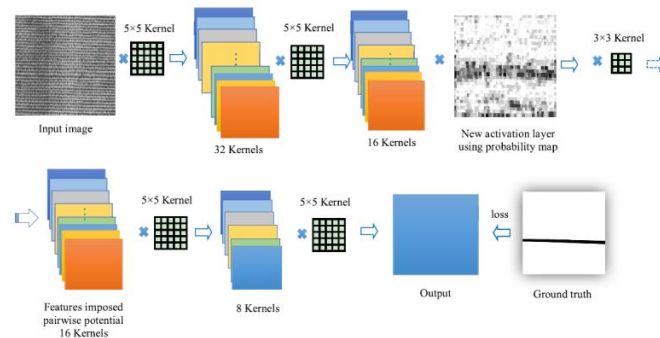
Visual manusia yang digantikan dengan teknologi image processing untuk deteksi cacat kain merupakan inti dari penelitian ini. Image tersebut harus diambil dengan kriteria tertentu, seperti:

1. Ukuran image
2. Format image
3. Kontras yang tinggi
4. Resolusi yang tinggi
5. Minimum noise
6. Image yang focus

Ukuran image sangat berpengaruh terhadap deep learning karena dapat menyebabkan pengenalan cacat kain tidak tepat dan membuat akurasi deteksi menjadi buruk. Oleh sebab itu diperlukan crop size setelah pengambilan gambar. Format image yang akan dilakukan saat train dan tes harus pada format yang sama, hal ini dikarenakan tidak adanya loss saat melakukan train maupun tes. Kontras yang tinggi dimaksudkan adalah untuk memberikan batasan atau boundary pada bagian cacat di kain. Resolusi tinggi digunakan hanya untuk tahap awal pengambilan gambar yang kemudian akan diolah menjadi resolusi yang kecil untuk mempercepat proses train dan tes data. Minimum noise digunakan agar gambar terlihat jernih dan bagian terkena noise tidak dianggap sebagai cacat pada kain.

Pada kain bermotif dan berpola hal ini sangat sulit jika dilakukan menggunakan konvensional. Berdasarkan penelitian (Li, Zhao and Pan, 2017), metode yang dilakukan adalah fisher criterion untuk mencari fitur pada gambar kain berpola. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan 4 filter. Data gambar yang digunakan sebesar 2600 image, data gambar tersebut dibagi dua yaitu train dan test, dalam proses train digunakan 2000 image dan data test sebesar 600 image yang terbagi menjadi 400 image non defect dan 200 terdapat defect. Nilai detection rate sebesar 92.50 % dan overall detection rate sebesar 95.83%.

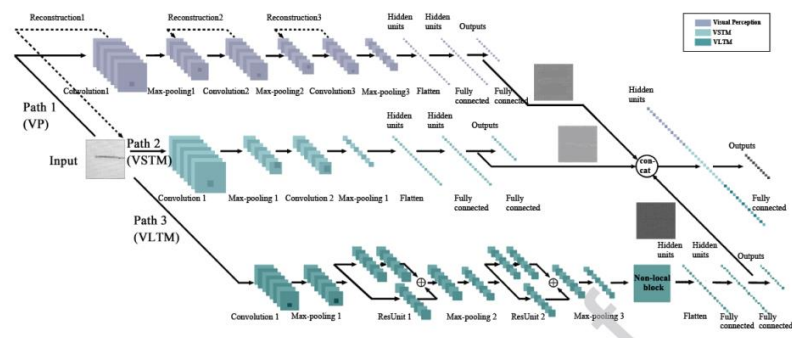
Penelitian yang dilakukan Wenbi Ouyang dalam mendeteksi defect kain tenun menggunakan teknologi kombinasi dari image preprocessing, penentuan motif kain, lokasi cacat dan CNN (convolutional neural network). Metode konvolusi pada CNN melakukan filtering image secara otomatis pada setiap piksel gambar, kemudian feature tersebut terdapat bagian – bagian yang negative. Negative inilah yang dihilangkan dengan ReLu sehingga feature tersebut dapat memiliki feature baru. Feature baru ini dilakukan pooling sehingga piksel semakin kecil dan memiliki feature yang unik. Feature unik ini akan dilakukan matching pada label pada defect kain (softmax). Arsitektur CNN pada penelitian menggunakan 5x konvolusi dengan 2 filter pertama menggunakan 5x5 kernel dan ketiga 3x3 kernel selanjutnya 4 dan 5 menggunakan 5x5 kernel. Seperti pada gambar dibawah ini. (Ouyang *et al.*, 2019)



Gambar 6. Arsitektur CNN dengan fisher criterion

Berdasarkan penelitian (Zhao *et al.*, 2020) persepsi visual manusia dan mekanisme memori visual menginspirasi untuk membuat model dalam mengklasifikasikan defect pada kain. Model ini adalah (VLSTM) visual long-short-term memory. Arsitektur model ini terbagi menjadi 3 bagian yang menjadi tiruan dari otak manusia. Bagian 1 disebut VP (visual perception), bagian kedua VSTM (Visual short term memory) dan bagian ketiga VLTM (Visual short term memory).

VP adalah kemampuan untuk mempresentasikan objek. VP ini mempresentasikan klasifikasi basic level seperti great constrain yang mempresentasikan gambar objek, pada kasus ini menggunakan SCAE (stacked convolutional autoencoders). Penelitian utama yang dilakukan oleh Yudi Zhao adalah VSTM dan VLTM. Kapasitas penyimpanan terbatas (VSTM) mengekstrak nilai atau informasi kekasaran, tepi bentuk dan warna benda. Sedangkan VLTM berperan dalam hal kontras pada gambar yang mengandung informasi spesifik. Arsitektur model ini dapat dilihat pada gambar 7.

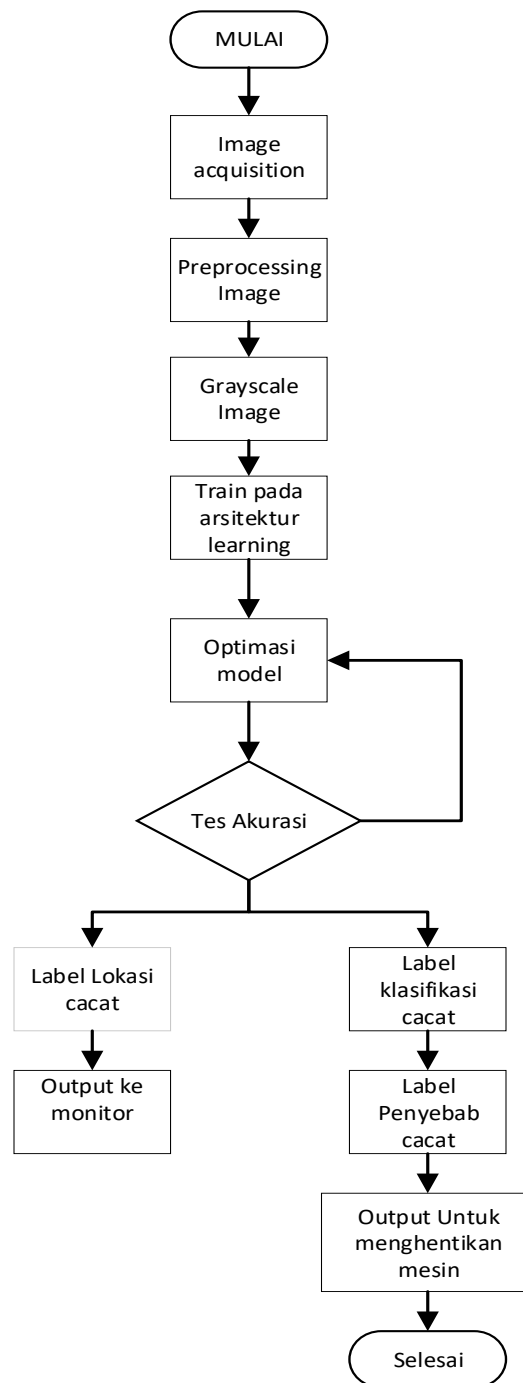


Gambar 7. Integrated model structure.

BAB III RENCANA PENELITIAN

3.1 KONSEP PENELITIAN

Untuk mempermudah dalam melakukan penelitian, maka dibuat sebuah flowchart agar penelitian tidak menyimpang dan salah. Berikut flowchart penelitian

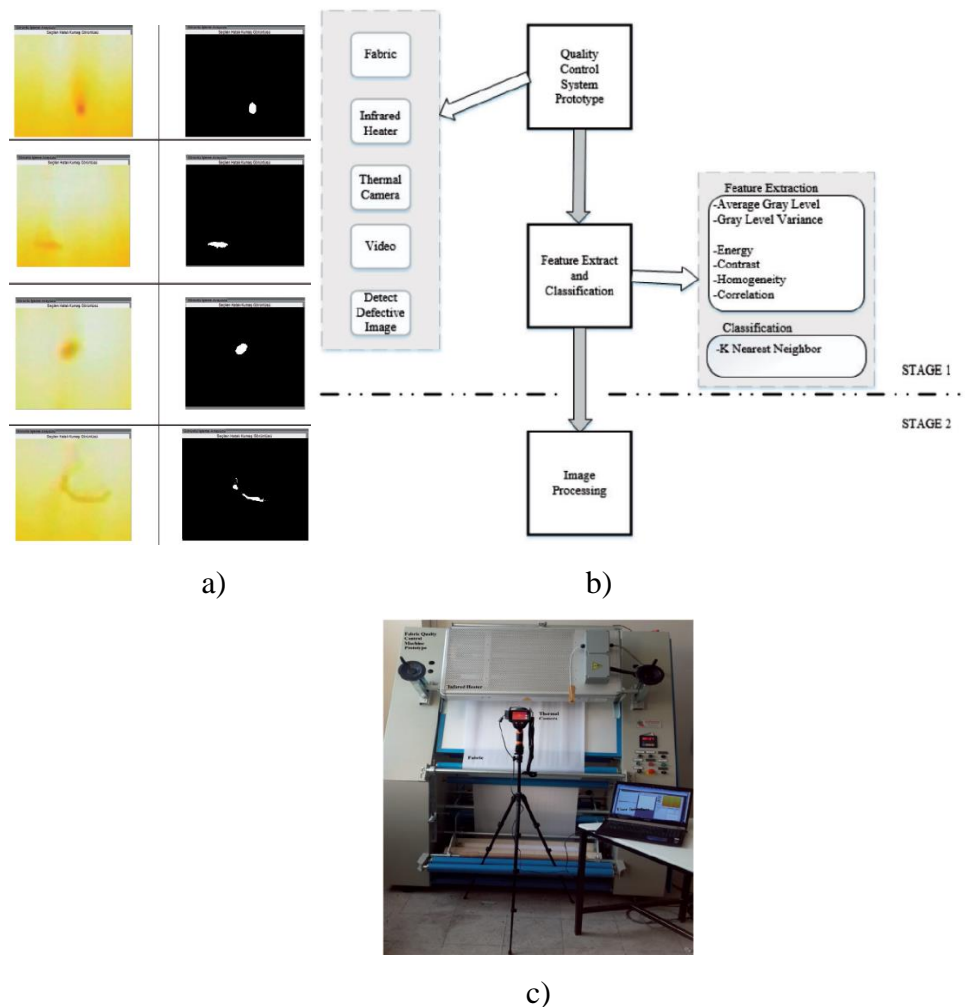


3.2 Acquisition Image

Acquisition image sangat penting perannya untuk menghasilkan akurasi yang baik. Oleh sebab itu ada beberapa penelitian terdahulu melakukan beberapa metode dalam mengambil gambar kain. Hal tersebut dapat dilihat dibawah ini.

3.2.1 Kamera termal

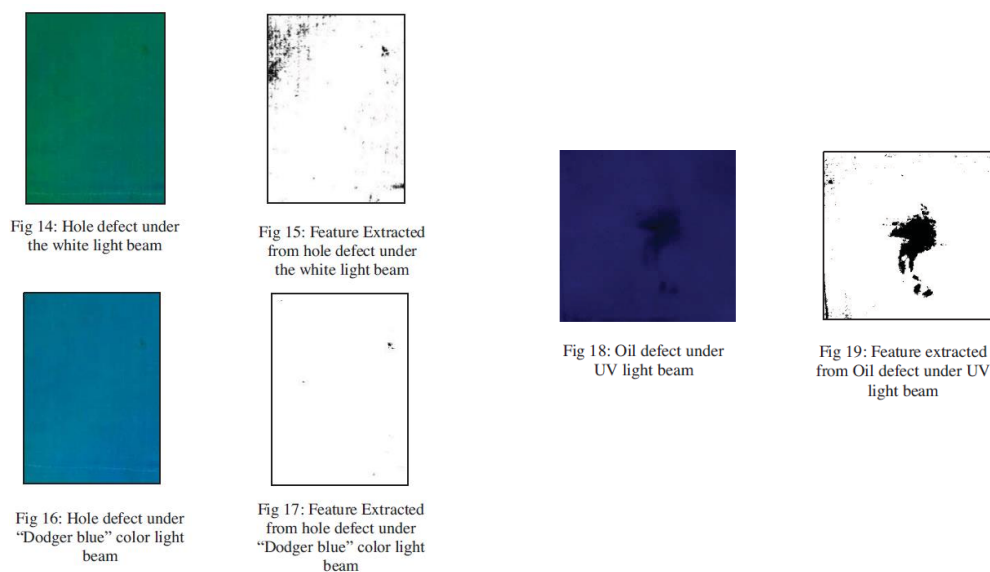
Kamera termal digunakan untuk mengenali cacat pada kain, dengan menggunakan GLCM (grey level Co-occurrence matrix) hal ini sangat membantu untuk melihat tepi pada bagian yang cacat. Berikut adalah hasil foto gambar dan skema acquisition image.



Gambar 8. a) Hasil foto, b) Skema acquisition image dan c) system quality control.(Yıldız, Buldu and Demetgul, 2016)

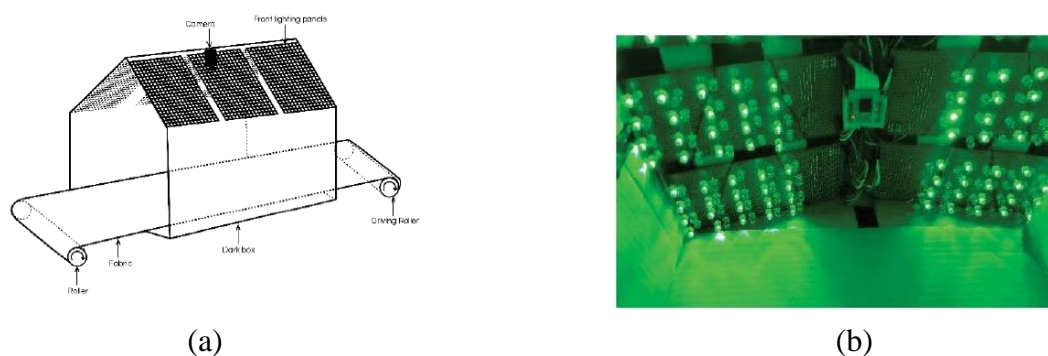
3.2.2 Kamera dengan cahaya putih, biru dan ultra violet.

Berbeda dengan penelitian yang melakukan perbandingan pengaruh warna cahaya dalam hal mendeteksi cacat kain. Seperti yang dilakukan (Bandara *et al.*, 2019), warna yang dipilih adalah warna putih, dodger blue dan ultra violet. Penelitian ini menghasilkan bahwa untuk cacat kain yang disebabkan karena oli sangat jelas terlihat jika menggunakan lampu ultra violet, sedangkan sebaliknya jenis cacat kain yang disebabkan bukan oli lebih baik jika menggunakan lampu putih atau dodge blue. Sperti yang terlihat dibawah ini.



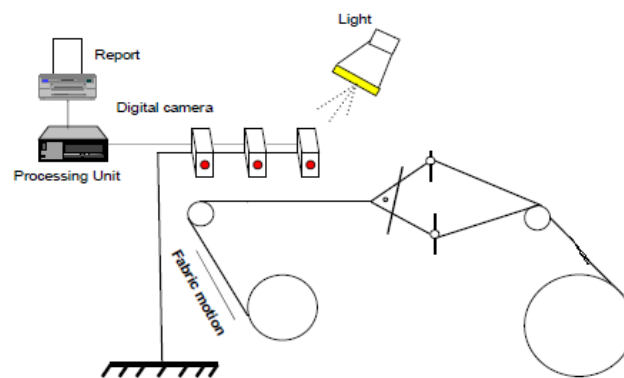
Gambar 9. Hasil gambar menggunakan cahaya yang berbeda.(Bandara *et al.*, 2019)

Berikut adalah skema dalam melakukan acquisition image.



Gambar : (a) skema prototype, (b) Posisi lightning (Bandara *et al.*, 2019)

Skema yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan kamera telepon selular, hal ini berdasarkan bahwa telepon selular sudah memiliki resolusi yang tinggi dan mudah dalam perawatan. Selain itu untuk menghindari miss dalam pengambilan gambar pada kain dengan lebar 1.8 meter, maka digunakan 3 buah kamera dari telepon selular yang diletakkan sejajar yang bekerja secara parallel. Selain itu diberikan cahaya pada atas kain dan bawah kain agar hasil foto yang didapat baik dan sedikit mengalami noise. Skema tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar : Skema aquisition image penelitian

REFERENSI

-Minal Patil, Sarita Verma, J. W. (2017) '9A review of automatic fabric defect detection techniques', *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*.

Bandara, P. *et al.* (2019) 'Automated fabric defect detection', in *18th International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions, ICTer 2018 - Proceedings*.

Chang, X. *et al.* (2018) 'Fabric Defect Detection Based on Pattern Template Correction', *Mathematical Problems in Engineering*.

Gultom, Y., Arymurthy, A. M. and Masikome, R. J. (2018) 'Batik Classification using Deep Convolutional Network Transfer Learning', *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*.

Habib, T. *et al.* (2014) 'Automated Fabric Defect Inspection: A Survey of Classifiers', *International Journal in Foundations of Computer Science & Technology*.

Hussain, M. A. I. *et al.* (2020) 'Woven fabric pattern recognition and classification based on deep convolutional neural networks', *Electronics (Switzerland)*.

Jing, J. *et al.* (2014) 'Supervised defect detection on textile fabrics via optimal Gabor filter', *Journal of Industrial Textiles*.

Li, Y., Zhao, W. and Pan, J. (2017) 'Deformable Patterned Fabric Defect Detection with Fisher Criterion-Based Deep Learning', *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 14(2), pp. 1256–1264.

Mei, S., Wang, Y. and Wen, G. (2018) 'Automatic fabric defect detection with a multi-scale convolutional denoising autoencoder network model', *Sensors (Switzerland)*, 18(4).

Ngan, H. Y. T., Pang, G. K. H. and Yung, N. H. C. (2011) 'Automated fabric defect detection-A review', *Image and Vision Computing*. Elsevier Ltd, pp. 442–458.

Ouyang, W. *et al.* (2019) 'Fabric Defect Detection Using Activation Layer Embedded Convolutional Neural Network', *IEEE Access*.

Rajitha, B., Tiwari, A. and Agarwal, S. (2015) 'A new local homogeneity analysis method based on pixel intensities for image defect detection', in *2015 IEEE 2nd International Conference on Recent Trends in Information Systems, ReTIS 2015 - Proceedings*.

Rebhi, A. *et al.* (2015) 'Fabric Defect Detection Using Local Homogeneity Analysis and Neural Network', *Journal of Photonics*.

Rebhi, A., Abid, S. and Fnaiech, F. (2017) 'Fabric defect detection using local homogeneity and morphological image processing', in *IPAS 2016 - 2nd International Image Processing, Applications and Systems Conference*.

S L, B. *et al.* (2017) 'Fabric Fault Detection using Image Processing Method', *IJARCCCE*.

Shadika, Mulyana, T. and Rendra, M. (2017) 'Optimizing Woven Curtain Fabric Defect Classification using Image Processing with Artificial Neural Network Method at PT Buana Intan Gemilang', in *MATEC Web of Conferences*.

Tong, L., Wong, W. K. and Kwong, C. K. (2016) 'Differential evolution-based optimal

Gabor filter model for fabric inspection', *Neurocomputing*.

Yildiz, K., Buldu, A. and Demetgul, M. (2016) 'A thermal-based defect classification method in textile fabrics with K-nearest neighbor algorithm', *Journal of Industrial Textiles*.

Zhang, H., Hu, J. and He, Z. (2017) 'Fabric defect detection based on visual saliency map and SVM', in *2017 2nd IEEE International Conference on Computational Intelligence and Applications, ICCIA 2017*.

Zhang, H. W. *et al.* (2018) 'Yarn-dyed fabric defect detection with YOLOV2 based on deep convolution neural networks', in *Proceedings of 2018 IEEE 7th Data Driven Control and Learning Systems Conference, DDCLS 2018*.

Zhang, M. *et al.* (2017) 'The Application of One-Class Classifier Based on CNN in Image Defect Detection', in *Procedia Computer Science*.

Zhao, Y. *et al.* (2020) 'A visual long-short-term memory based integrated CNN model for fabric defect image classification', *Neurocomputing*.