

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KERUSAKAN POLA BATIK MENGGUNAKAN METODE TEMPLATE MATCHING

Fahmi Adyatma Haris¹⁾ Heri Pratikno²⁾ Musayyanah³⁾

Program Studi/Jurusan Teknik Komputer

Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya

Jl. Raya Kedung Baruk 98 Surabaya, 60298

Email: 1)15410200065@stikom.edu 2)heri@stikom.edu, 3)musayyanah@stikom.edu

Abstrak: Batik merupakan salah satu warisan dan kerajinan budaya yang memiliki tingkat seni yang banyak diekspor ke berbagai negara di seluruh dunia. Besarnya pasar yang sudah dimiliki selama ini tidak diimbangi dengan peningkatan kualitas terhadap kain batik itu sendiri. Oleh karena itu perlu dilakukan proses sortir yang bertujuan untuk membedakan pola batik untuk meminimalisir kecacatan pada kain yang dijual dipasaran maupun yang diekspor. Proses penyortiran kerusakan pola batik yang ada selama ini masih konvensional dengan menggunakan indera penglihatan manusia. Dibuatlah suatu sistem yang memiliki cara kerja seperti mata manusia dalam mendeteksi kerusakan pada pola batik yaitu menggunakan kamera dan conveyor sebagai penggerak kain batik yang disortir. Dalam melakukan pemrosesan pola batik diperlukan suatu metode yang dapat membedakan pola benar dan rusak yaitu Template Matching. Hasil dari pengujian yang didapatkan pada penelitian ini berupa akurasi pencocokan pola batik yang benar serta kecepatan berdasarkan besar nilai PWM dari conveyor yang dihasilkan. Akurasi dari proses pencocokan pola pada kain batik Surya Majapahit yaitu sebesar 83,3% dengan kecepatan tertinggi dengan nilai PWM 50.

Kata Kunci: Batik, *Template Matching*, *Conveyor*, PWM.

PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu warisan dan kerajinan budaya yang memiliki tingkat seni yang tinggi. Indonesia memiliki banyak sekali batik dari setiap pelosok daerah yang memiliki ciri khas masing-masing yang menggambarkan budaya yang ada di sekitar daerah tersebut. Karena banyaknya jenis batik dari setiap daerah di Indonesia, UNESCO telah menetapkan bahwa batik adalah salah satu warisan budaya yang berasal dari Indonesia pada tanggal 2 Oktober 2009 yang setiap tahunnya diperingati sebagai hari batik nasional.

Di Indonesia batik terdapat ratusan bahkan ribuan jenis batik. Berdasarkan proses pembuatannya batik dibagi menjadi tiga. Pertama batik tulis, merupakan batik yang dibuat menggunakan sebuah alat bernama canting. Pembuatan batik ini memakan waktu 2 sampai 3 bulan. Karena prosesnya yang lama batik tulis terkenal memiliki harga yang tinggi, selain prosesnya yang lama pembuatan batik tulis memiliki kesulitan yang tinggi sehingga

memerlukan keuletan dan kemampuan yang memadai. Kedua adalah batik cap, biasanya pembuatan jenis batik ini lebih cepat dari batik tulis yaitu berkisar antara 2 sampai 3 hari. Batik cap dikerjakan secara manual dengan alat cap bermotif tertentu. Ketiga yaitu batik sablon atau batik *printing*. Proses pencetakan pola pada jenis ini cukuplah mudah seperti pembuatan sablon kaos pada umumnya. Dibandingkan dengan jenis lainnya, batik sablon tergolong murah karena tingkat kesulitan dan pengerjaannya cepat serta memiliki kualitas yang rendah, karena lilin atau cat tidak menyerap pada kain sehingga menyebabkan motif mudah pudar dan luntur.

Dalam bidang ketenagakerjaan, industri kerajinan batik mampu menyerap tenaga kerja yang cukup besar. Industri ini dapat menyerap 15.000 orang di 101 sentra UKM yang sebagian besar berada di Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada tahun 2017 nilai ekspor batik dan produk batik mencapai USD

58,46 juta atau setara Rp. 820,4 miliar (kurs Rp. 14.000/USD) dengan negara tujuan Jepang, Amerika Serikat, dan Eropa (Kementerian Perindustrian, 2018).

Melihat persentase diatas maka batik merupakan salah satu dari banyaknya komoditi yang dapat memberikan devisa negara. Dengan demikian komoditi batik perlu diperhatikan dalam hal kualitas ataupun kuantitas pada sektor produksi. Salah satunya adalah mengurangi kesalahan pada proses produksinya yaitu adanya kerusakan pada kain dan motif batik. Jenis kerusakan batik yang paling utama adalah tinta yang meluber, pola bertumpuk, dan kesalahan pada pengulangan tekstur pola. Untuk menekan angka kesalahan pada produksi dikarenakan polanya, maka dalam penelitian ini dibuat sistem pemantauan pada pola batik. Untuk mendeteksi kerusakan polanya pada sistem ini dilakukan perekaman pola batik menggunakan proses pengolahan citra digital.

Banyak penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, namun kebanyakan penelitian yang dilakukan mengenai pola batik yaitu pengenalan pola batik yang digunakan untuk membedakan berbagai jenis pola batik (Yodha & Kurniawan, 2014). Terdapat juga penelitian tentang deteksi kerusakan tekstil yang tidak berpola atau polos (Dananjaya, 2017).

Template Matching adalah salah satu metode dalam Teknik Pengolahan Citra Digital yang bekerja dengan cara membandingkan gambar template atau sampel ke dalam gambar testing untuk menemukan suatu pola yang benar dalam gambar testing. Dalam beberapa penelitian *Template Matching* dapat digunakan untuk pengklasifikasian suatu objek salah satunya sidik jari (Leksono, Hidayatno, & Isnanto, 2011). Metode ini berfungsi membandingkan pola sidik jari sampel dengan pola sidik jari uji sehingga sistem dapat mengetahui pola sidik jari secara akurat.

Untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi, penelitian ini dibuat dan dirancang untuk mendeteksi kerusakan pola batik menggunakan metode *template matching*. Jenis batik yang dijadikan objek penelitian yaitu batik Surya Majapahit. Jenis ini memiliki berbagai macam variasi dan model, salah satunya yaitu batik Surya Majapahit tanpa isen-isen atau motif pelengkap disekitar motif utama pada batik. Adapula jenis bati Surya Majapahit dengan banyak isen-isen sebagai aksan yang memperindah motif batik tersebut. Berikut ini adalah motif batik Surya Majapahit dengan isen-isen dan tanpa isen-isen.



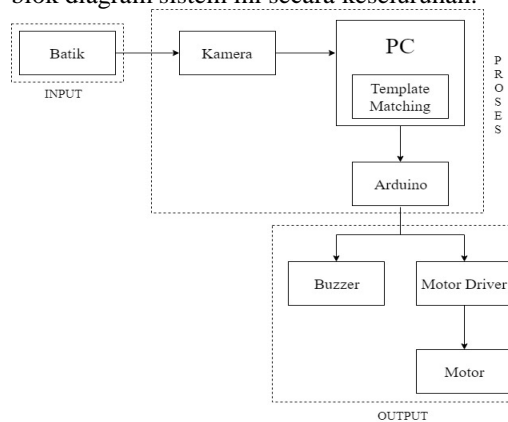
Gambar 1. Cetakan pola Batik Surya Majapahit dengan Isen-isen



Gambar 2. Cetakan pola Batik Surya Majapahit tanpa Isen-isen

METODE PENELITIAN

Pada perancangan sistem ini dibagi menjadi 3 yaitu perancangan mekanik, perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Pada gambar 3 adalah blok diagram sistem ini secara keseluruhan.



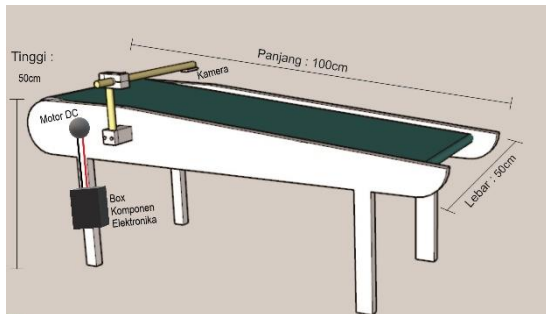
Gambar 3. Blok diagram keseluruhan sistem

Gambar 3 di atas menjelaskan tentang blok diagram keseluruhan sistem deteksi kerusakan pola batik. Berikut penjelasan secara garis besar:

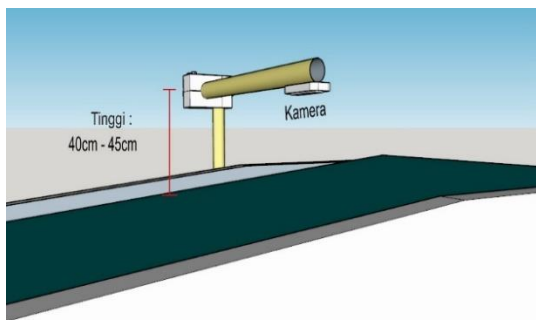
Ketika sistem ini berjalan conveyor berputar untuk menjalankan kain batik yang diambil gambarnya melalui kamera. Conveyor digerakkan oleh motor DC yang diatur kecepatannya oleh motor driver melalui perintah Arduino. Selanjutnya gambar yang telah diambil dengan kamera diproses oleh PC secara real time melalui beberapa tahapan sehingga sistem dapat mengetahui tingkat kecocokan pada pola kain tersebut. Jika pola yang diuji masih memiliki kecocokan yang tinggi atau dianggap benar maka sistem tetap berjalan, tetapi jika pola yang diuji memiliki kecocokan yang rendah atau dapat dikategorikan rusak maka sistem mendeteksi kesalahan pada pola tersebut dengan menghentikan motor sebagai aktuator conveyor dan menyalakan buzzer sebagai alarm.

A. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras pada sistem ini berbentuk *conveyor* yang berfungsi untuk menjalankan kain batik secara otomatis. Pada gambar 4 dan gambar 5 adalah bentuk perangkat keras dari sistem ini.

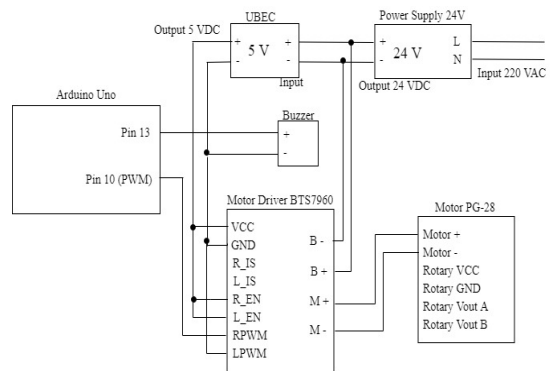


Gambar 4. Desain 3D *Conveyor* tampak samping



Gambar 5. Desain 3D letak kamera

Rangkaian elektronika adalah salah satu komponen perangkat keras yang ada pada sistem ini. Pada gambar 6 adalah skema rangkaian elektronika sistem ini.



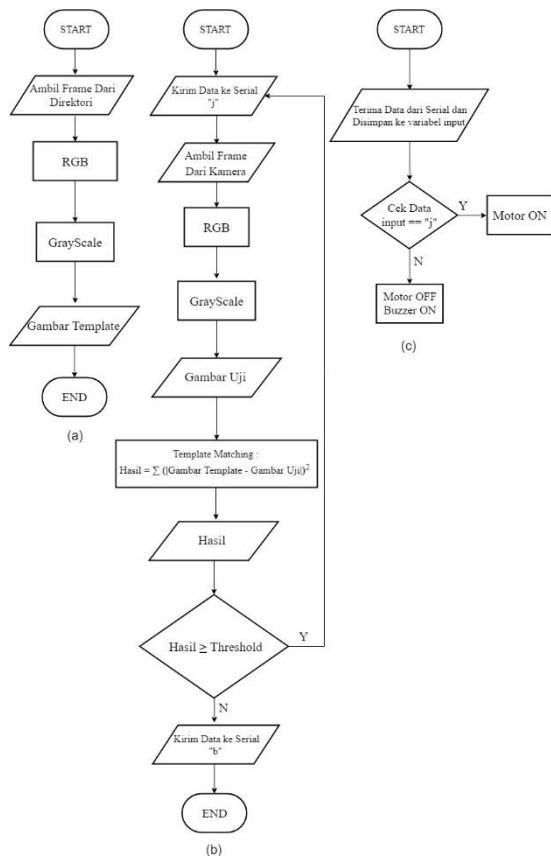
Gambar 6. Skema rangkaian elektronika

Dapat dilihat pada gambar 6, sistem pada conveyor ini mempunyai dua sumber tegangan yaitu sebesar 24V dan 5V, dimana sumber tegangan 24V digunakan sebagai sumber tegangan input motor driver untuk menggerakkan aktuator berupa motor, dan untuk sumber tegangan 5V digunakan sebagai sumber tegangan kontroler, motor driver. Motor driver yang digunakan adalah motor driver dengan kapasitas ampere yang cukup besar yaitu sebesar 30 ampere sesuai dengan tipenya BTS7960, pada penelitian ini motor driver mengendalikan motor DC dengan sumber tegangan 24V yang berasal dari baterai power supply 24V. Untuk mengendalikan motor driver ini diperlukan sebanyak 3 masukan yaitu direksi 1, direksi 2, dan kontrol PWM. Direksi 1 dan direksi 2 digunakan sebagai menentukan arah putaran motor, saat diberi dengan kondisi (high) untuk direksi 1 dan (low) untuk direksi 2 maka motor berputar searah jarum jam dan berlaku juga sebaliknya, namun arah putaran motor juga dapat dipengaruhi dari input sumber tegangan motor yang dibalik untuk port M+ atau M- pada motor driver. Untuk kontrol PWM dilakukan dengan memberikan input berupa pulsa dengan perbandingan duty cycle sesuai kebutuhan guna menentukan kecepatan putar motor DC menggunakan port B+ dan B- sebagai supply daya 24V dari catu daya untuk motor beroperasi.

Cara kerja perangkat keras ini yaitu menggerakkan motor sebagai aktuator *conveyor* yang bertujuan supaya kain batik dapat bergerak secara otomatis. Proses ini memudahkan kamera untuk menangkap satu pola batik yang dipeoses melalui pengolahan citra digital.

B. Perancangan Perangkat Lunak (*software*)

Selain perancangan perangkat keras (*hardware*), terdapat perancangan perangkat lunak (*software*) yang merupakan komponen utama dalam sistem ini. Terdapat 2 jenis perancangan perangkat lunak yaitu perancangan perangkat lunak pada Arduino untuk menggerakkan aktuator dan perancangan perangkat lunak untuk proses deteksi pola batik dengan teknik pengolahan citra digital. Gambar 7 adalah *flowchart* perancangan perangkat lunak pada sistem secara keseluruhan.



Gambar 7. *Flowchart* keseluruhan sistem

1. Perancangan Perangkat Lunak Arduino

Perancangan perangkat lunak pada Arduino berperan untuk menggerakkan aktuator pada *conveyor* yaitu motor supaya kain batik dapat berjalan yang nantinya diambil oleh kamera sebagai satu pola yang diproses oleh komputer sebagai *device* yang dari berjalannya metode *template matching*. Motor juga berfungsi untuk mengatur kecepatan jalannya kain untuk menguji kecepatan dan akurasi metode *template matching*.

Untuk menghubungkan kedua perangkat

lunak dengan *device* yang berbeda perlu melakukan komunikasi serial untuk mengetahui bahwa jika sistem mendeteksi adanya kerusakan pada pola batik maka komputer sebagai *device* yang menjalankan proses pengolahan citra digital mengirim karakter melalui serial untuk menghentikan *conveyor* untuk mengetahui bahwa sistem mendeteksi error atau kesalahan yang terdapat pada pola batik yang diuji.

2. Perancangan Perangkat Lunak Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah proses terpenting dari sistem ini yang melakukan proses pencocokan pola yang ditangkap oleh kamera sebagai satu pola yang diuji kemiripannya dengan pola *sample* yang dianggap benar. Metode *template matching* adalah salah satu teknik pengolahan citra digital yang diadaptasi dari otak kita untuk mengenali bentuk-bentuk dan pola-pola yang kita pelajari sebelumnya (Leksono et al, 2011). Metode ini umum digunakan untuk mencocokkan dua matriks atau gambar dengan tingkat akurasi yang cukup besar. Tetapi akurasi yang besar tersebut memiliki kekurangan yaitu perhitungan dan penyimpanan data yang cukup besar supaya mendapatkan hasil yang optimal.

Salah satu algoritma *template matching* yang umum dipakai yaitu SAD (*Sum Absolute Difference*). Algoritma ini bekerja dengan membandingkan kemiripan citra setiap piksel dari suatu gambar *sample* dan gambar uji. *Template matching* memiliki rumus sebagai berikut.

$$s(T - I) = \sum (|T_{(x,y)} - I_{(i,j)}|)^2 \quad (1)$$

Keterangan:

s(T-I): selisih antara matriks T(x,y) dan I(i,j).

T(x,y): matriks yang mewakili citra input.

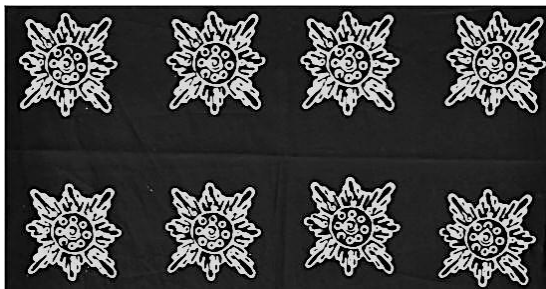
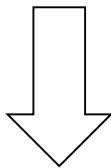
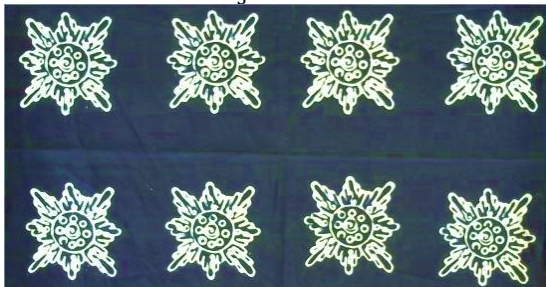
I(i,j): matriks yang mewakili citra template.

Pada implementasi dari rumus tersebut dilakukan normalisasi untuk mendapatkan nilai kemiripan mendekati 1 jika gambar uji memiliki kemiripan yang tinggi dengan gambar template dan semakin dekat 0 jika gambar uji memiliki tingkat kemiripan yang rendah. Berikut adalah rumus normalisasi dari Sum Absolute Difference.

$$s(T - I) = \frac{\sum (|T_{(x,y)} - I_{(i,j)}|)^2}{\sqrt{\sum (T_{(x,y)})^2 \cdot \sum (I_{(i,j)})^2}} \quad (2)$$

Urutan proses dari algoritma *template matching* sangat mudah yaitu dengan mengubah citra atau gambar yang telah ditangkap oleh kamera menjadi citra *grayscale* atau keabu-abuan. Proses *grayscale* dilakukan dengan cara membagi penjumlahan ketiga warna dasar gambar yaitu merah, hijau, biru sehingga satu piksel warna pada citra *grayscale* mampu mewakili warna dasar gambar tersebut. Berikut adalah rumus dan hasil konversi citra menjadi grayscale.

$$\text{grayscale} = \frac{\text{Red} + \text{Green} + \text{Blue}}{3} \quad (3)$$



Gambar 8. Konversi Citra RGB menjadi Citra *Grayscale*

Setelah data *sample* dan data uji diubah kedalam citra *grayscale*, gambar melalui proses perhitungan matriks dicocokkan satu sama lain dengan cara dikurangi oleh algoritma *template matching*. Jika hasil kemiripan pola pada hasil uji diantara 0,5 sampai 1 maka pola tersebut dikategorikan pola batik yang baik dan sistem akan terus berjalan untuk memproses pola-pola selanjutnya. Jika hasil kemiripan gambar dibawah 0,5 maka pola tersebut dikategorikan sebagai pola batik yang buruk atau rusak dan proses pengolahan citra pada komputer mengirimkan data karakter melalui serial untuk menghentikan motor sebagai aktuatur *conveyor* yang menandakan bahwa sistem

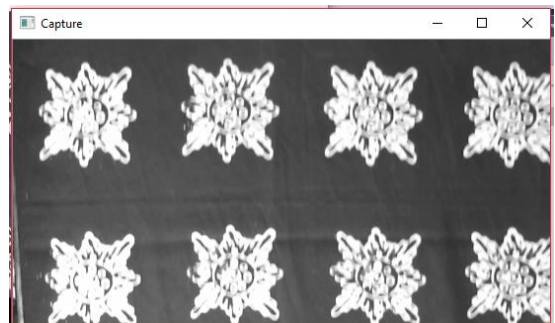
mendeteksi kesalahan atau ketidakcocokan pada pola batik tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

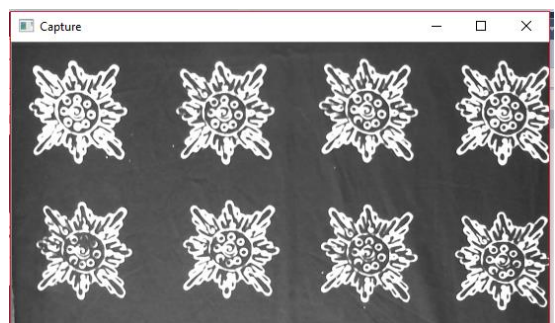
Pada Hasil dan Pembahasan ini menjelaskan pengujian alat berdasarkan perancangan sistem yang telah dibuat. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari berjalannya sistem secara terpisah maupun keseluruhan.

1. Uji Kecepatan Deteksi Kamera

Pada pengujian ini kamera ditempatkan di atas *conveyor* untuk menangkap gambar pola batik yang diuji saat *conveyor* menjalankan kain dengan kecepatan tertentu sampai gambar dari pola batik mengalami blur. Proses ini dijadikan sebagai acuan *range* kecepatan memproses metode dengan pola batik yang benar dan rusak. Nilai PWM yang diujikan adalah 30, 50, 80, dan 100. Pada gambar 9 dan gambar 10 adalah gambar tangkapan kamera.



Gambar 9. Tangkapan Pola Batik Blur



Gambar 10. Tangkapan Pola Batik Tidak Blur

Dari percobaan ini nilai PWM terendah yang dapat menggerakkan motor dan proses tangkapan kamera tidak blur adalah 30, sedangkan nilai tertinggi tangkapan kamera sampai hasil gambar tidak blur adalah 80.

2. Uji Deteksi Deteksi Kerusakan Pola Batik

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kecepatan dan akurasi terbaik dari sistem saat mendeteksi pola batik yang baik dan rusak. Pengujian dilakukan dengan menguji kecepatan mendeteksi pola dengan nilai PWM 30, 50, dan 80. Sistem diuji dengan satu lembar kain batik Surya Majapahit yang memiliki 8 pola benar dan 2 pola rusak yang diuji sebanyak tiga kali. Pola dianggap benar ketika memiliki nilai lebih kecil dari 1 dan lebih besar dari 0,5. Pada gambar 11 dan gambar 12 adalah gambar pola batik Surya Majapahit yang benar dan rusak.



Gambar 11. *Sample Pola Benar*



Gambar 12. *Sample Pola Rusak*

Tabel 1. Hasil deteksi Pola Batik Surya Majapahit dengan Nilai PWM 30

No.	Pola	Nilai	Hasil Deteksi Pola	Target
1		0,55	Benar	Benar
2	1	0,41	Rusak	Benar
3		0,62	Benar	Benar
4		0,58	Benar	Benar
5	2	0,78	Benar	Benar
6		0,53	Benar	Benar
7		0,51	Benar	Benar
8	3	0,57	Benar	Benar
9		0,61	Benar	Benar
10		0,59	Benar	Benar
11	4	0,71	Benar	Benar
12		0,48	Rusak	Benar
13		0,52	Benar	Benar
14	5	0,63	Benar	Benar
15		0,55	Benar	Benar
16	6	0,59	Benar	Benar

No.	Pola	Nilai	Hasil Deteksi Pola	Target
17		0,48	Rusak	Benar
18		0,56	Benar	Benar
19		0,57	Benar	Benar
20	7	0,48	Rusak	Benar
21		0,61	Benar	Benar
22		0,59	Benar	Benar
23	8	0,47	Rusak	Benar
24		0,62	Benar	Benar
25		0,46	Rusak	Rusak
26	9	0,44	Rusak	Rusak
27		0,38	Rusak	Rusak
28		0,41	Rusak	Rusak
29	10	0,37	Rusak	Rusak
30		0,43	Rusak	Rusak

Dari percobaan dengan nilai PWM 30, sistem dapat mendeteksi 19 pola dari 24 pola benar secara tepat, sedangkan sistem dapat mendeteksi semua pola rusak yang terdapat pada kain batik yang diuji. Akurasi yang didapatkan dari pengujian ini sebesar 83,3%.

Tabel 2. Hasil Deteksi Pola Batik Batik Surya Majapahit Dengan Nilai PWM 50

No.	Pola	Nilai	Hasil Deteksi Pola	Target
1		0,55	Benar	Benar
2	1	0,58	Benar	Benar
3		0,62	Benar	Benar
4		0,48	Rusak	Benar
5	2	0,78	Benar	Benar
6		0,53	Benar	Benar
7		0,51	Benar	Benar
8	3	0,57	Benar	Benar
9		0,61	Benar	Benar
10		0,49	Rusak	Benar
11	4	0,71	Benar	Benar
12		0,68	Benar	Benar
13		0,42	Rusak	Benar
14	5	0,63	Benar	Benar
15		0,55	Benar	Benar
16		0,59	Benar	Benar
17	6	0,58	Benar	Benar
18		0,46	Rusak	Benar
19		0,57	Benar	Benar
20	7	0,58	Benar	Benar
21		0,61	Benar	Benar
22		0,59	Benar	Benar
23	8	0,57	Benar	Benar
24		0,42	Rusak	Benar
25		0,46	Rusak	Rusak
26	9	0,44	Rusak	Rusak
27		0,38	Rusak	Rusak
28		0,41	Rusak	Rusak
29	10	0,37	Rusak	Rusak
30		0,43	Rusak	Rusak

Dari percobaan dengan nilai PWM 50, sistem dapat mendeteksi 19 pola dari 24 pola benar secara tepat, sedangkan sistem dapat mendeteksi semua pola rusak yang terdapat pada kain batik yang diuji. Akurasi yang didapatkan dari pengujian ini sebesar 83,3%.

Tabel 3. Hasil Deteksi Pola Batik Batik Surya Majapahit Dengan Nilai PWM 80

No.	Pola	Nilai	Hasil Deteksi Pola	Target
1		0,52	Benar	Benar
2	1	0,57	Benar	Benar
3		0,64	Benar	Benar
4		0,53	Benar	Benar
5	2	0,52	Benar	Benar
6		0,53	Benar	Benar
7		0,58	Benar	Benar
8	3	0,54	Benar	Benar
9		0,62	Benar	Benar
10		0,56	Benar	Benar
11	4	0,51	Benar	Benar
12		0,53	Benar	Benar
13		0,52	Benar	Benar
14	5	0,43	Benar	Benar
15		0,55	Benar	Benar
16		0,59	Benar	Benar
17	6	0,48	Rusak	Benar
18		0,56	Benar	Benar
19		0,57	Benar	Benar
20	7	0,48	Rusak	Benar
21		0,61	Benar	Benar
22		0,59	Benar	Benar
23	8	0,57	Rusak	Benar
24		0,62	Benar	Benar
25		0,52	Benar	Rusak
26	9	0,57	Benar	Rusak
27		0,56	Benar	Rusak
28		0,49	Rusak	Rusak
29	10	0,57	Benar	Rusak
30		0,53	Benar	Rusak

Dari percobaan dengan nilai PWM 80, sistem dapat mendeteksi 21 pola dari 24 pola benar secara tepat, tetapi sistem ini hanya dapat mendeteksi 1 pola dari 6 pola rusak secara akurat pada sistem ini. Akurasi yang didapatkan dari pengujian ini sebesar 73,3%.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian ini didapatkan beberapa hasil sebagai berikut:

1. Hasil dari proses pengujian kecepatan deteksi kamera menunjukkan bahwa kecepatan ideal motor untuk dapat menangkap gambar dengan kualitas paling baik yaitu 50 PWM, sesuai

dengan kualitas kamera *webcam*.

2. Pada penelitian ini sistem dapat mendeteksi kerusakan pada pola kain batik Surya Majapahit memiliki nilai akurasi yang sama yaitu sebesar 83,3% pada kecepatan PWM 30 dan PWM 50. Dari percobaan tersebut maka kecepatan dengan nilai PWM 50 adalah kecepatan tertinggi dengan tingkat akurasi terbaik yang mampu dioperasikan oleh sistem ini.

Saran

Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan metode dengan sistematika yang lebih kompleks seperti metode yang memiliki proses *training* berulang untuk dapat memproses pola dengan variasi kesalahan pola yang lebih *variatif* dan pola batik yang lebih rapat antar polanya.
2. Membuat rancangan *conveyor* yang lebih real untuk penerapan yang sesuai dengan kebutuhan pasar dan industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian Perindustrian Republik Indonesia, 2018. Hingga Oktober 2017, Nilai Ekspor Batik Lampau USD 51 Juta. (<http://www.kemenperin.go.id/artikel/18591/Hingga-Oktober-2017-Nilai-Ekspor-Batik-Lampau-USD-51-Juta>) [Diakses 11 Juni 2019].
- Leksono, B., Hidayatno, A., & Isnanto, R. R. (2011). Aplikasi Metode Template Matching untuk Klasifikasi Sidik Jari. *E-Journal Universitas Diponegoro*, 13(1), 1–6.
- Yodha, J. W., & Kurniawan, A. W. (2014). Pengenalan Motif Batik Menggunakan Deteksi Tepi Canny Dan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Techno.COM*, Vol. 13, No. 4, November 2014: 251-262, 13(4), 251–262. [https://doi.org/DOI: 10.1016/0169-5347\(91\)90210-0](https://doi.org/DOI:10.1016/0169-5347(91)90210-0)
- Dananjaya, I. P. A. V. (2017). *Analisis Kerusakan Tekstil Berbasis Tekstur First Order*. Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya