

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

5.1 Pengujian

Setelah proses perancangan dan implementasi baik *hardware* maupun *software* pada sistem pemilah limbah tekstil kain perca dengan metode *K-Nearest Neighbors* selesai, tahap selanjutnya adalah tahap pengujian. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik atau tidak. Dalam penelitian ini, pengujian perangkat dilakukan agar setiap perangkat/komponen dapat berfungsi dan terintegrasi dengan baik. Terdapat beberapa perangkat atau komponen dalam penelitian ini, dan hasil dari pengujian perangkat akan dibahas pada subbab berikut.

5.1.1 Pengujian Arduino UNO

Penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino UNO. Mikrokontroler ini diharapkan mampu membaca perintah sesuai dengan *input* yang diberikan dan mengaktifkan indikator LED sebagai tanda. Untuk menjalankan perintah sistem kendali secara mikro, perangkat keras mikrokontroler Arduino memerlukan perangkat lunak Arduino IDE untuk mengeksekusi kode yang dimasukan. Tahapan pengujian Arduino adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

Saat akan melakukan pengujian perangkat Arduino, pastikan bahan atau komponen pendukung tersedia. Komponen tersebut termasuk perangkat lunak Arduino IDE, serta komponen lain yang akan diuji seperti sensor warna, *loadcell* HX711, LCD, *buzzer*, dan *servo* motor. Setelah itu, rangkai semua komponen sehingga terhubung dengan Arduino UNO. Langkah persiapan terakhir adalah menuliskan program yang diinginkan pada Arduino IDE.

2. *Upload* program

Setelah melakukan persiapan, langkah berikutnya adalah mengunggah program yang diinginkan ke Arduino UNO sesuai dengan komponen yang tersedia.

3. Pengujian alat

Jika Arduino dihubungkan dengan komponen lain, seperti sensor warna, *loadcell* HX711, LCD, *buzzer*, dan *servo* motor. Maka hasil pengujian dan respon dari setiap komponen dapat dilihat secara rinci pada Tabel 5.1. Tabel ini mencantumkan data yang diperoleh dari setiap percobaan, memungkinkan evaluasi kinerja sistem secara menyeluruh.

Tabel 5. 1 Pengujian arduino UNO

Komponen	Output	Keterangan
Sensor warna	Di ekstraksi kedalam nilai RGB dan ditampilkan pada <i>LCD</i> .	Sesuai
<i>Loadcell</i> HX711	Ditampilkan dalam <i>serial monitor</i> Arduino IDE.	Sesuai
LCD	Menampilkan data hasil klasifikasi.	Sesuai
<i>Buzzer</i>	Menyala saat <i>loadcell</i> melebihi nilai set awal.	Sesuai
<i>Servo</i> motor	Menyala, bergerak searah jarum jam, bergerak berlawanan arah jarum jam, berhenti.	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan dalam tabel, setiap komponen yang terhubung dengan Arduino UNO menunjukkan kinerja yang sesuai dengan harapan. Sensor warna berhasil mengonversi data yang diperoleh menjadi nilai *RGB* dan menampilkannya pada LCD, menandakan bahwa sensor tersebut berfungsi dengan baik dalam mendeteksi warna. *Loadcell* HX711 menampilkan data pada serial monitor Arduino IDE, menunjukkan bahwa *loadcell* mampu mengukur beban dengan akurat dan mengirimkan data tersebut ke Arduino. LCD juga bekerja dengan baik dalam menampilkan data hasil klasifikasi, memberikan visualisasi yang jelas dari hasil yang diterima. Selain itu, *buzzer* berfungsi sebagai indikator peringatan yang menyala saat beban yang terdeteksi oleh *loadcell* melebihi batas yang telah ditentukan, memastikan bahwa sistem dapat memberikan peringatan tepat waktu. Terakhir, *servo* motor menunjukkan respons yang

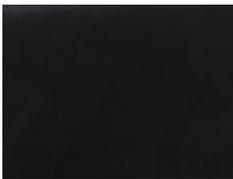
diinginkan dengan bergerak sesuai instruksi, baik searah maupun berlawanan arah jarum jam, serta berhenti sesuai kebutuhan. Keseluruhan hasil ini menunjukkan bahwa sistem kendali berbasis Arduino berfungsi dengan baik.

5.1.2 Pengujian Sensor Warna TCS3200

Penelitian ini, sensor warna TCS3200 digunakan sebagai komponen utama dalam sistem pemilah limbah kain perca. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor dalam mendeteksi warna kain perca yang berbeda. Metode pengujian dimulai dengan persiapan sampel kain perca yang terdiri dari warna merah, biru, hijau, dan hitam. Setiap sampel dipastikan memiliki ukuran dan ketebalan yang sama untuk menjaga konsistensi hasil pengujian. Sensor TCS3200 dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino, yang kemudian mengirimkan data warna yang terbaca ke komputer untuk dianalisis. Langkah pertama dalam pengujian adalah kalibrasi sensor TCS3200 menggunakan referensi warna standar untuk memastikan pembacaan warna yang akurat. Setelah kalibrasi selesai, setiap sampel kain perca ditempatkan di depan sensor, dan data pembacaan warna dalam format *RGB (Red, Green, Blue)* direkam.

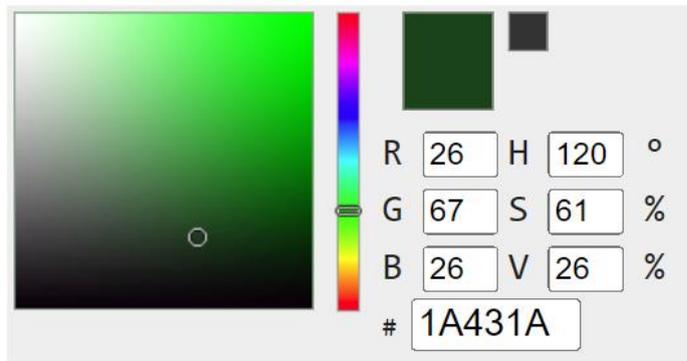
Pengujian sensor TCS3200 dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sensor dalam mendeteksi warna limbah kain perca. Tabel 5.2 membandingkan warna sampel kain, pembacaan sensor (*R, G, B*), pembacaan *software (R, G, B)*, warna yang dihasilkan, serta selisih (*R, G, B*) antara pembacaan sensor dan warna yang dihasilkan. Untuk sampel kain merah, sensor membaca nilai *RGB (73, 12, 11)*, sementara *software* menunjukkan (255, 0, 0). Selisihnya adalah (182,12,11). Pada sampel kain biru, sensor membaca nilai (29, 32, 68) dan *software* (0, 0, 255), dengan selisih (29, 32, 187). Sampel kain hijau memiliki pembacaan sensor (26, 67, 26) dan pembacaan *software* (0,51,0), dengan selisih (26,16,26). Untuk sampel kain hitam, sensor membaca nilai (80, 80, 78) dan *software* menunjukkan (0, 0, 0), dengan selisih (80, 80, 78). Selisih ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti variasi intensitas cahaya, kondisi lingkungan, dan keterbatasan sensor dalam mendeteksi warna secara akurat. Meskipun terdapat perbedaan, hasil pembacaan tetap mendekati warna asli dan dapat digunakan untuk klasifikasi warna pada sistem pemilah limbah kain perca.

Tabel 5. 2 Pengujian sensor warna.

Warna Sampel Kain	Pembacaan Sensor (R,G,B)	Pembacaan Software (R,G,B)	Warna Yang Dihasilkan	Selisih (R,G,B)
Kain merah 	(73, 12, 11)	(255,0,0)		(182,12,11)
Kain biru 	(29, 32, 68)	(0,0,255)		(29,32,187)
Kain hijau 	(26, 67, 26)	(0,51,0)		(26,16,26)
Kain hitam 	(80, 80, 78)	(0,0,0)		(80,80,78)

Komposisi besaran nilai RGB dapat dibuktikan dengan menggunakan *software tools Custom Color* yang tersedia pada situs *RapidTables*. Dalam aplikasi tersebut, pilih model warna RGB, lalu masukkan nilai R, G, dan B sesuai dengan data yang telah dihasilkan. Setelah itu, hasilnya dapat dilihat seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.1, yang menunjukkan visual dari nilai RGB yang diinputkan.

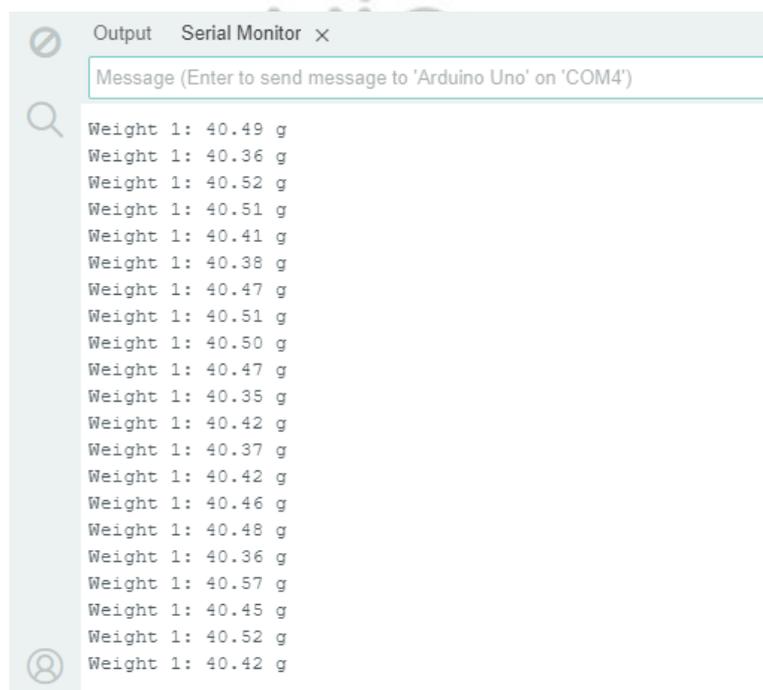
RGB color picker



Gambar 5. 1 Tampilan komposisi warna.

5.1.3 Pengujian *Loadcell* HX711

Pengujian sensor *loadcell* HX711 dalam penelitian ini dilakukan untuk memastikan akurasi dan konsistensi pembacaan berat dalam sistem pemilah. Proses pengujian dimulai dengan menghubungkan *loadcell* HX711 ke mikrokontroler dan memprogram perangkat untuk membaca nilai dari sensor. Setelah itu, dilakukan kalibrasi awal dengan menempatkan beban standar di atas *loadcell* dan mencatat nilai yang terbaca. Hasil kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5. 2 Kalibrasi *loadcell* HX711.

Gambar 5.2 Hasil pengujian beban dengan menggunakan sensor *loadcell* menunjukkan pembacaan yang konsisten pada kisaran 40 gram. Dalam pengujian ini, data yang diambil dari Serial Monitor menampilkan pembacaan berat yang bervariasi antara 40,36 gram hingga 40,58 gram. Variasi pembacaan ini mengindikasikan bahwa sensor *loadcell* bekerja dengan baik dalam mengukur beban yang diberikan. Rata-rata pembacaan yang mendekati angka 40 gram menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dari sistem yang diuji.

Pengujian dilanjutkan dengan meletakkan berbagai beban yang diketahui, mulai dari 10 g, 20 g dan 30 g, untuk mengamati respons sensor. Tabel 5.3 menunjukkan data yang diperoleh dari setiap pengujian *loadcell* pertama.

Tabel 5. 3 Pengujian *loadcell* HX711 pertama.

Beban (gram)	Pembacaan Sensor (gram)	Selisih (gram)	Error % (selisih/nilai Beban)x100%
10 gram	10,40 gram	0,4 gram	4%
20 gram	20,80 gram	0,8 gram	4%
30 gram	30,70 gram	0,7 gram	2,33%
40 gram	40,20 gram	0,2 gram	0,5%

Tabel 5.3 menyajikan hasil pengujian sensor *loadcell* dengan menggunakan empat beban berbeda, yaitu 10, 20, 30, dan 40 gram. Setiap pengukuran yang dilakukan dibandingkan dengan nilai beban sebenarnya untuk mengidentifikasi selisih antara keduanya dan menghitung *error* persentase. Dari hasil pengujian, tercatat bahwa *error* terbesar terjadi pada beban 10 dan 20 gram dengan tingkat kesalahan sebesar 4%. Sebaliknya, *error* terkecil terdeteksi pada beban 40 gram, dengan nilai kesalahan hanya sebesar 0,5%. Temuan ini menunjukkan bahwa sensor *loadcell* memiliki tingkat akurasi yang tinggi, terutama pada pengukuran beban yang lebih besar. Dengan demikian, sensor ini dapat bekerja dengan baik untuk digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan presisi tinggi pada beban berat. Pengujian yang serupa juga telah dilakukan untuk *loadcell* kedua, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Pengujian *loadcell* HX711 kedua.

Beban (gram)	Pembacaan Sensor (gram)	Selisih (gram)	Error % (selisih/nilai Beban)x100%
10 gram	10,17 gram	0,17 gram	1,7 %
20 gram	20,90 gram	0,9 gram	4,5 %
30 gram	30,33 gram	0,33 gram	1,1 %
40 gram	40,24 gram	0,24 gram	0,6 %

Tabel 5.4 menyajikan hasil pengukuran berat menggunakan sensor dengan berbagai beban, mulai dari 10 hingga 40 gram. Hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan beban sebenarnya menunjukkan adanya selisih kecil, yang kemudian dihitung persentase kesalahannya. Persentase kesalahan terbesar terjadi pada beban 20 gram sebesar 4,5%, sedangkan kesalahan terkecil pada beban 40 gram dengan 0,6%.

5.1.4 Pengujian LCD

Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*) dalam sistem pemilah ini dilakukan untuk memastikan bahwa tampilan informasi hasil klasifikasi warna yang dihasilkan oleh sensor TCS3200 dapat ditampilkan dengan jelas dan akurat sebagai kategori cerah atau gelap pada limbah kain perca. Proses pengujian dimulai dengan memeriksa koneksi antara LCD dan mikrokontroler, memastikan bahwa semua pin terhubung dengan benar sesuai dengan skema yang telah dirancang. Setelah koneksi dipastikan, program diunggah ke mikrokontroler untuk menginisialisasi tampilan LCD dan menampilkan pesan awal.

Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan menjalankan program yang mengintegrasikan pembacaan warna dari sensor TCS3200 dan menampilkan hasil klasifikasi pada LCD berdasarkan tingkat kecerahan warna limbah kain perca. Contoh hasil klasifikasi yang ditampilkan adalah "Klasifikasi: Cerah" atau "Klasifikasi: Gelap", tergantung pada karakteristik warna kain perca yang terdeteksi oleh sensor. Proses ini dilakukan dengan meletakkan berbagai jenis limbah kain perca berwarna cerah dan gelap di depan sensor, kemudian mencatat hasil tampilan

pada LCD untuk memastikan bahwa setiap klasifikasi dapat ditampilkan dengan benar. Tabel 5.5 menampilkan data yang diperoleh dari setiap pengujian LCD.

Tabel 5. 5 Pengujian LCD.

Limbah kain perca	Kecerahan	Pesan LCD	Keterangan
Kuning cerah	Cerah	Klasifikasi: Cerah	Sesuai
Merah muda	Cerah	Klasifikasi: Cerah	Sesuai
Hitam	Gelap	Klasifikasi: Gelap	Sesuai
Coklat tua	Gelap	Klasifikasi: Gelap	Sesuai

5.1.5 Pengujian *Buzzer*

Pengujian *buzzer* dilakukan untuk memastikan perangkat ini berfungsi dengan baik dalam memberikan peringatan saat berat kain perca yang terdeteksi oleh sensor *loadcell* melebihi batas 40 gram. Metode pengujian melibatkan pengaturan sistem agar *buzzer* aktif ketika berat yang terdeteksi melebihi 40 gram. Prosedur dimulai dengan kalibrasi sensor *loadcell* untuk memastikan akurasi pembacaan. Setelah kalibrasi, beberapa sampel berat dengan berat bervariasi disiapkan. Setiap sampel ditempatkan pada *loadcell*, dan hasil pembacaan berat dicatat bersama dengan kondisi *buzzer*. Pengujian ini dilakukan berulang kali untuk memastikan konsistensi hasil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *buzzer* berbunyi ketika berat kain perca yang terdeteksi oleh *loadcell* melebihi 40 gram. Tabel 5.6 menyajikan hasil pengujian untuk beberapa sampel dengan berat yang berbeda.

Tabel 5. 6 Pengujian *buzzer*.

Beban (mg)	Pembacaan Sensor (mg)	Selisih (mg)	Keterangan <i>buzzer</i>
10 gram	10,17 gram	0,17 gram	Tidak berbunyi
20 gram	20,90 gram	0,9 gram	Tidak berbunyi
30 gram	30,33 gram	0,33 gram	Tidak berbunyi
40 gram	40,24 gram	0,24 gram	Berbunyi

5.1.6 Pengujian Servo

Servo motor, sebagai aktuator utama, diuji dalam sistem kendali pada rangkaian konveyor. Pengujian dimulai dengan pemasangan *servo* motor pada konveyor dan menghubungkannya ke mikrokontroler menggunakan kabel jumper untuk koneksi yang stabil. Program yang menggunakan *library servo* diunggah ke mikrokontroler, memungkinkan kontrol akurat pergerakan motor melalui sinyal PWM. Setelah program dimasukkan, pergerakan *servo* motor pada konveyor diamati untuk mengevaluasi kinerjanya. Hasil dari pengujian *servo* motor disajikan pada Tabel 5.7 yang menunjukkan respons *servo* terhadap berbagai perintah posisi.

Tabel 5. 7 Pengujian *servo*.

Kondisi	Output	Keterangan
Terhubung dengan sumber arus	<i>Servo</i> bergerak (ON)	Sesuai
Perintah <i>servo</i> di titik 0 derajat	Bergerak 0 derajat	Sesuai
Perintah <i>servo</i> dititik 180 derajat	Bergerak 180 derajat	Sesuai

5.1.7 Pengujian Variasi Model Klasifikasi KNN

Setelah melakukan perancangan dan implementasi, langkah selanjutnya adalah melakukan pembuktian melalui pengujian klasifikasi menggunakan sampel uji. Sampel uji adalah data yang tidak termasuk dalam sampel latih. Terdapat beberapa variasi model yang diuji, yaitu $K=1$, $K=3$, dan $K=5$. Setiap model akan dibagi menjadi tiga rasio perbandingan antara data latih dan data uji. Dengan demikian, hasil pengujian dapat digunakan untuk menentukan model dan rasio pembagian terbaik dalam pemilahan limbah tekstil kain perca menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbors* (KNN).

5.1.7.1 Pengujian $K=1$

Pengujian dilakukan menggunakan perbandingan antara data latih dan data uji sebesar 90:10, 80:20, dan 70:30. Untuk mengetahui efektivitas *split validation*, sistem pengujian dibagi menjadi tiga rasio tersebut. Hasil pengujian sistem

klasifikasi dengan nilai tetangga K=1 untuk rasio 90:10 akan ditampilkan dalam Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Pengujian K=1 dengan rasio 90:10.

No	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil
1	Cerah	Gelap	Salah
2	Gelap	Gelap	Benar

Tabel 5.8 pengujian K=1 dapat dikonversikan ke dalam *confusion matrix* seperti pada Tabel 5.9.

Tabel 5. 9 *Confusion matrix* pengujian K=1 rasio 90:10.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	1	1
	<i>Negative</i>	0	0

Pengujian rasio 90:10 untuk K=1, terdapat 2 dataset sebagai data uji. Pengujian pertama tidak berhasil kain cerah dideteksi gelap dan percobaan kedua berhasil mengklasifikasi dengan benar untuk kategori gelap. Dengan begitu akurasi split rasio 90:10 adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{1}{2} \times 100\%$$

$$A = 0,5 (50\%)$$

Selanjutnya pengujian dengan split rasio 80:20 untuk K=1, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5. 10 Pengujian K=1 dengan rasio 80:20.

No	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil
1	Cerah	Carah	Benar
2	Cerah	Gelap	Salah
3	Gelap	Gelap	Benar
4	Gelap	Gelap	Benar

Tabel 5.10 pengujian K=1 dapat dikonversikan ke dalam *confusion matrix* seperti pada Tabel 5.11.

Tabel 5. 11 *Confusion matrix* pengujian K=1 rasio 80:20.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	3	1
	<i>Negative</i>	0	0

Pengujian rasio 80:20 untuk K=1, terdapat 4 dataset sebagai data uji. Pengujian berhasil mengklasifikasi tiga dengan benar untuk kategori cerah dan gelap. Dengan begitu akurasi split rasio 80:20 adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{3}{4} \times 100\%$$

$$A = 0,75 (75\%)$$

Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan menggunakan split rasio 70:30 pada parameter K=1. Hasil dari pengujian ini memberikan gambaran tentang performa sistem klasifikasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Pengujian K=1 dengan rasio 70:30.

No	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil
1	Cerah	Carah	Benar
2	Cerah	Cerah	Benar
3	Cerah	Gelap	Salah
4	Gelap	Gelap	Benar
5	Gelap	Gelap	Benar
6	Gelap	Gelap	Benar

Tabel 5.12 pengujian K=1 dapat dikonversikan ke dalam *confusion matrix* seperti pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 *Confusion matrix* pengujian K=1 rasio 70:30.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	5	1
	<i>Negative</i>	0	0

Pengujian rasio 70:30 untuk K=1, terdapat 6 dataset sebagai data uji dengan nilai k=1, percobaan ke tiga untuk satu kain cerah terdeteksi gelap, sedangkan yang lainnya berhasil mengklasifikasi dengan benar untuk kategori cerah dan gelap. Dengan begitu akurasi split rasio 70:30 adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{5}{6} \times 100\%$$

$$A = 0,83 (83,3\%)$$

5.1.7.2 Pengujian K=3

Hasil pengujian sistem klasifikasi dengan nilai ketetangaan K=3 dengan rasio 90:10 ditampilkan dalam Tabel 5.14.

Tabel 5. 14 Pengujian K=3 dengan rasio 90:10.

No	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil
1	Cerah	Carah	Benar
2	Gelap	Gelap	Benar

Tabel pengujian dengan nilai K=3 pada rasio 90:10 akan dikonversikan menjadi bentuk *confusion matrix* untuk memberikan representasi kinerja model yang lebih jelas. *Confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5. 15 *Confusion matrix* pengujian K=3 rasio 90:10.

Nilai Aktual

		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	2	0
	<i>Negative</i>	0	0

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{2}{2} \times 100\%$$

$$A = 100\%$$

Selanjutnya pengujian dengan split rasio 80:20 untuk K=3, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.16.

Tabel 5. 16 Pengujian K=3 dengan rasio 80:20.

No	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil
1	Cerah	Carah	Benar
2	Cerah	Cerah	Benar
3	Gelap	Gelap	Benar
4	Gelap	Gelap	Benar

Tabel 5.16, hasil pengujian dengan nilai K=3 akan disajikan dalam bentuk *confusion matrix*, yang diambil dari data analisis sebelumnya. Konversi ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kinerja model klasifikasi. *Confusion matrix* tersebut disajikan pada Tabel 5.17.

Tabel 5. 17 *Confusion matrix* pengujian k=3 rasio 80:20.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	4	0
	<i>Negative</i>	0	0

Pengujian rasio 80:20 dengan K=3, empat dataset digunakan sebagai data uji. Pengujian ini berhasil mengklasifikasi dengan benar seluruh kategori cerah dan gelap, sehingga akurasi split rasio 80:20 adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{4}{4} \times 100\%$$

$$A = 100\%$$

Selanjutnya pengujian dengan split rasio 70:30 untuk K=3, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5. 18 Pengujian K=3 dengan rasio 70:30.

No	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil
1	Cerah	Carah	Benar
2	Cerah	Cerah	Benar
3	Cerah	Gelap	Salah
4	Gelap	Gelap	Benar
5	Gelap	Gelap	Benar
6	Gelap	Gelap	Benar

Tabel 5.18 pengujian K=3 juga dapat dikonversikan ke dalam *confusion matrix*. Konversi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kinerja model klasifikasi yang diterapkan. *confusion matrix* tersebut, *confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5. 19 *Confusion matrix* pengujian k=3 rasio 70:30..

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	5	1
	<i>Negative</i>	0	0

Pengujian rasio 70:30 untuk K=3, terdapat 6 dataset sebagai data uji. Pengujian tersebut 5 data sampel berhasil mengklasifikasi dengan benar untuk kategori cerah dan gelap, namun pada pengujian ke tiga untuk kain dengan label cerah sistem tidak dapat mengklasifikasi dengan benar. Dengan begitu akurasi split rasio 70:30 adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{5}{6} \times 100\%$$

$$A = 0,83 (83,3\%)$$

5.1.7.3 Pengujian K=5

Hasil pengujian sistem klasifikasi dengan nilai ketetanggaan K=5 ditampilkan dalam Tabel 5.20.

Tabel 5. 20 Pengujian K=5 dengan rasio 90:10.

No	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil
1	Cerah	Cerah	Benar
2	Gelap	Gelap	Benar

Tabel pengujian K=5 dengan rasio 90:10 dapat dikonversikan ke dalam *confusion matrix* seperti pada Tabel 5.21.

Tabel 5. 21 *Confusion matrix* pengujian K=5 rasio 90:10.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	2	0
	<i>Negative</i>	0	0

Pengujian rasio 90:10 untuk K=5, terdapat 2 dataset sebagai data uji. Pengujian pada rasio 90:10 dengan k=5 juga berhasil mengklasifikasi dengan benar untuk kategori cerah dan gelap. Dengan begitu akurasi split rasio 90:10 adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{2}{2} \times 100\%$$

$$A = 100\%$$

Selanjutnya pengujian dengan split rasio 80:20 untuk K=5, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5. 22 Pengujian K=5 dengan rasio 80:20.

No	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil
1	Cerah	Carah	Benar
2	Cerah	Cerah	Benar
3	Gelap	Gelap	Benar
4	Gelap	Gelap	Benar

Tabel 5.22 pengujian K=5 dapat dikonversikan ke dalam *confusion matrix* seperti pada Tabel 5.23.

Tabel 5. 23 *Confusion matrix* pengujian K=5 rasio 80:20.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	4	0
	<i>Negative</i>	0	0

Pengujian rasio 80:20 untuk K=5, terdapat 4 dataset sebagai data uji. Pengujian pada rasio 80:20 dengan k=5 juga berhasil mengklasifikasi dengan benar untuk kategori cerah dan gelap. Dengan begitu akurasi split rasio 80:20 adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{4}{4} \times 100\%$$

$$A = 100\%$$

Selanjutnya pengujian dengan split rasio 70:30 untuk K=5, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.24.

Tabel 5. 24 Pengujian K=5 dengan rasio 70:30.

No	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil
1	Cerah	Carah	Benar
2	Cerah	Cerah	Benar
3	Cerah	Gelap	Salah
4	Gelap	Gelap	Benar
5	Gelap	Gelap	Benar
6	Gelap	Gelap	Benar

Tabel 5.24 pengujian K=5 dapat dikonversikan ke dalam *confusion matrix* seperti pada Tabel 5.25.

Tabel 5. 25 *Confusion matrix* pengujian k=5 rasio 70:30.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	5	1
	<i>Negative</i>	0	0

Pengujian rasio 70:30 untuk K=5, terdapat 6 dataset sebagai data uji. Pengujian pada rasio 70:30 dengan nilai k=5 juga berhasil mengklasifikasi dengan benar untuk kategori cerah dan gelap. Dengan begitu akurasi split rasio 70:30 adalah sebagai berikut:

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{5}{6} \times 100\%$$

$$A = 0,833(83,3\%)$$

5.1.8 Pengujian *Split Validation*

Pengujian model K pada klasifikasi KNN, digunakan *split validation* untuk menentukan keakuratan pengujian model dengan pembagian data latih dan uji yang optimal pengujian dengan variasi K, pengujian *split validation* ini menggabungkan dari setiap pengujian K yang diberikan, seperti K=1,3,5. Dijadikan satu untuk pengujian rasio 90:10, 80:20, dan 70:30.

5.1.8.1 Rasio 90:10

Hasil pengujian model KNN untuk rasio 90:10 disajikan dalam bentuk *confusion matrix* pada Tabel 5.26. Penyajian ini bertujuan memberikan gambaran lebih jelas mengenai kinerja model, termasuk jumlah klasifikasi yang benar dan salah, untuk memudahkan analisis efektivitas algoritma KNN dalam mengidentifikasi kelas.

Tabel 5. 26 *Confusion matrix* pengujian rasio 90:10 keseluruhan.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	5	1
	<i>Negative</i>	0	0

Seluruh pengujian variasi model K, pada pengujian yang menggunakan rasio 90:10 terdapat 6 sampel yang diuji, dengan rincian pada setiap K terdapat 2 sampel dan pada tiap tingkat kecerahan masing – masing 1 sampel uji. Berdasarkan tabel *confusion matrix* tidak terdapat sampel pengujian yang gagal diklasifikasi. Dengan demikian semua sampel dapat dipilah dengan benar. Sehingga tingkat akurasi sistem secara keseluruhan dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{5}{6} \times 100\%$$

$$A = 0,83(83,3\%)$$

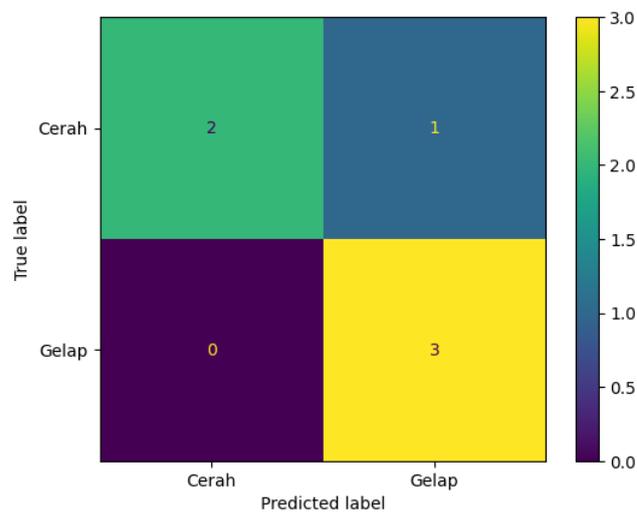
Berdasarkan hasil akurasi, dapat dihitung dengan menggunakan rumus *precision*, *recall* dan *F1-Score* nya sebagai berikut:

$$Precision = \frac{5}{5 + 1} = 0,83$$

$$Recall = \frac{5}{5 + 1} = 0,83$$

$$F1 - Score = \frac{2(0,83 \times 0,83)}{0,83 + 0,83} = 0,83$$

Confusion matrix yang dihasilkan, model menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengklasifikasikan sampel limbah tekstil menjadi kelas Cerah dan Gelap. Dari total 6 sampel, 5 sampel diklasifikasikan dengan benar, dengan 2 sampel Cerah terklasifikasi dengan benar dan 3 sampel Gelap juga terklasifikasi dengan benar. Namun, terdapat 1 sampel Cerah yang salah diklasifikasikan sebagai Gelap. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun model memiliki akurasi yang tinggi, masih terdapat kesalahan dalam klasifikasi yang perlu diperhatikan untuk perbaikan lebih lanjut. Gambar 5.3 menunjukkan *confusion matrix* dari evaluasi kinerja pengujian model K=1,3,5 dengan rasio 90:10.



Gambar 5. 3 *Confusion matrix* keseluruhan model K=1,3,5 rasio 90:10.

5.1.8.2 Rasio 80:20

Hasil evaluasi model klasifikasi KNN untuk rasio 80:20, akurasi yang diperoleh akan ditampilkan dalam bentuk *confusion matrix* yang terdapat pada Tabel 5.27.

Tabel 5. 27 *Confusion matrix* pengujian rasio 80:20 keseluruhan.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	11	1
	<i>Negative</i>	0	0

Seluruh pengujian variasi model K, pada pengujian yang menggunakan rasio 80:20 terdapat 12 sampel yang diuji, dengan rincian pada setiap K terdapat 4 sampel dan pada tiap tingkat kecerahan masing – masing 2 sampel uji. Berdasarkan tabel *confusion matrix* tidak terdapat sampel pengujian yang gagal diklasifikasi. Dengan demikian semua sampel dapat dipilah dengan benar. Sehingga tingkat akurasi sistem secara keseluruhan dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{11}{12} \times 100\%$$

$$A = 0,916 (91,6\%)$$

Hasil akurasi, dapat dihitung dengan menggunakan rumus *precision*, *recall* dan *F1-Score* nya sebagai berikut:

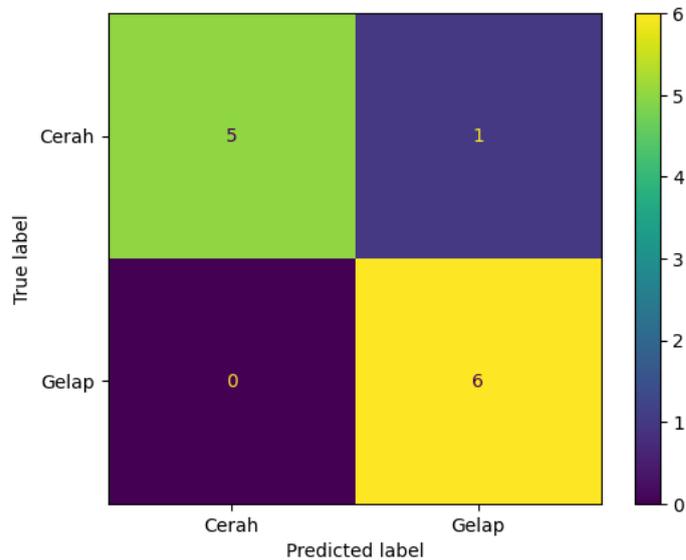
$$Precision = \frac{11}{11 + 1} = 0,916$$

$$Recall = \frac{11}{11 + 1} = 0,916$$

$$F1 - Score = 2 \times \frac{(0,916 \times 0,916)}{0,916 + 0,916} = 0,916$$

Confusion matrix yang dihasilkan, model menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mengklasifikasikan sampel limbah tekstil menjadi kelas Cerah dan Gelap. Dari total 12 sampel yang diuji, sebanyak 11 sampel diklasifikasikan dengan benar, dengan 5 sampel Cerah dan 6 sampel Gelap teridentifikasi dengan tepat. Namun, terdapat satu sampel dari kelas Cerah yang salah diklasifikasikan sebagai Gelap. Meskipun demikian, hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki akurasi yang tinggi dan secara konsisten mampu membedakan antara kedua kelas tersebut. Hanya sedikit kesalahan yang terjadi, yang menunjukkan bahwa sistem ini sudah cukup efektif, meskipun perlu ada perbaikan untuk lebih mengurangi kesalahan

dalam klasifikasi. Gambar 5.4 menunjukkan *confusion matrix* dari evaluasi kinerja pengujian model K=1,3,5 dengan rasio 80:20.



Gambar 5. 4 *Confusion matrix* keseluruhan model K=1,3,5 rasio 80:20.

5.1.8.3 Rasio 70:30

Hasil evaluasi model klasifikasi KNN untuk rasio 70:30, akurasi yang diperoleh akan ditampilkan dalam bentuk *confusion matrix* yang terdapat pada Tabel 5.28.

Tabel 5. 28 *Confusion matrix* pengujian rasio 70:30 keseluruhan.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	15	3
	<i>Negative</i>	0	0

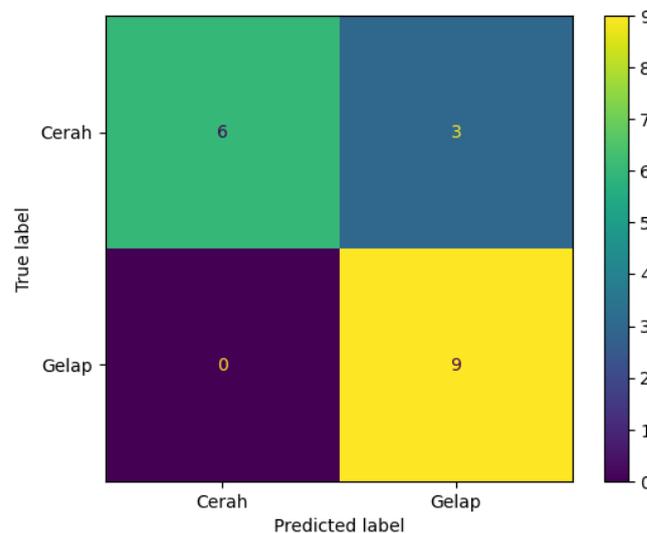
Seluruh pengujian variasi model K, pada pengujian yang menggunakan rasio 70:30 terdapat 18 sampel yang diuji, dengan rincian pada setiap K terdapat 6 sampel dan pada tiap tingkat kecerahan masing – masing 3 sampel uji. Berdasarkan tabel *confusion matrix* tidak terdapat sampel pengujian yang gagal diklasifikasi. Dengan demikian semua sampel dapat dipilah dengan benar. Sehingga tingkat akurasi sistem secara keseluruhan dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{15}{18} \times 100\%$$

$$A = 0,833(83,3\%)$$

Confusion matrix yang dihasilkan, model menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mengklasifikasikan sampel limbah tekstil menjadi kelas Cerah dan Gelap. Dari total 18 sampel yang diuji, sebanyak 15 sampel diklasifikasikan dengan benar, dengan 6 sampel Cerah dan 9 sampel Gelap teridentifikasi dengan tepat. Namun, terdapat tiga sampel dari kelas Cerah yang salah diklasifikasikan sebagai Gelap. Meskipun demikian, hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki akurasi yang tinggi dan secara konsisten mampu membedakan antara kedua kelas tersebut. Hanya sedikit kesalahan yang terjadi, yang menunjukkan bahwa sistem ini sudah cukup efektif, meskipun perlu ada perbaikan untuk lebih mengurangi kesalahan dalam klasifikasi. Gambar 5.5 menunjukkan *confusion matrix* dari evaluasi kinerja pengujian model K=1,3,5 dengan rasio 70:30.



Gambar 5.5 *Confusion matrix* keseluruhan model K=1,3,5 rasio 70:30.

5.2 Analisis

Tahap analisis bertujuan untuk menguraikan dan mengevaluasi hasil pengujian sistem pemilah limbah tekstil kain perca. Proses analisis ini mencakup

pemahaman mendalam tentang kinerja komponen-komponen utama yang digunakan dalam sistem, seperti Sensor TCS3200 untuk mendeteksi warna, *loadcell* HX711 untuk mengukur berat, LCD untuk menampilkan informasi, *buzzer* untuk memberikan peringatan suara, *servo* motor yang berfungsi sebagai aktuator dalam pemilahan, serta pengujian dari variasi model *K-Nearest Neighbors*. Setiap komponen diuji dan dianalisis secara terperinci untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan tujuan yang diinginkan, dan hasilnya dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi pemilahan limbah tekstil kain.

5.2.1 Analisis Sensor Warna TCS3200

Dari hasil pengujian Sensor Warna TCS3200 dalam mendeteksi warna pada sampel kain perca, dapat disimpulkan bahwa meskipun terdapat perbedaan antara nilai *RGB* yang terbaca oleh sensor dengan referensi warna dari *software*, sensor ini tetap mampu mendeteksi warna yang mendekati warna asli dari sampel kain perca yang diuji. Perbedaan ini disebabkan oleh faktor eksternal seperti variasi intensitas cahaya dan kondisi lingkungan selama pengujian, serta keterbatasan sensor dalam mengenali warna dengan tingkat akurasi tinggi. Namun demikian, kinerja Sensor TCS3200 masih tergolong cukup baik untuk diaplikasikan dalam sistem pemilah limbah kain perca, di mana akurasi pembacaan warna yang mendekati cukup memadai untuk tujuan klasifikasi dalam konteks penelitian ini. Dengan kalibrasi yang tepat dan pertimbangan lingkungan yang lebih terkendali, Sensor TCS3200 berpotensi memberikan hasil yang lebih konsisten.

5.2.2 Analisis Loadcell HX711

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4, sensor *loadcell* menunjukkan kinerja yang konsisten dalam mengukur berbagai beban dari 10 hingga 40 gram. Meskipun terdapat variasi dalam persentase kesalahan, dengan *error* terbesar sebesar 4,5% pada beban 20 gram dan *error* terkecil sebesar 0,6% dan 0,5% pada beban 40 gram, secara keseluruhan sensor ini menunjukkan akurasi yang baik, terutama pada pengukuran beban yang lebih besar. Hasil ini mengindikasikan bahwa sensor *loadcell* lebih akurat dalam mengukur beban yang lebih tinggi.

5.2.3 Analisis LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*) dalam sistem pemilah limbah kain perca bertujuan untuk memastikan bahwa tampilan informasi hasil klasifikasi warna dari sensor TCS3200 jelas dan akurat. Hasil pengujian yang tercantum dalam Tabel 5.5 menunjukkan bahwa LCD berhasil menampilkan pesan klasifikasi sesuai dengan tingkat kecerahan limbah kain perca. Pada limbah kain perca berwarna kuning cerah dan merah muda, LCD menampilkan pesan "Klasifikasi: Cerah" dengan tepat. Untuk limbah kain perca berwarna hitam dan coklat tua, LCD menampilkan pesan "Klasifikasi: Gelap" secara akurat. Hasil ini menunjukkan bahwa LCD berfungsi dengan baik dalam menampilkan informasi yang benar sesuai dengan data yang diukur oleh sensor TCS3200. Dengan demikian, sistem ini dapat menyajikan informasi klasifikasi warna dengan jelas, mendukung fungsi pemilahan limbah kain perca dengan efektif.

5.2.4 Analisis Buzzer

Pengujian sistem *buzzer* dilakukan untuk memastikan fungsinya dalam mendeteksi kelebihan berat kain perca yang melebihi batas 40 gram. Berdasarkan Tabel 5.6, *buzzer* tidak berbunyi pada beban 10, 20, dan 30 gram, yang menunjukkan sensor *loadcell* berfungsi dengan baik pada beban di bawah 40 gram. Pada beban 40 gram, sensor mencatat bahwa *buzzer* berbunyi, menandakan sistem berhasil mendeteksi kelebihan berat sesuai batas yang ditetapkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat berfungsi untuk memberikan peringatan ketika beban melebihi 40 gram, dengan sensor yang konsisten dan akurat. Secara keseluruhan, sistem *buzzer* telah memenuhi tujuan dengan baik, memberikan peringatan yang tepat saat diperlukan. Meskipun kalibrasi lebih lanjut mungkin diperlukan untuk aplikasi dengan kebutuhan akurasi yang lebih tinggi.

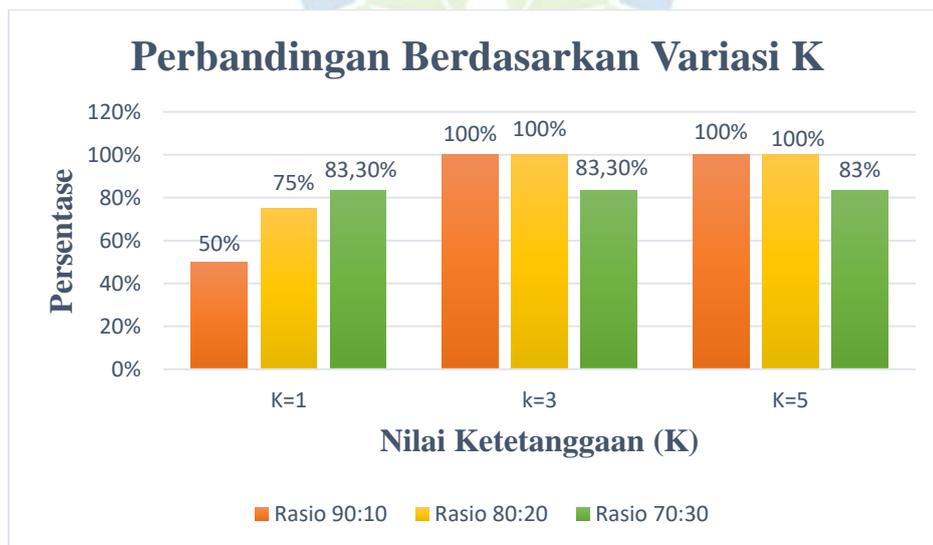
5.2.5 Analisis Servo

Pengujian *servo* motor pada sistem kendali konveyor bertujuan untuk mengevaluasi responsnya terhadap perintah posisi. *Servo* motor dipasang pada konveyor dan terhubung ke mikrokontroler dengan koneksi yang stabil. Program dengan *library servo* diunggah untuk mengontrol pergerakan motor melalui sinyal PWM. Hasil pengujian, seperti terlihat pada Tabel 5.7, menunjukkan bahwa *servo*

motor merespons dengan baik setiap perintah. Saat diberi perintah untuk bergerak ke titik 0 dan 180 derajat, motor bergerak tepat ke posisi yang diinginkan. Hal ini menunjukkan bahwa *servo* motor berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan sebagai aktuator utama dalam sistem konveyor. Secara keseluruhan, *servo* motor berhasil memberikan kontrol posisi yang akurat, memastikan sistem konveyor dapat beroperasi sesuai spesifikasi.

5.2.6 Perbandingan Analisis Berdasarkan Variasi K

Hasil dari pengujian yang dilakukan, ditemukan bahwa akurasi tertinggi dari sistem klasifikasi limbah kain perca menggunakan klasifikasi *K-Nearest Neighbors* diperoleh pada nilai $K=3$ dan $K=5$ untuk semua variasi rasio dengan nilai akurasi 100%. Perbandingan nilai akurasi tiap model K dengan split rasio ditunjukkan pada Gambar 5.6.



Gambar 5. 6 Perbandingan akurasi model K tiap rasio.

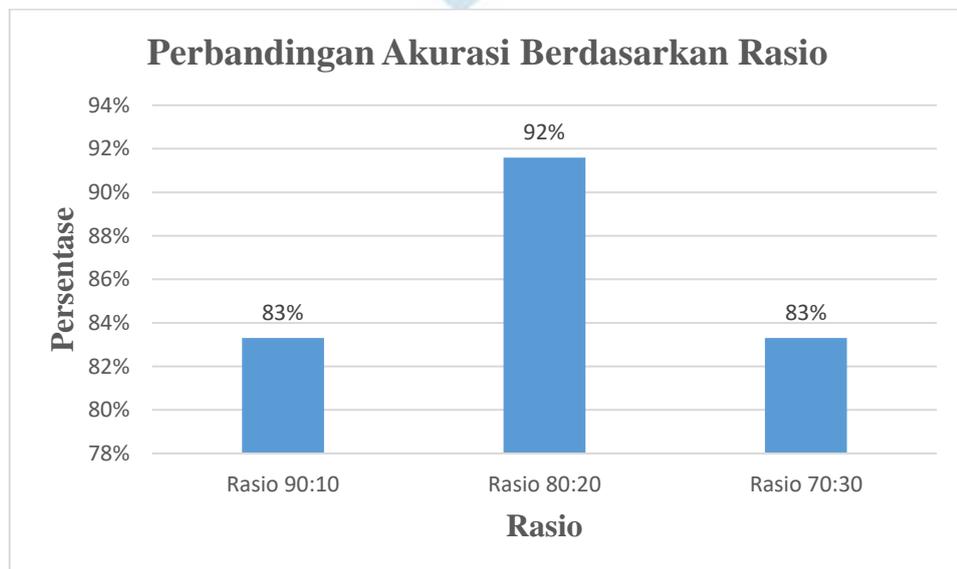
Nilai ketetangaan $K=1$, klasifikasi hanya didasarkan pada 1 data yang memiliki jarak terdekat saja. Kesalahan dapat terjadi ketika suatu data yang sebenarnya memiliki kemiripan dengan mayoritas data latih dengan kategori cerah namun karena ada 1 data dengan kategori gelap memiliki jarak *Euclidean* yang paling kecil, maka data dimasukkan ke dalam kategori gelap. Kasus serupa terjadi Kejadian seperti ini disebut *Overfitting*, *Overfitting* terjadi ketika model KNN terlalu fokus pada data pelatihan sehingga bahkan perbedaan kecil dalam tingkat

kecerahan antara objek cerah dan gelap dianggap sebagai perbedaan kelas yang signifikan. Ini dapat terjadi ketika nilai K yang dipilih terlalu kecil.

Di sisi lain, pada nilai ketetanggaan $K=5$ pada variasi 70:30 didasarkan pada banyaknya data yang memiliki jarak terdekat kemudian dilakukan pemilihan berdasarkan label mayoritas (*voting*). Dengan banyaknya jumlah tetangga yang dijadikan acuan kejadian ini disebut *Underfitting*, *Underfitting* terjadi ketika model KNN terlalu sederhana dan tidak mampu membedakan dengan baik antara objek terang dan gelap dalam sebuah dataset. Ini dapat terjadi ketika nilai K yang dipilih terlalu besar, sehingga model terlalu banyak menggabungkan data yang berbeda menjadi satu kesimpulan.

5.2.7 Perbandingan Analisis Berdasarkan *Split* Rasio

Selain data model K, sistem klasifikasi menunjukkan hasil perbandingan akurasi setiap data *split* perbandingan. *Split* rasio digunakan untuk mengukur setiap model K dalam melakukan klasifikasi. Dalam penelitian ini terdapat tiga variasi ratio seperti 90:10, 80:20, dan 70:30 dengan hasil akurasi yang ditampilkan pada Gambar 5.7.



Gambar 5. 7 Perbandingan akurasi tiap rasio.

Gambar 5.7 menunjukkan perbandingan akurasi berdasarkan rasio data pelatihan dan pengujian. Dari tiga rasio yang dibandingkan, yaitu 90:10, 80:20, dan

70:30, rasio 80:20 menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 92%. Sedangkan, rasio 90:10 dan 70:30 masing-masing menghasilkan akurasi sebesar 83%. Hal ini mengindikasikan bahwa pembagian data dengan rasio 80:20 memberikan performa terbaik dalam model yang digunakan, dibandingkan dengan dua rasio lainnya yang memiliki akurasi lebih rendah.

Berdasarkan pengujian sampel klasifikasi, didapatkan nilai terbaik yaitu $K=5$ dan $K=3$, dengan rasio perbandingan terbaik yaitu pada 80:20. Dari hasil terbaik ini, kemudian diuji pada alat pemilah yang telah dirancang sebelumnya. Dilakukan pengujian $K=5$ dan $K=3$ dengan rasio perbandingan 80:20 yang diaplikasikan pada alat pemilah, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.29. Selain itu, pengujian ini juga dilakukan menggunakan data baru yang berbeda dari data sebelumnya, dengan tetap menggunakan rasio 80:20. Data baru tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.29.

Tabel 5. 29 Tabel rasio 80:20.

No Sampel	Frekuensi Warna RGB			Kelas
	Merah (R)	Hijau (G)	Biru(B)	
1	20	22	30	Cerah
2	32	37	40	Cerah
3	47	50	52	Cerah
4	58	63	67	Cerah
5	50	53	56	Cerah
6	36	40	42	Cerah
7	55	60	62	Cerah
8	48	52	50	Cerah
9	64	62	60	Cerah
10	53	57	59	Cerah
11	48	44	48	Cerah
12	58	60	57	Cerah
13	49	50	53	Cerah
14	55	59	54	Cerah
15	47	51	49	Cerah
16	45	48	50	Cerah
17	50	55	52	Cerah
18	58	60	64	Cerah

No Sampel	Frekuensi Warna RGB			Kelas
	Merah (R)	Hijau (G)	Biru(B)	
19	60	62	67	Cerah
20	53	57	56	Cerah
21	42	45	47	Cerah
22	55	58	60	Cerah
23	49	51	54	Cerah
24	63	66	68	Cerah
25	50	53	55	Cerah
26	60	62	65	Cerah
27	45	47	50	Cerah
28	54	57	59	Cerah
29	48	50	52	Cerah
30	53	56	58	Cerah
31	61	64	67	Cerah
32	57	59	62	Cerah
33	50	52	54	Cerah
34	46	48	50	Cerah
35	59	61	64	Cerah
36	51	53	55	Cerah
37	65	68	70	Cerah
38	58	61	63	Cerah
39	47	49	51	Cerah
40	56	59	61	Cerah
41	72	72	70	Gelap
42	77	75	74	Gelap
43	72	72	70	Gelap
44	78	78	77	Gelap
45	70	70	68	Gelap
46	83	83	79	Gelap
47	80	80	78	Gelap
48	74	74	72	Gelap
49	73	11	12	Gelap
50	68	70	75	Gelap
51	77	80	81	Gelap
52	86	88	89	Gelap
53	69	72	70	Gelap
54	31	34	70	Gelap

No Sampel	Frekuensi Warna RGB			Kelas
	Merah (R)	Hijau (G)	Biru(B)	
55	28	65	68	Gelap
56	75	15	17	Gelap
57	82	85	86	Gelap
58	70	74	72	Gelap
59	80	82	86	Gelap
60	85	87	88	Gelap
61	79	79	76	Gelap
62	82	80	78	Gelap
63	73	73	70	Gelap
64	85	86	84	Gelap
65	88	78	75	Gelap
66	81	81	80	Gelap
67	76	76	74	Gelap
68	83	84	81	Gelap
69	78	79	76	Gelap
70	74	73	71	Gelap
71	87	88	85	Gelap
72	80	81	79	Gelap
73	75	76	73	Gelap
74	84	85	83	Gelap
75	71	72	70	Gelap
76	86	87	85	Gelap
77	78	78	76	Gelap
78	73	74	71	Gelap
79	81	82	80	Gelap
80	85	86	84	Gelap

Tabel 5.29 menampilkan data training yang berasal dari rasio 80:20, di mana data ini berbeda dari data sebelumnya dan digunakan untuk menentukan nilai K terbaik dalam pengujian akhir sistem konveyor. Data ini diperoleh dari hasil pemilahan yang dilakukan oleh *expert* di industri, di mana setiap sampel kain telah diukur dan dimasukkan satu per satu untuk mendapatkan nilai RGB yang akurat. Seluruh data dimasukkan ke dalam sistem tanpa ada penambahan atau pengurangan, memastikan integritas dan keaslian data yang digunakan dalam proses pengujian. Data ini akan menjadi dasar untuk menilai kinerja sistem

konveyor secara keseluruhan dalam memilah kain berdasarkan tingkat kecerahannya.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan perbandingan antara data latih dan data uji dalam rasio 80:20 untuk mengetahui akurasi *split validation*. Pengujian ini dilakukan dengan nilai K=3 dan K=5. Hasil pengujian sistem klasifikasi dengan nilai tetangga K=5 untuk rasio 80:20 akan ditampilkan dalam Tabel 5.30 dan Tabel 5.31 untuk *confusion matrix*.

Tabel 5. 30 Pengujian K=5 rasio 80:20 alat pemilah.

Pengujian	Tingkat Kecerahan Sebenarnya	Hasil Klasifikasi Alat	Hasil
1	Cerah	Cerah	Benar
2	Cerah	Cerah	Benar
3	Cerah	Cerah	Benar
4	Cerah	Cerah	Benar
5	Cerah	Cerah	Benar
6	Cerah	Cerah	Benar
7	Cerah	Cerah	Benar
8	Cerah	Cerah	Benar
9	Cerah	Cerah	Benar
10	Cerah	Cerah	Benar
11	Gelap	Gelap	Benar
12	Gelap	Gelap	Benar
13	Gelap	Gelap	Benar
14	Gelap	Gelap	Benar
15	Gelap	Gelap	Benar
16	Gelap	Gelap	Benar
17	Gelap	Gelap	Benar
18	Gelap	Gelap	Benar
19	Gelap	Gelap	Benar
20	Gelap	Gelap	Benar

Tabel pengujian dengan nilai K=5 yang diterapkan pada rasio 80:20 selanjutnya akan dikonversikan menjadi bentuk *confusion matrix*. *confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 5.30.

Tabel 5. 31 *Confusion matrix* pengujian K=5 rasio 80:20.

		Nilai Aktual	
		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
Nilai Aktual	<i>Positive</i>	20	0
	<i>Negative</i>	0	0

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{20}{20} \times 100\%$$

$$A = 100\%$$

Selanjutnya pengujian dengan split rasio 80:20 untuk K=3, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.32 dan Tabel 5.33 untuk *confusion matrix*.

Tabel 5. 32 Pengujian K3 rasio 80:20 alat pemilah.

Pengujian	Tingkat Kecerahan Sebenarnya	Hasil Klasifikasi Alat	Hasil
1	Cerah	Cerah	Benar
2	Cerah	Cerah	Benar
3	Cerah	Cerah	Benar
4	Cerah	Cerah	Benar
5	Cerah	Cerah	Benar
6	Cerah	Cerah	Benar
7	Cerah	Cerah	Benar
8	Cerah	Cerah	Benar
9	Cerah	Cerah	Benar

Pengujian	Tingkat Kecerahan Sebenarnya	Hasil Klasifikasi Alat	Hasil
10	Cerah	Cerah	Benar
11	Gelap	Gelap	Benar
12	Gelap	Gelap	Benar
13	Gelap	Gelap	Benar
14	Gelap	Gelap	Benar
15	Gelap	Gelap	Benar
16	Gelap	Gelap	Benar
17	Gelap	Gelap	Benar
18	Gelap	Gelap	Benar
19	Gelap	Gelap	Benar
20	Gelap	Gelap	Benar

Tabel 5. 33 *Confusion matrix* pengujian K=3 rasio 80:20.

Nilai Aktual

		<i>Positive</i>	<i>Negative</i>
		<i>Positive</i>	20
Nilai Aktual	<i>Negative</i>	0	0

$$A = \frac{nBenar}{nUji} \times 100\%$$

$$A = \frac{20}{20} \times 100\%$$

$$A = 100\%$$

Dengan demikian, pengujian menggunakan model K=5 dan K=3 merupakan model terbaik dengan rasio perbandingan data latih dan data uji 80:20. Model ini menunjukkan bahwa sistem mampu mengklasifikasi limbah kain berdasarkan

tingkatan warnanya menggunakan metode KNN, serta memilah limbah kain secara otomatis berdasarkan hasil klasifikasi tersebut. Pengujian ini, baik dalam klasifikasi maupun aplikasi pada alat pemilah, menunjukkan tingkat keberhasilan yang konsisten, mencapai persentase 100%.

