

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL

Pada tahap pengujian hasil klasifikasi menggunakan Orange Data Mining pada sistem komputer, peneliti menggunakan *widget test and score* untuk melakukan proses *training* dan *testing data*. Terdapat 2 metode pengujian pada penelitian ini, yang pertama adalah pengujian *20-fold cross validation*. Kedua adalah *random sampling* dengan *repeat train/test* sebanyak 10 dan *training set size* sebesar 90%. Pada tahap pengujian hasil klasifikasi selesai lanjutkan lagi ke perbandingan kinerja klasifikasi metode *Neural Network* dan *Random Forest* untuk menentukan akurasi tertinggi.

5.1 Pengujian *20-fold cross Validation*

Pengujian *20-fold cross validation* (validasi silang 20 kali) adalah metode dalam pembelajaran mesin untuk menguji kinerja model secara statistik terhadap klasifikasi citra bunga kertas (*bougenville*) dengan metode *Neural Network* dan *Random Forest* pada *test and score* dapat dilihat pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation*. *Distributions* dari hasil pengujian *20-fold cross validation* dapat di lihat pada Gambar 5.1 *Distributions* dari *20-fold cross validation*.

Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation*

Model	AUC	CA	F1	Prec	Recall	MCC
<i>Neural Network</i>	1	0,998	0,998	0,998	0,998	0,998
<i>Random Forest</i>	0,995	0,953	0,953	0,953	0,953	0,938

Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* menunjukkan berbagai metrik kinerja pengklasifikasi, termasuk akurasi klasifikasi dan area di bawah kurva (AUC), serta hasil evaluasi yang dapat digunakan oleh *widget* lain untuk menganalisis kinerja pengklasifikasi dengan menggunakan *Confusion Matrix*. Pengujian hasil klasifikasi pada metode *Neural Network* dan *Random Forest* menghasilkan nilai-nilai pengujian pada AUC, CA, F1 Prec, Recall, dan MCC.

1. *Area under ROC (AUC)*

Nilai AUC pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* untuk metode *Neural Network* adalah 1,000. Nilai 1,000 menunjukkan klasifikasi yang sempurna, nilai AUC yang tinggi (1,000) menunjukkan kinerja yang baik dan pada metode *Random Forest* adalah 0,995. Nilai 0,995 menunjukkan klasifikasi yang mendekati sempurna, nilai AUC yang tinggi (0,995) menunjukkan kinerja yang baik

2. *Classification accuracy (CA)*

Nilai CA pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* untuk metode *Neural Network* adalah 0,998. Nilai 0,998 menunjukkan klasifikasi yang sempurna, nilai CA menunjukkan kinerja yang baik dengan akurasi 99,8% dan pada metode *Random Forest* adalah 0,953. Nilai 0,953 menunjukkan klasifikasi yang mendekati sempurna, nilai CA yang tinggi (0,953) menunjukkan kinerja yang baik dengan akurasi 95,3%

3. *F-1 Score*

F-1 Score untuk metode *Neural Network* adalah 0,998 menunjukkan *F1-score* yang tinggi, menandakan keseimbangan yang baik antara presisi dan

recall. Sedangkan untuk *Random Forest* 0,953

4. Presisi

Nilai presisi pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* untuk metode *Neural Network* adalah 0,998 dan untuk metode *Random Forest* adalah 0,953. memiliki presisi yang tinggi, menunjukkan bahwa sebagian besar prediksi positif adalah benar.

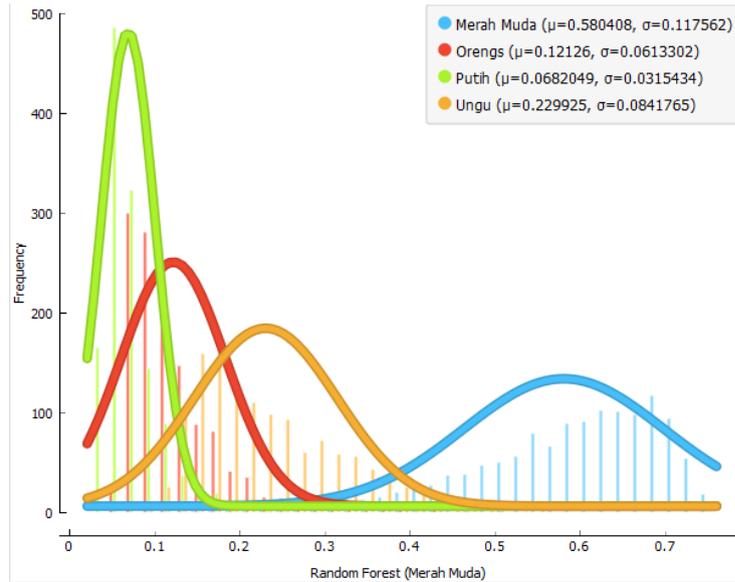
5. *Recall*

Nilai recall pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* untuk metode *Neural Network* adalah 0,998 dan *Random Forest* adalah 0,953 memiliki recall yang tinggi, menunjukkan kemampuan baik dalam mengidentifikasi instance positif yang sebenarnya.

6. *Matthews correlation coefficient* (MCC)

Nilai MCC pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* untuk metode *Neural Network* adalah 0,998 dan *Random Forest* adalah 0,938. Nilai MCC yang tinggi menunjukkan keseimbangan yang baik antara positif dan negatif.

Hasil perhitungan dari metode pengujian *20-fold cross validation* terhadap klasifikasi citra bunga kertas (*bougainvillea*) dengan metode *Neural Network* dan *Random Forest* pada *test and score*. Akurasi yang di peroleh *Neural Network* sebesar 99,8% sedangkan *Random Forest* sebesar 95,3%. Perhitungan *20-fold cross validation* terhadap klasifikasi citra bunga kertas (*bougainvillea*) dengan akurasi tertinggi yaitu *Neural Network*. *Distributions* dari hasil pengujian *20-fold cross validation* dapat di lihat pada Gambar 5.1 *Distributions* dari *20-fold cross validation*.



Gambar 5.1 Distributions dari 20-fold cross validation

5.2 Pengujian *Random Sampling*

Random Sampling adalah sebuah metode pengambilan sampel di mana setiap anggota dari populasi memiliki probabilitas yang sama untuk dipilih menjadi bagian dari sampel atau dengan kata lain, setiap unit dalam populasi memiliki kesempatan yang sama untuk menjadi bagian dari sampel yang diambil. perhitungan *random sampling* dengan *repeat train/test* sebanyak 10 dan *training set size* sebesar 90% terhadap citra bunga kertas (*bougenville*) menggunakan algoritma *Neural Network* dan *Random Forest* dapat dilihat pada Tabel 5.2 Hasil pengujian *Random Sampling*.

Tabel 5.2 Hasil pengujian *Random Sampling*

Model	AUC	CA	F1	Prec	Recall	MCC
<i>Neural Network</i>	1	0,998	0,998	0,998	0,998	0,997
<i>Random Forest</i>	0,993	0,948	0,948	0,948	0,948	0,931

Tabel 5.2 Hasil pengujian *Random Sampling* menunjukkan berbagai metrik kinerja pengklasifikasi, termasuk akurasi klasifikasi dan area di bawah kurva (AUC), serta hasil evaluasi yang dapat digunakan oleh *widget* lain untuk menganalisis kinerja pengklasifikasi dengan menggunakan *Confusion Matrix*. Pengujian hasil klasifikasi pada metode *Neural Network* dan *Random Forest* menghasilkan nilai-nilai pengujian pada AUC, CA, F1 Prec, Recall, dan MCC.

1. *Area under ROC (AUC)*

Nilai AUC pada Tabel 5.2 Hasil pengujian *Random Sampling* untuk metode *Neural Network* adalah 1,000. Nilai 1,000 menunjukkan klasifikasi yang sempurna, nilai AUC yang tinggi (1,000) menunjukkan kinerja yang baik dan pada metode *Random Forest* adalah 0,993. Nilai 0,993 menunjukkan klasifikasi yang mendekati sempurna, nilai AUC yang tinggi (0,993) menunjukkan kinerja yang baik

2. *Classification accuracy (CA)*

Nilai CA pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* untuk metode *Neural Network* adalah 0,998. Nilai 0,998 menunjukkan klasifikasi yang sempurna, nilai CA menunjukkan kinerja yang baik dengan akurasi 99,8% dan pada metode *Random Forest* adalah 0,948. Nilai 0,948 menunjukkan klasifikasi yang mendekati sempurna, nilai CA yang tinggi (0,948) menunjukkan kinerja yang baik dengan akurasi 94,8%

3. *F-1 Score*

F-1 Score untuk metode *Neural Network* adalah 0,998 menunjukkan *F1-score* yang tinggi, menandakan keseimbangan yang baik antara presisi dan recall. Sedangkan untuk *Random Forest* 0,948

4. Presisi

Nilai presisi pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* untuk metode *Neural Network* adalah 0,998 dan untuk metode *Random Forest* adalah 0,948. memiliki presisi yang tinggi, menunjukkan bahwa sebagian besar prediksi positif adalah benar.

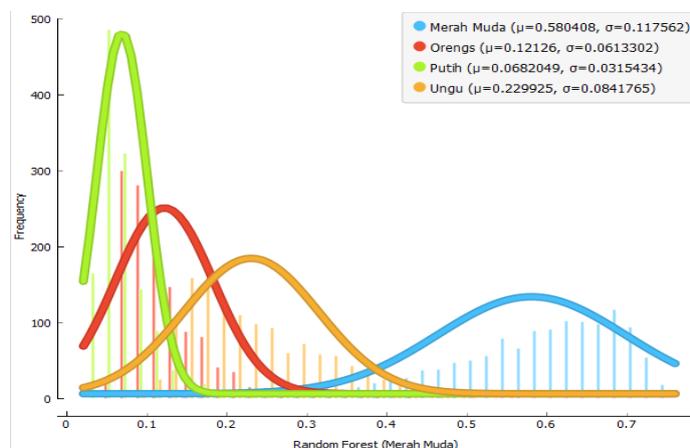
5. Recall

Nilai recall pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* untuk metode *Neural Network* adalah 0,998 dan *Random Forest* adalah 0,948 memiliki *recall* yang tinggi, menunjukkan kemampuan baik dalam mengidentifikasi instance positif yang sebenarnya.

6. Matthews correlation coefficient (MCC)

Nilai MCC pada Tabel 5.1 Hasil pengujian *20-fold cross validation* untuk metode *Neural Network* adalah 0,997 dan *Random Forest* adalah 0,931. Nilai MCC yang tinggi menunjukkan keseimbangan yang baik antara positif dan negatif.

Distributions dari hasil pengujian *Random Sampling* dapat di lihat pada Gambar 5.2 *Distributions* dari *Random Sampling*



Gambar 5.2 *Distributions* dari *Random Sampling*

Hasil perhitungan *random sampling* dengan *repeat train/test* sebanyak 10 dan *training set size* sebesar 90% terhadap citra bunga kertas (*bougainvillea*) menggunakan algoritma *Neural Network* dan *Random Forest*. Akurasi yang di peroleh *Neural Network* sebesar 99,8% sedangkan *Random Forest* sebesar 94,8%. Perhitungan *random sampling* pada *test and score* dengan akurasi tertinggi yaitu *Neural Network*.

5.3 Analisis Hasil

Analisis hasil perbandingan antara akurasi kinerja pengklasifikasian citra bunga kertas (*bougainvillea*) menggunakan *Neural Network* dan *Random Forest*. Hasilnya menunjukan bahwa dalam kedua jenis pengujian yang di lakukan *20-fold cross validation* dan *random sampling*. Dalam pengujian *20-fold cross validation*, *Neural Network* memberikan akurasi yang sangat tinggi dengan nilai *precision*, *recall*, *f1-score*, dan *accuracy* sebesar 99,8%. Sementara itu *Random Forest* memberikan akurasi yang lebih rendah dengan nilai *precision*, *recall*, *f1-score*, dan *accuracy* sebesar 95,3%. Dalam pengujian *random sampling*, *Neural Network* memberikan performa yang lebih unggul dengan nilai akurasi sebesar 99,8%. Sementara itu *Random Forest* memberikan akurasi yang lebih rendah dengan nilai sekitar 94,8%. Dengan demikian, analisis hasil yang di peroleh *Neural Network* lebih efektif dalam mengklasifikasikan citra bunga kertas (*Bougainvillea*) dari pada *Random Forest*, terutama dalam penggunaan metode pengujian *20-fold cross validation* yang menghasilkan akurasi tertinggi. Hasilnya dapat diwakili dalam bentuk Confusion matrix. Representasi dalam sebuah Confusion Matrix, dapat dilihat pada Tabel Gambar 5.3 *Confusion matrix 20-fold cross validation* dan Gambar 5.3 dan Gambar 5.4

5.3.1 Perhitungan 20-Fold Cross Validation

		Predicted				Σ
		Merah Muda	Orengs	Putih	Ungu	
Actual	Merah Muda	1296	0	0	4	1300
	Orengs	1	1299	0	0	1300
	Putih	0	1	1299	0	1300
	Ungu	2	1	0	1297	1300
Σ		1299	1301	1299	1301	5200

Gambar 5.3 *Confusion matrix 20-fold cross validation Neural Network*

		Predicted				Σ
		Merah Muda	Orengs	Putih	Ungu	
Actual	Merah Muda	1228	31	0	41	1300
	Orengs	12	1256	30	2	1300
	Putih	0	26	1274	0	1300
	Ungu	58	34	10	1198	1300
Σ		1298	1347	1314	1241	5200

Gambar 5.4 *Confusion matrix 20-fold cross validation Random Forest*

Perhitungan manual untuk *Confusion matrix Neural Network* pada pengujian *20-fold cross validation* jika diketahui

1) True Positive (TP)

Total keseluruhan nilai TP dari ujung kiri atas ke kanan bawah pada *Confusion matrix* dengan nilai 5191.

2) True Negative (TN)

Total keseluruhan nilai TN dari setiap dataset bunga kertas dengan nilai 15.591 .

3) False Positive (FP)

Total keseluruhan jumlah kolom selain TP dengan nilai 9.

4) False Negative (FN)

Total keseluruhan jumlah baris selain TP dengan nilai 9.

Berikut nilai yang diperoleh dari kinerja *Precision*, *Recall*, *F1-Score* dan *Accuracy*.

1. Precision

$$\frac{5191}{5191 + 9} = \frac{5191}{5200} = 0,998 \times 100\%$$

$$= 99,8\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.1})$$

2. Recall

$$\frac{5191}{5191 + 9} = \frac{5191}{5200} = 0,998 \times 100\%$$

$$= 99,8\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.2})$$

3. F1-Score

$$2 \times \frac{0,998 \times 0,998}{0,998 + 0,998} = 0,998 \times 100\%$$

$$= 99,8\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.3})$$

4. Accuracy

$$\frac{5191 + 15591}{5191 + 15591 + 9 + 9} = \frac{20.782}{20.800}$$

$$= 0,999 \times 100\% = 99,9\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.4})$$

Perhitungan manual untuk *Confusion matrix Random Forest* pada pengujian *20-fold cross validation* jika diketahui

1) True Positive (TP)

Total keseluruhan nilai TP dari ujung kiri atas ke kanan bawah pada *Confusion matrix* dengan nilai 4956

2) True Negative (TN)

Total keseluruhan nilai TN dari setiap dataset bunga kertas dengan nilai 15.356

3) False Positive (FP)

Total keseluruhan jumlah kolom selain TP dengan nilai 244

4) False Negative (FN)

Total keseluruhan jumlah baris selain TP dengan nilai 244

Berikut nilai yang diperoleh dari kinerja *Precision*, *Recall*, *F1-Score* dan *Accuracy*.

1. Precision

$$\frac{4956}{4956 + 244} = \frac{4956}{5200} = 0,953 \times 100\% \\ = 95,3\% \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

2. Recall

$$\frac{4956}{4956 + 244} = \frac{4956}{5200} = 0,953 \times 100\% \\ = 95,3\% \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.2)}$$

3. F1-Score

$$2 \times \frac{0,953 \times 0,953}{0,953 + 0,953} = 0,953 \times 100\% \\ = 95,3\% \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.3)}$$

4. Accuracy

$$\frac{4956 + 15356}{4956 + 15356 + 244 + 244} = \frac{20.312}{20.800} \\ = 0,976 \times 100\% = 97,6\% \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.4)}$$

5.3.2 Perhitungan *Random Sampling*

Perhitungan manual untuk *Confusion matrix Neural Network* dan *Random Forest* pada pengujian *random sampling* dengan *Confusion matrixnya* dapat di lihat pada Gambar 5.5 dan Gambar 5.6

		Predicted				Σ
		Merah Muda	Orengs	Putih	Ungu	
Actual	Merah Muda	1296	2	0	2	1300
	Orengs	2	1298	0	0	1300
	Putih	0	3	1297	0	1300
	Ungu	2	1	0	1297	1300
Σ		1300	1304	1297	1299	5200

Gambar 5.5 *Confusion matrix random sampling Neural Network*

		Predicted				Σ
		Merah Muda	Orengs	Putih	Ungu	
Actual	Merah Muda	1230	42	0	28	1300
	Orengs	14	1254	28	4	1300
	Putih	2	36	1260	2	1300
	Ungu	66	34	16	1184	1300
Σ		1312	1366	1304	1218	5200

Gambar 5.6 *Confusion matrix random sampling Random Forest*

Perhitungan manual untuk *Confusion matrix Neural Network* pada pengujian *random sampling* jika diketahui

- 1) True Positive (TP)

Total keseluruhan nilai TP dari ujung kiri atas ke kanan bawah pada *Confusion matrix* dengan nilai 5188

- 2) True Negative (TN)

Total keseluruhan nilai TN dari setiap dataset bunga kertas dengan nilai 15.588

- 3) False Positive (FP)

Total keseluruhan jumlah kolom selain TP dengan nilai 12

- 4) False Negative (FN)

Total keseluruhan jumlah baris selain TP dengan nilai 12.

Berikut nilai yang diperoleh dari kinerja *Precision*, *Recall*, *F1-Score* dan *Accuracy*.

1. Precision

$$\frac{5188}{5188 + 12} = \frac{5188}{5200} = 0,997 \times 100\%$$

$$= 99,7\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.1})$$

2. Recall

$$\frac{5188}{5188 + 12} = \frac{5188}{5200} = 0,997 \times 100\%$$

$$= 99,7\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.2})$$

3. F1-Score

$$2 \times \frac{0,997 \times 0,997}{0,997 + 0,997} = 0,997 \times 100\%$$

$$= 99,7\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.3})$$

4. Accuracy

$$\frac{5188 + 15588}{5188 + 15588 + 12 + 12} = \frac{20.776}{20.800}$$

$$= 0,998 \times 100\% = 99,8\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2.4})$$

Perhitungan manual untuk *Confusion matrix Random Forest* pada pengujian *Random Sampling* jika diketahui

1) True Positive (TP)

Total keseluruhan nilai TP dari ujung kiri atas ke kanan bawah pada *Confusion matrix* dengan nilai 4928

2) True Negative (TN)

Total keseluruhan nilai TN dari setiap dataset bunga kertas dengan nilai 15.328

3) False Positive (FP)

Total keseluruhan jumlah kolom selain TP dengan nilai 272

4) False Negative (FN)

Total keseluruhan jumlah baris selain TP dengan nilai 272

Berikut nilai yang diperoleh dari kinerja *Precision*, *Recall*, *F1-Score* dan *Accuracy*.

1. Precision

$$\frac{4928}{4928 + 272} = \frac{4928}{5200} = 0,947 \times 100\% \\ = 94,7\% \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

2. Recall

$$\frac{4928}{4928 + 272} = \frac{4928}{5200} = 0,947 \times 100\% \\ = 94,7\% \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.2)}$$

3. F1-Score

$$2 \times \frac{0,947 \times 0,947}{0,947 + 0,947} = 0,947 \times 100\% \\ = 94,7\% \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.3)}$$

4. Accuracy

$$\frac{4928 + 15328}{4928 + 15328 + 272 + 272} = \frac{20.256}{20.800} \\ = 0,973 \times 100\% = 97,3\% \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2.4)}$$