

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data menggunakan algoritma LSTM dan GRU didapatkan nilai prediksi curah hujan yang selanjutnya di analisis pada tiap pembagian dataset untuk variabel curah hujan.

#### 4.1 Analisis Prediksi Curah Hujan Dataset 7:3 (LSTM 1 & GRU 1)

Dataset yang digunakan untuk analisis prediksi curah hujan untuk semua dataset menggunakan 9 atribut pengamatan cuaca kecuali atribut keadaan cuaca karena atribut tersebut merupakan data biner yang terdiri dari angka 0 (cerah) dan 1 (hujan). Perbandingan data train test 7:3 pada gambar 4.1 menggunakan data train dari tahun 2018 sampai bulan akhir bulan juni tahun 2021 dan data test dimulai dari bulan Juli tahun 2021 sampai akhir tahun 2022.



Gambar 4. 1 Perbandingan Dataset 7 : 3

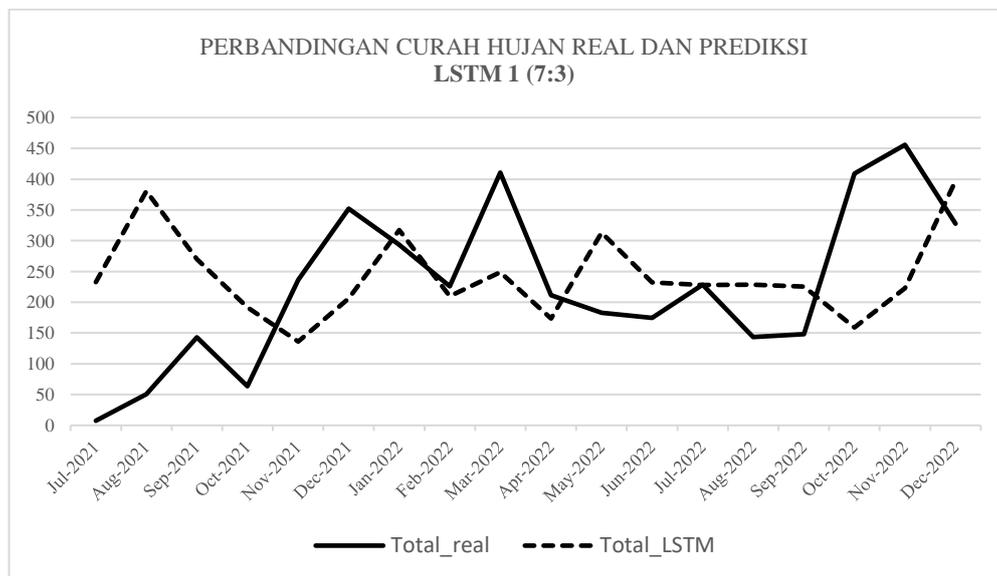
Dari tabel 4.1 diketahui bahwa nilai RMSE dari kedua algoritma yang terbaik adalah LSTM 1 dengan nilai 16.81 sedangkan nilai GRU 1 19.23. Nilai RMSE semakin kecil maka nilainya akan semakin dekat dengan nilai prediksi. Nilai MSE pada LSTM 1 sebesar 282.55 sedangkan pada GRU 1 369.82. Menunjukkan bahwa

nilai MSE pada LSTM 1 lebih baik dibandingkan dengan GRU 1, nilai MSE yang lebih rendah menandakan bahwa semakin baik model dalam melakukan prediksi. Pada nilai evaluasi MAD semakin kecil nilainya maka akan semakin bagus nilai prediksi, dapat kita lihat bahwa nilai MAD LSTM lebih baik dari nilai MAD GRU.

Tabel 4. 1 Nilai Evaluasi LSTM 1 dan GRU 1 (7:3)

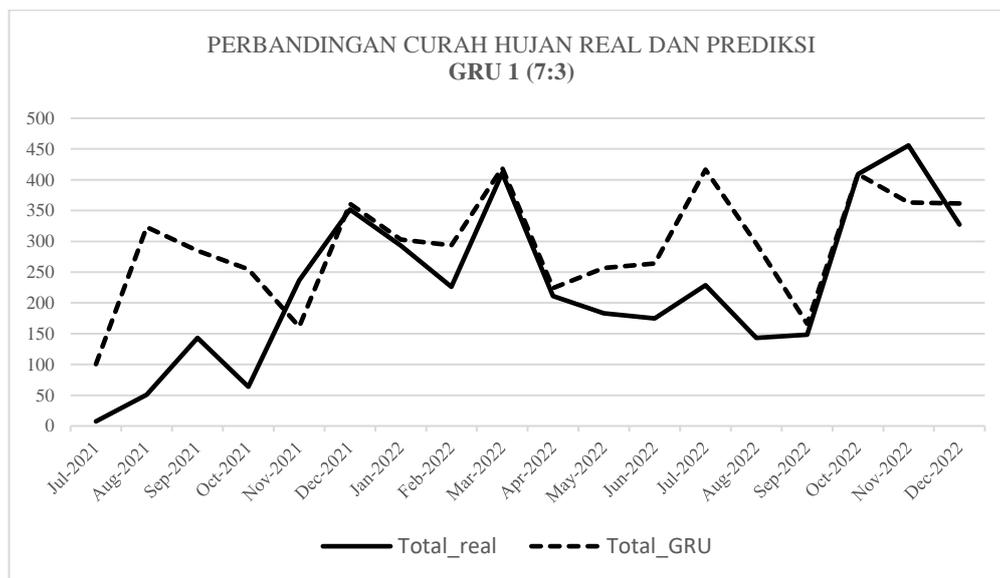
LSTM		GRU	
RMSE	16.81	RMSE	19.23
MSE	282.55	MSE	369.82
MAD	10.43	MAD	11.05

Pada gambar 4.2 pola curah hujan bulanan yang di akumulasi dari data curah hujan harian agar lebih mudah dalam melakukan analisis, hasil prediksi curah hujan menggunakan algoritma LSTM 1 menunjukkan pola yang belum sesuai dengan pola curah hujan sebenarnya. Dapat dilihat perbedaan paling mencolok terdapat pada bulan Juli - Oktober 2021 dan Oktober – November 2022.



Gambar 4. 2 Perbandingan curah hujan real dan prediksi LSTM 1 (7:3)

Prediksi curah hujan menggunakan algoritma GRU 1 pada gambar 4.3 dapat kita perhatikan bahwa hasil prediksi memiliki kesamaan pola dari bulan November 2021 sampai April 2022.



Gambar 4. 3 Perbandingan curah hujan real dan prediksi GRU 1 (7:3)

Dari table 4.2 intensitas curah hujan menunjukkan bahwa GRU 1 dapat memprediksi intensitas curah hujan lebih baik dari pada LSTM 1, GRU 1 dapat memprediksi intensitas curah hujan dengan benar sebanyak 13 bulan sedangkan LSTM 1 hanya mampu memprediksi sebanyak 9 bulan.

Tabel 4. 2 Intensitas curah hujan real LSTM 1 dan GRU 1 (7:3)

Tahun/Bulan	Intensitas_real	Intensitas_LSTM	Intensitas_GRU
Jul-2021	Rendah	Menengah	Menengah
Aug-2021	Rendah	Tinggi	Tinggi
Sep-2021	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
Oct-2021	Rendah	Menengah	Menengah
Nov-2021	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
Dec-2021	<b>Tinggi</b>	Menengah	<b>Tinggi</b>
Jan-2022	Menengah	Tinggi	Tinggi
Feb-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
Mar-2022	<b>Tinggi</b>	Menengah	<b>Tinggi</b>

Apr-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
May-2022	<b>Menengah</b>	Tinggi	<b>Menengah</b>
Jun-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
Jul-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	Tinggi
Aug-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
Sep-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
Oct-2022	<b>Tinggi</b>	Menengah	<b>Tinggi</b>
Nov-2022	<b>Tinggi</b>	Menengah	<b>Tinggi</b>
Dec-2022	<b>Tinggi</b>	<b>Tinggi</b>	<b>Tinggi</b>

## 4.2 Analisis Prediksi Curah Hujan Dataset 8:2 (LSTM 2 & GRU 2)

Dataset pada gambar 5 menggunakan perbandingan 8:2 antara data train dan test. Data train mencakup periode dari tahun 2018 hingga akhir bulan Desember 2021, sementara data test dimulai dari bulan Januari tahun 2022 hingga bulan Desember tahun 2022. Dalam penggunaan dataset ini, model akan dilatih dengan data train untuk mempelajari pola dan kemudian diuji dengan data test yang terpisah untuk mengukur kinerjanya.



Gambar 4. 4 Perbandingan Dataset 8 : 2

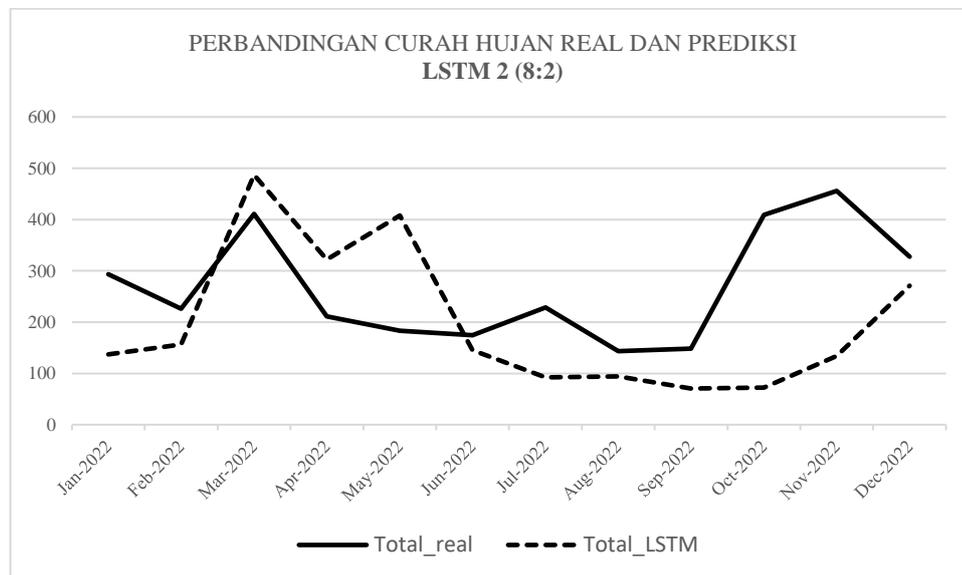
Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai RMSE yang terbaik adalah GRU 2 dengan nilai 19.41 dan nilai LSTM 2 19.23. Nilai RMSE semakin kecil maka nilainya akan semakin dekat dengan nilai prediksi. Nilai MSE pada LSTM 2 sebesar 380.18 sedangkan pada GRU 2 376.66, menunjukkan bahwa nilai MSE pada GRU 2 lebih

baik dibandingkan dengan LSTM 2, nilai MSE yang lebih rendah menandakan bahwa semakin baik model dalam melakukan prediksi. Pada nilai evaluasi MAD semakin kecil nilai nya maka akan semakin bagus nilai prediksi, dapat kita lihat bahwa nilai MAD LSTM 2 lebih baik dari nilai MAD GRU 2.

Tabel 4. 3 Nilai Evaluasi LSTM 2 dan GRU 2 (8:2)

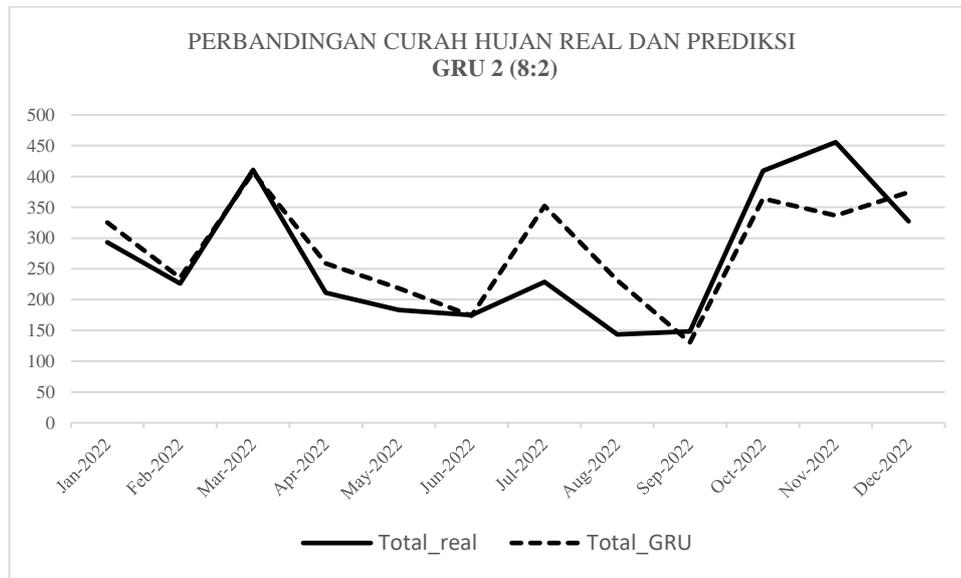
LSTM		GRU	
RMSE	19.50	RMSE	19.41
MSE	380.18	MSE	376.66
MAD	11.00	MAD	11.16

Pada gambar 4.5 pola curah hujan bulanan yang di akumulasi dari data curah hujan harian agar lebih mudah dalam melakukan analisis, hasil prediksi curah hujan menggunakan LSTM 2 menunjukkan pola sesuai hanya pada awal tahun 2022.



Gambar 4. 5 Perbandingan curah hujan real dan prediksi LSTM 2 (8:2)

Prediksi curah hujan menggunakan GRU 2 pada gambar 4.6 dapat kita perhatikan bahwa hasil prediksi memiliki kesamaan pola dari awal tahun 2022 sampai akhir tahun 2022.



Gambar 4. 6 Perbandingan curah hujan real dan prediksi GRU (8:2)

Intensitas curah hujan pada table 4.4 membuktikan bahwa GRU 2 dapat memprediksi intensitas curah hujan lebih baik dari pada LSTM, GRU 2 dapat memprediksi intensitas curah hujan dengan benar sebanyak 10 bulan sedangkan LSTM 2 hanya mampu memprediksi sebanyak 4 bulan.

Tabel 4. 4 Intensitas curah hujan real LSTM 2 dan GRU 2 (8:2)

Tahun/Bulan	Intensitas_real	Intensitas_LSTM	Intensitas_GRU
Jan-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	Tinggi
Feb-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
Mar-2022	<b>Tinggi</b>	<b>Tinggi</b>	<b>Tinggi</b>
Apr-2022	<b>Menengah</b>	Tinggi	<b>Menengah</b>
May-2022	<b>Menengah</b>	Tinggi	<b>Menengah</b>
Jun-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
Jul-2022	Menengah	Rendah	Tinggi
Aug-2022	<b>Menengah</b>	Rendah	<b>Menengah</b>
Sep-2022	<b>Menengah</b>	Rendah	<b>Menengah</b>
Oct-2022	<b>Tinggi</b>	Rendah	<b>Tinggi</b>
Nov-2022	<b>Tinggi</b>	Menengah	<b>Tinggi</b>
Dec-2022	<b>Tinggi</b>	Menengah	<b>Tinggi</b>

### 4.3 Analisis Prediksi Curah Hujan Dataset 9:1 (LSTM 3 & GRU 3)

Dataset ini menggunakan perbandingan 9:1 antara data train dan test. Data train mencakup rentang waktu dari tahun 2018 hingga akhir bulan Juni tahun 2022, sementara data test dimulai dari bulan Juli tahun 2022 hingga bulan Desember tahun 2022 yang ditunjukkan pada gambar 4.7. Dalam penggunaan dataset ini, model akan dilatih menggunakan data train untuk mempelajari pola dan melakukan prediksi, sedangkan data test akan digunakan untuk menguji sejauh mana model dapat melakukan prediksi yang akurat.



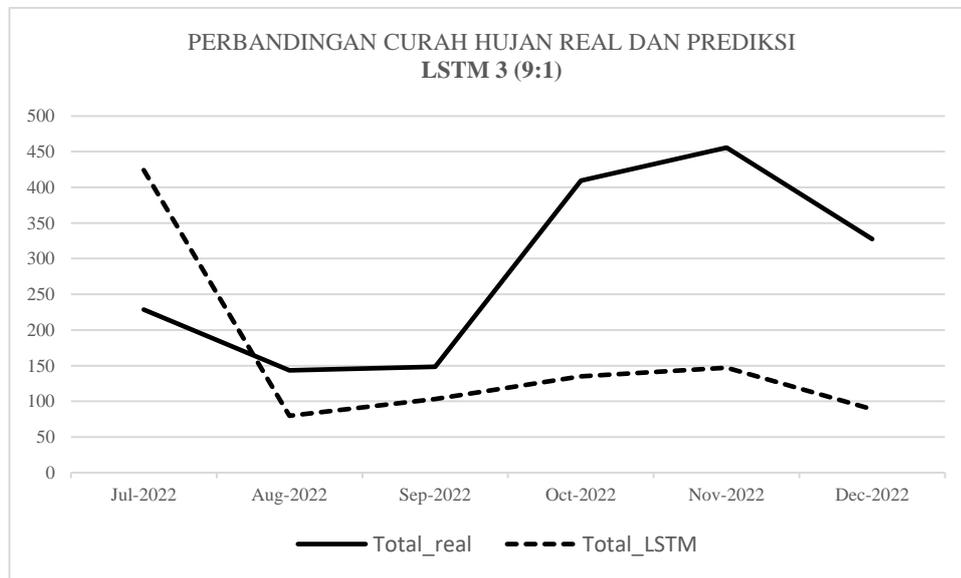
Gambar 4. 7 Perbandingan dataset 9:1

Pada tabel 4.5 nilai RMSE yang terbaik adalah LSTM 3 dengan nilai 21.10 dan nilai algoritma GRU 3 22.20. Nilai RMSE semakin kecil maka nilainya akan semakin dekat dengan nilai prediksi. Nilai MSE pada LSTM 3 sebesar 445.34 dan pada GRU 3 492.89, menunjukkan bahwa nilai MSE pada GRU 3 lebih baik dibandingkan dengan LSTM 3, nilai MSE yang lebih rendah menandakan bahwa semakin baik model dalam melakukan prediksi. Pada nilai evaluasi MAD semakin kecil nilai nya maka akan semakin bagus nilai prediksi, dapat di lihat bahwa nilai MAD LSTM 3 10.65 dan MAD GRU 12.03.

Tabel 4. 5 Nilai Evaluasi LSTM 3 dan GRU 3 (9:1)

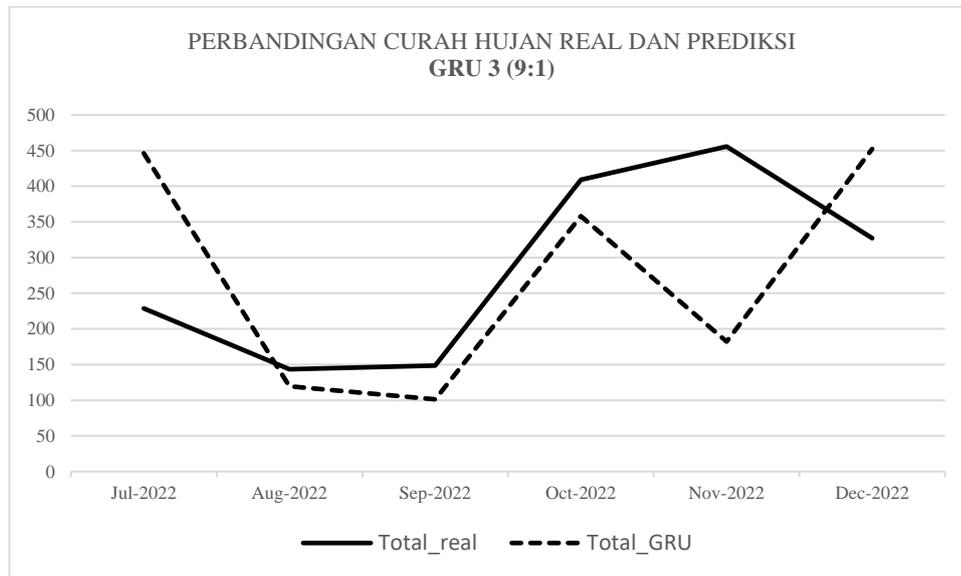
LSTM		GRU	
RMSE	21.10	RMSE	22.20
MSE	445.34	MSE	492.89
MAD	10.65	MAD	12.03

Hasil prediksi curah hujan menggunakan LSTM 3 pada gambar 4.8 mengindikasikan bahwa algoritma tersebut tidak mampu mengikuti pola intensitas curah hujan asli nya.



Gambar 4. 8 Perbandingan curah hujan real dan prediksi LSTM 3 (9:1)

Prediksi curah hujan menggunakan GRU 3 yang ditunjukkan pada gambar 4.9 bahwa hasil prediksi memiliki kesamaan pola bulan Agustus sampai bulan Oktober 2022.



Gambar 4. 9 Perbandingan curah hujan real dan prediksi GRU 3 (9:1)

GRU dapat memprediksi intensitas curah hujan dengan tepat sebanyak 4 bulan sedangkan algoritma LSTM hanya mampu memprediksi sebanyak 1 bulan. Dari hasil tersebut menandakan bahwa algoritma GRU lebih baik dari algoritma LSTM.

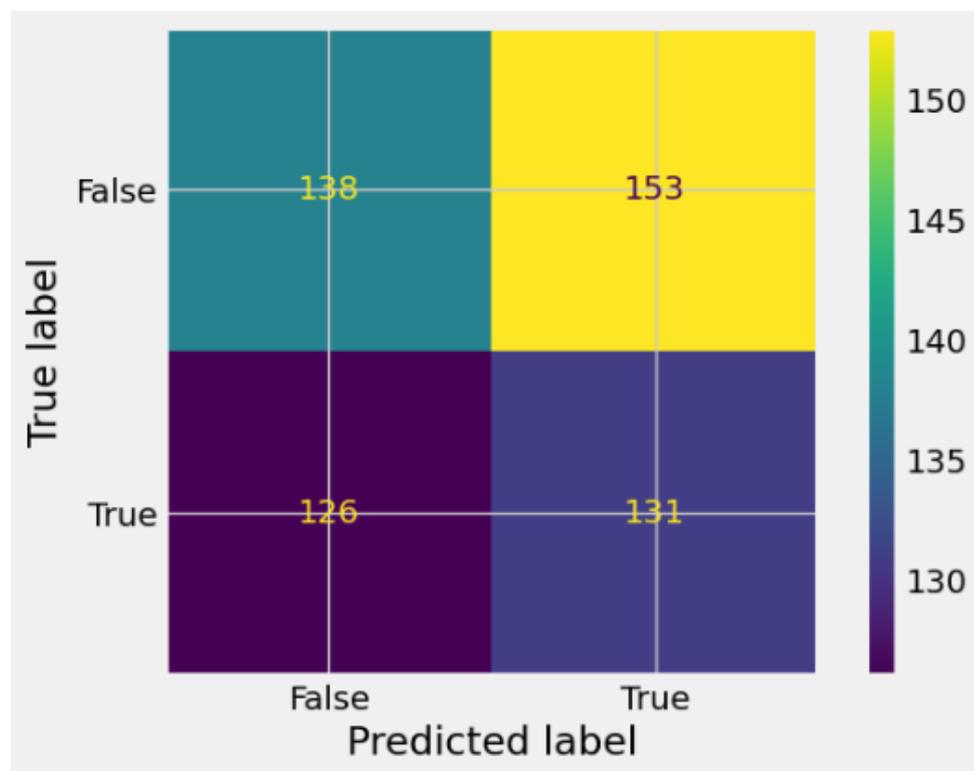
Tabel 4. 6 Intensitas curah hujan real dengan algoritma LSTM 3 dan GRU 3 (9:1)

Tahun/Bulan	Intensitas_real	Intensitas_LSTM	Intensitas_GRU
Jul-2022	Menengah	Tinggi	Tinggi
Aug-2022	<b>Menengah</b>	Rendah	<b>Menengah</b>
Sep-2022	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>	<b>Menengah</b>
Oct-2022	<b>Tinggi</b>	Menengah	<b>Tinggi</b>
Nov-2022	Tinggi	Menengah	Menengah
Dec-2022	<b>Tinggi</b>	Rendah	<b>Tinggi</b>

#### 4.4 Analisis Prediksi Hujan/Tidak Hujan Dataset 7:3 (LSTM 1 & GRU 1)

Analisis prediksi hujan dilakukan menggunakan confusion matrix yang selanjutnya akan menghasilkan akurasi, precision, recall dan f1 Score. Pada table confusion matrix yang ditunjukkan pada gambar 4.10 LSTM 1 memprediksi kejadian hujan

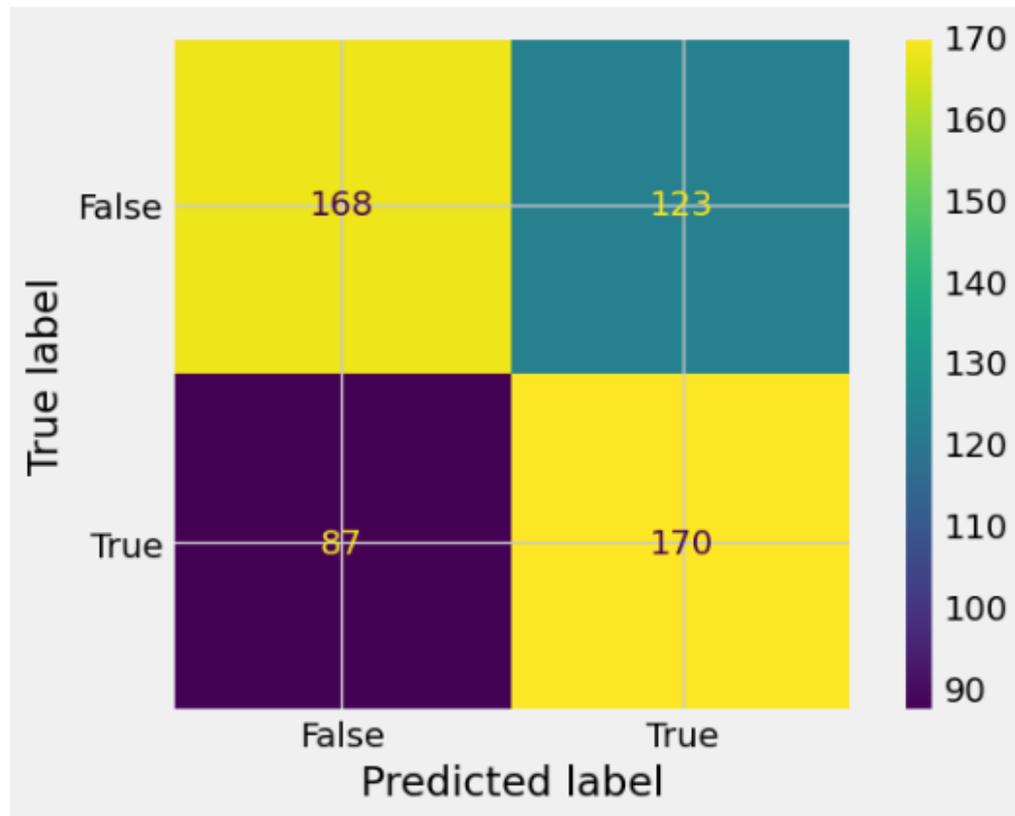
dengan benar sebanyak 131, dan memprediksi hujan akan tetapi yang terjadi adalah cerah sebanyak 153 kejadian. Nilai akurasi menggunakan LSTM sebesar 49% yang menunjukkan bahwa ketidakmampuan model dalam memprediksi hujan dan cerah dengan baik. Nilai precision sebesar 46% menandakan perbandingan hujan yang benar terjadi dengan hasil prediksi hujan, sedangkan nilai recall 51% menerangkan seberapa banyak prediksi terjadinya hujan dibandingkan dengan seluruh hujan yang sebenarnya. F1 score merupakan perbandingan antara recall dan precision, dengan nilai f1 score 48% dapat kita simpulkan bahwa LSTM memiliki performa yang kurang baik dalam memprediksi hujan.



	precision	recall	f1-score	support
0	0.52	0.47	0.50	291
1	0.46	0.51	0.48	257
accuracy			0.49	548
macro avg	0.49	0.49	0.49	548
weighted avg	0.49	0.49	0.49	548

Gambar 4. 10 Confusion matrix dan evaluasi prediksi hujan LSTM 1 (7:3)

Pada table confusion matrix yang di tunjukkan pada gambar 4.11 model GRU 1 memprediksi terjadinya hujan dengan benar sebanyak 170, dan memprediksi hujan akan tetapi yang terjadi adalah cerah sebanyak 123 kejadian. Setelah dilakukan evaluasi, diketahui bahwa GRU 1 memiliki akurasi sebesar 62%, yang berarti sekitar 62% dari semua prediksi model benar dan 38% lainnya salah. Selanjutnya, ketika dilihat pada nilai precision untuk prediksi hujan, didapatkan nilai sebesar 58%, yang berarti dari semua prediksi hujan yang diberikan oleh model, hanya 58% yang benar-benar terjadi. Sementara itu, recall hujan adalah 66%, yang artinya dari semua cuaca yang sebenarnya hujan, model GRU 1 berhasil menemukan kembali 66% dari total cuaca hujan tersebut. Kedua nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam menemukan kembali semua cuaca yang sebenarnya hujan dan cukup baik dalam memprediksi cuaca yang benar-benar hujan. Ketika menggabungkan nilai precision dan recall untuk prediksi hujan, didapatkan nilai F1 score sebesar 62%, yang artinya model memiliki performa yang baik dalam memprediksi hujan secara keseluruhan.



	precision	recall	f1-score	support
0	0.66	0.58	0.62	291
1	0.58	0.66	0.62	257
accuracy			0.62	548
macro avg	0.62	0.62	0.62	548
weighted avg	0.62	0.62	0.62	548

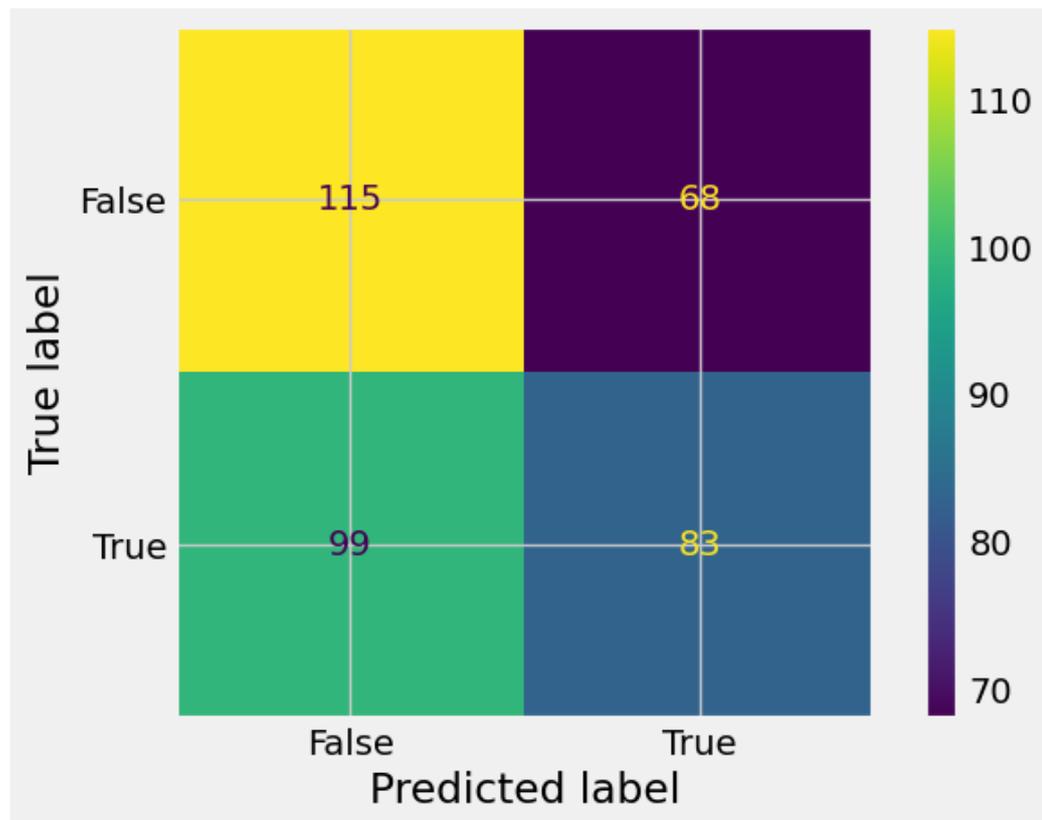
Gambar 4. 11 Confusion matrix dan evaluasi prediksi hujan GRU 1 (7:3)

#### 4.5 Analisis Prediksi Hujan/Tidak Hujan Dataset 8:2 (LSTM 2 & GRU 2)

Berdasarkan confusion matrix yang diberikan pada gambar 4.11, terdapat true positif sebanyak 83, false positif sebanyak 68, true negatif sebanyak 115, dan false negatif sebanyak 99. True positif adalah jumlah prediksi yang benar-benar cuaca hujan dan hasilnya memang benar-benar cuaca hujan. False positif adalah jumlah prediksi cuaca hujan yang sebenarnya cerah, namun model memprediksi bahwa

cuaca tersebut adalah hujan. True negatif adalah jumlah prediksi cuaca cerah yang benar-benar cuaca cerah dan hasilnya memang benar-benar cuaca cerah. False negatif adalah jumlah prediksi cuaca cerah yang sebenarnya hujan, namun model memprediksi bahwa cuaca tersebut adalah cerah.

Berdasarkan nilai-nilai confusion matrix yang diberikan, yaitu akurasi sebesar 54%, precision hujan sebesar 55%, recall hujan sebesar 46%, dan F1 score hujan sebesar 50%, dapat disimpulkan bahwa model prediksi cuaca hujan memiliki performa yang relatif buruk dalam memprediksi cuaca hujan. Akurasi adalah rasio antara jumlah prediksi yang benar dengan total jumlah prediksi, yang dalam kasus ini berarti bahwa model dapat memprediksi cuaca dengan benar sebesar 54% dari total jumlah prediksi. Precision adalah rasio antara true positive dan total prediksi cuaca hujan yang dilakukan oleh model, yang dalam kasus ini berarti bahwa model hanya dapat memprediksi cuaca hujan dengan benar sebesar 55% dari total prediksi cuaca hujan yang dilakukan oleh model. Recall adalah rasio antara true positive dan total cuaca hujan yang sebenarnya, yang dalam kasus ini berarti bahwa model hanya dapat memprediksi 46% dari total cuaca hujan yang sebenarnya. F1 score adalah rata-rata antara precision dan recall, yang dalam kasus ini menunjukkan bahwa performa model dalam memprediksi cuaca hujan memiliki nilai yang rendah, yaitu sebesar 50%.



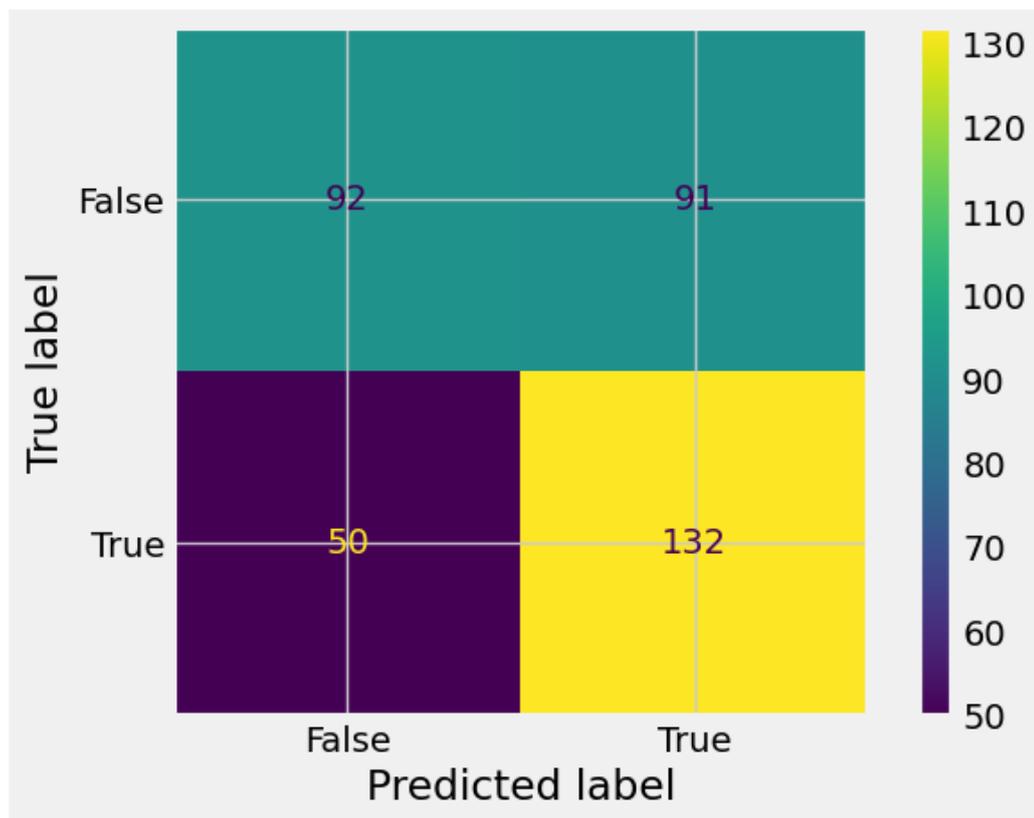
	precision	recall	f1-score	support
0	0.54	0.63	0.58	183
1	0.55	0.46	0.50	182
accuracy			0.54	365
macro avg	0.54	0.54	0.54	365
weighted avg	0.54	0.54	0.54	365

Gambar 4. 12 Confusion matrix dan evaluasi prediksi hujan LSTM 2 (8:2)

Pada hasil running menggunakan model GRU 2 dengan pembagian data train test 8:2 yang di tunjukan pada gambar 4.13, terdapat 132 true positive (TP) yang artinya model berhasil memprediksi hujan dengan benar. Namun, terdapat 91 false positive (FP) yang artinya model salah memprediksi bahwa akan terjadi hujan padahal sebenarnya tidak. Selain itu, terdapat 92 true negative (TN) yang artinya model berhasil memprediksi cerah dengan benar. Namun, terdapat 50 false negative (FN)

yang artinya model salah memprediksi bahwa akan terjadi cerah padahal sebenarnya hujan.

Dari hasil evaluasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun model berhasil memprediksi hujan dengan benar (TP) sebanyak 132 kali, namun terdapat cukup banyak false positive (FP) sebanyak 91 kali. Hal ini menunjukkan bahwa model cenderung terlalu banyak memprediksi akan terjadi hujan padahal sebenarnya tidak. Oleh karena itu, meskipun nilai recall cukup tinggi (73%), nilai presisi (59%) dan F1 score (65%) masih perlu ditingkatkan untuk memperbaiki performa model dalam memprediksi hujan.

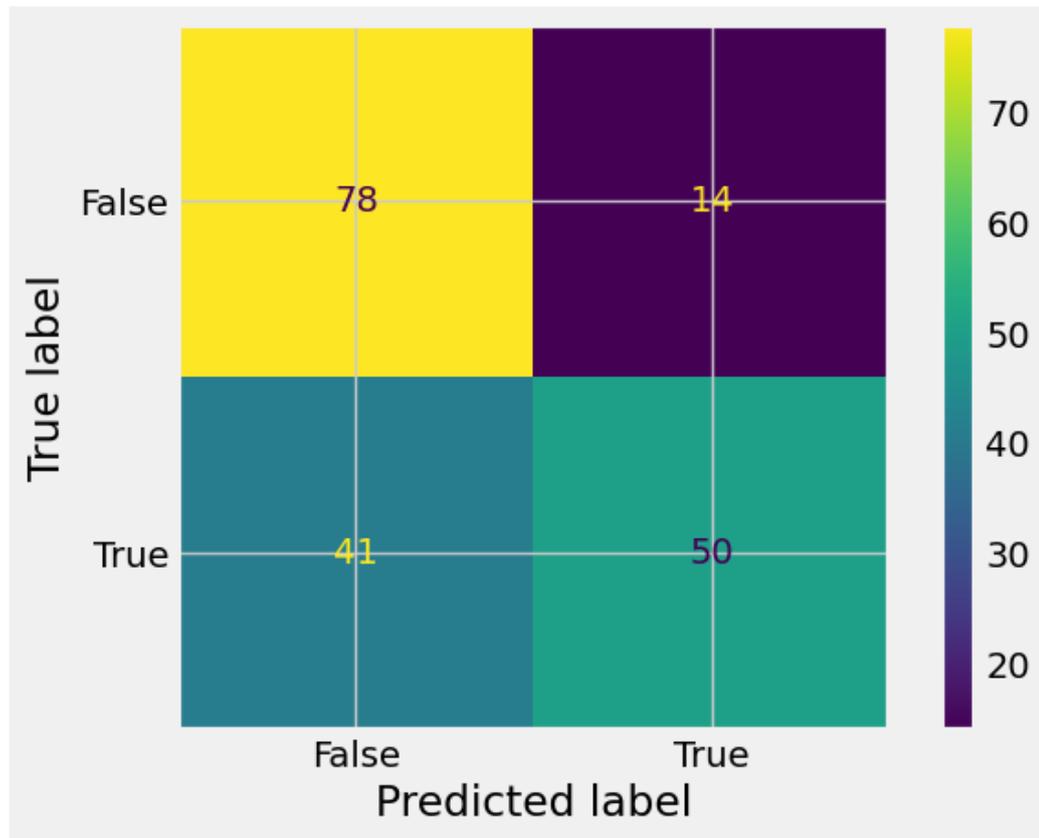


	precision	recall	f1-score	support
0	0.65	0.50	0.57	183
1	0.59	0.73	0.65	182
accuracy			0.61	365
macro avg	0.62	0.61	0.61	365
weighted avg	0.62	0.61	0.61	365

Gambar 4. 13 Confusion matrix dan evaluasi prediksi hujan GRU 2 (8:2)

#### 4.6 Analisis Prediksi Hujan/Tidak Hujan Dataset 9:1 (LSTM 3 & GRU 3)

Dari hasil evaluasi pada gambar 4.14, kita dapat melihat bahwa model LSTM 3 memiliki akurasi sebesar 70%, yang berarti sekitar 70% dari semua prediksi yang dilakukan oleh model adalah benar. Namun, kita juga dapat melihat bahwa nilai precision untuk prediksi hujan adalah 78%, yang berarti dari semua prediksi yang dilakukan oleh model sebagai hujan, sekitar 78% benar dan sisanya salah. Nilai recall untuk prediksi hujan adalah 55%, yang berarti bahwa dari semua data yang sebenarnya adalah hujan, model dapat mengidentifikasi sekitar 55% dari data tersebut. F1 score untuk prediksi hujan adalah 0.646, yang menunjukkan keseimbangan antara precision dan recall. Dalam kesimpulannya, model ini dapat mengidentifikasi hujan dengan cukup baik dengan nilai akurasi 65%, namun nilai recall yang relatif rendah menunjukkan bahwa masih ada kemungkinan bahwa model akan melewatkan beberapa kejadian hujan.



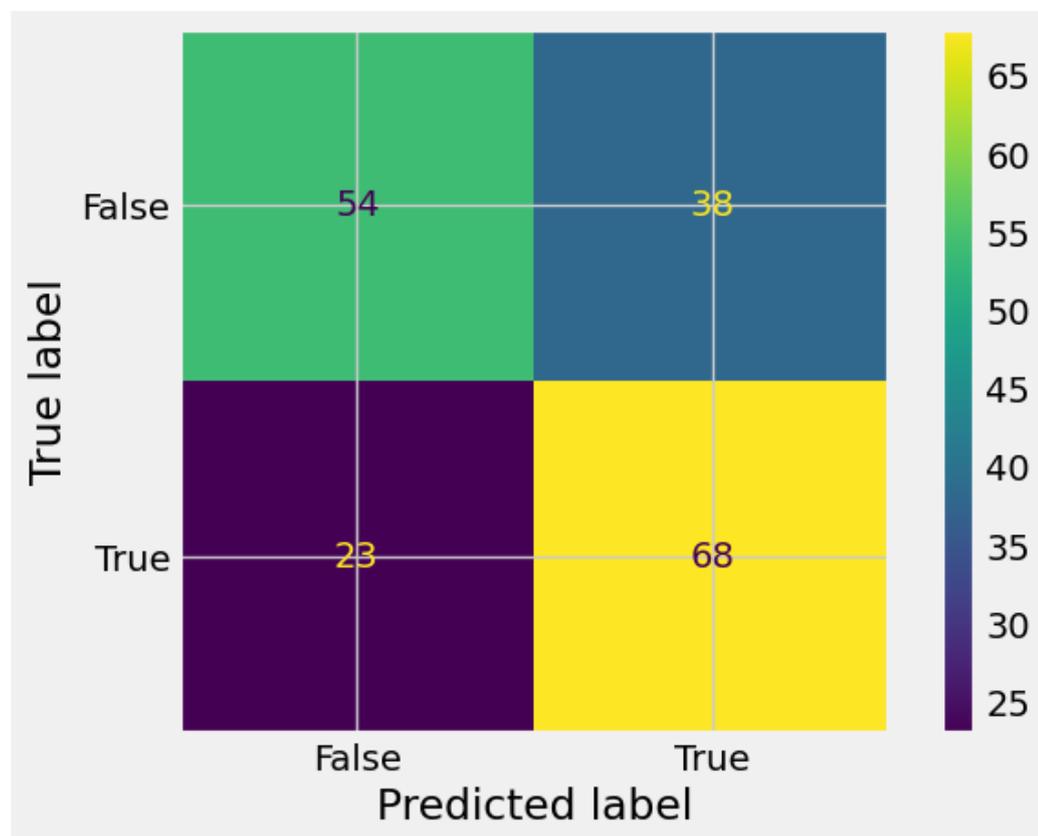
	precision	recall	f1-score	support
0	0.66	0.85	0.74	92
1	0.78	0.55	0.65	91
accuracy			0.70	183
macro avg	0.72	0.70	0.69	183
weighted avg	0.72	0.70	0.69	183

Gambar 4. 14 Confusion matrix dan evaluasi prediksi hujan LSTM 3 (9:1)

Kita dapat melihat bahwa model GRU memiliki akurasi sebesar 67%, yang berarti sekitar 67% dari semua prediksi yang dilakukan oleh model adalah benar. Nilai precision untuk prediksi hujan adalah 64%, yang berarti dari semua prediksi yang dilakukan oleh model sebagai hujan, sekitar 64% benar dan sisanya salah. Nilai recall untuk prediksi hujan adalah 75%, yang berarti bahwa dari semua data yang sebenarnya adalah hujan, model dapat mengidentifikasi sekitar 75% dari data

tersebut. F1 score untuk prediksi hujan adalah 0.691 atau 69%, yang menunjukkan keseimbangan antara precision dan recall.

Dalam kesimpulannya, model ini dapat mengidentifikasi hujan dengan cukup baik dengan nilai akurasi 67%, serta nilai precision dan recall yang relatif baik. Namun, masih terdapat ruang untuk meningkatkan performa model dalam mengidentifikasi kejadian hujan dengan lebih akurat dan konsisten.



	precision	recall	f1-score	support
0	0.70	0.59	0.64	92
1	0.64	0.75	0.69	91
accuracy			0.67	183
macro avg	0.67	0.67	0.66	183
weighted avg	0.67	0.67	0.66	183

Gambar 4. 15 Confusion matrix dan evaluasi prediksi hujan GRU 3 (9:1)