

FORECASTING PRICES OF FERTILIZER RAW MATERIALS USING LONG SHORT TERM MEMORY

Eliansion Ivan^{*1}, Hindriyanto Dwi Purnomo²

^{1,2}Informatika, Fakultas Teknologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Indonesia
Email: ¹eliansion2708@gmail.com, ²hindriyanto.purnomo@uksw.edu

(Naskah masuk: 1 Juli 2022, Revisi : 10 Juli 2022, diterbitkan: 26 Desember 2022)

Abstract

This study uses long short term memory (LSTM) modeling to predict time series data on the price of fertilizer raw materials, namely prilled urea, granular urea, ammonium sulphate((NH₄)₂SO₄), ammonia (NH₃), diammonium phosphate((NH₄)₂HPO₄), phosphoric acid (H₃PO₄), phosphate rock (P₂O₅), NPK 16-16-16, potash, sulfur, and sulfuric acid (H₂SO₄). Predictions are made based on data that existed in the past using the long short term memory method, which is a derivative of the recurrent neural network. Carry out the evaluation process by looking at the root mean square error (RMSE) and mean absolute percentage error (MAPE) of the model that has been created. The results obtained are quite good, as seen from the root mean square error (RMSE) and mean absolute percentage error (MAPE) which are close to 0 and not too high. Sulfur raw material got the smallest root mean square error (RMSE) with a score of 0.053 and diammonium phosphate raw material got the smallest mean absolute percentage error (MAPE) evaluation value with 2.3%, while the largest value was for the root mean square error (RMSE) of raw materials. Phosphoric acid fertilizer raw material with a value of 22,979 and the largest mean absolute percentage error (MAPE) comes from sulfuric acid fertilizer raw material with a value of 9.180%.

Keywords: Fertilizer Raw Materials, Forecasting, LSTM.

PREDIKSI HARGA BAHAN BAKU PUPUK MENGGUNAKAN METODE LONG SHORT TERM MEMORY

Abstrak

Penelitian ini menggunakan pemodelan *long short term memory*(LSTM) untuk melakukan *prediksi* pada data *time series* harga bahan baku pupuk yaitu *urea prilled*, *urea granular*, *ammonium sulphate*((NH₄)₂SO₄), *ammonia*(NH₃), *diammonium fosfat*((NH₄)₂HPO₄), *phosphoric acid*(H₃PO₄), *phosphate rock*(P₂O₅), *NPK 16-16-16*, *potash*, *sulphur*, dan *sulphuric acid*(H₂SO₄). *Prediksi* dilakukan dengan berdasarkan pada data yang ada di masa lalu dengan menggunakan metode *long short term memory* yang merupakan turunan dari *recurrent neural network*. Melakukan proses evaluasi dengan melihat nilai *root mean square error* (RMSE) dan *mean absolute percentage error* (MAPE) dari model yang telah dibuat. Hasil yang didapatkan cukup baik terlihat dari nilai *root mean square error* (RMSE) dan *mean absolute percentage error* (MAPE) yang mendekati 0 dan tidak terlalu tinggi. Bahan baku *sulphur* mendapat nilai *root mean square error* (RMSE) terkecil dengan angka 0.053 dan bahan baku *diammonium fosfat* mendapat nilai evaluasi *mean absolute percentage error* (MAPE) terkecil dengan angka 2.3%, sedangkan nilai terbesar untuk *root mean square error* (RMSE) dari bahan baku pupuk *phosphoric acid* dengan nilai 22.979 dan untuk nilai terbesar *mean absolute percentage error* (MAPE) berasal dari bahan baku pupuk *sulphuric acid* dengan nilai 9.180%.

Kata kunci: Bahan Baku Pupuk, LSTM, Prediksi.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan dunia akan pupuk akan terus bertumbuh bersamaan dengan bertambahnya populasi yang ada di dunia[1]. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi oleh perusahaan pupuk dan para petani saat ini adalah menentukan harga pupuk karena harga bahan baku pupuk yang

bersifat fluktuatif[2]. Di Prancis kenaikan harga pupuk akan mempengaruhi produktifitas tanaman[1]. Di Indonesia sendiri pupuk sangat mempengaruhi pertanian seperti tanaman padi yang produksinya meningkat 20-25% karena penggunaan pupuk[2].bagi perusahaan-perusahaan pupuk yang menerima pesanan khusus dan menerima pemesanan

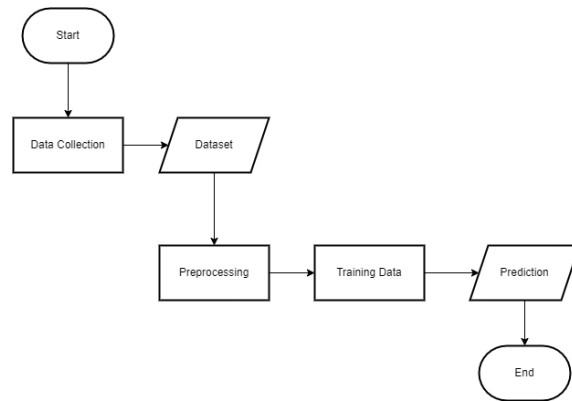
yang diajukan untuk masa yang akan datang[3]. Jika perusahaan menetapkan harga pupuk di masa yang mendatang berdasar pada harga bahan baku yang ada saat ini maka hal ini tentunya bisa merugikan atau menguntungkan perusahaan dikarenakan harga bahan baku memiliki kemungkinan untuk melonjak naik dan melonjak turun harganya di masa mendatang. Sehingga tidak tepat rasanya jika suatu perusahaan menetapkan harga pupuk di masa mendatang berdasar pada harga bahan baku saat ini. Hal ini membuat perusahaan harus bisa memperkirakan harga bahan baku pupuk yang ada kedepannya, tetapi tidak dengan cara mengira-ngira tanpa dasar yang jelas. Selain itu perusahaan juga perlu menjaga harga pupuk agar produktivitas pertanian yang ada tetap terjaga dan kebutuhan pangan tetap terjaga.

Teknik Prediksi hadir dalam hal ini untuk membantu membaca pola harga yang ada di masa lampau dan memperkirakan pola harga kedepannya[4]. Sangat banyak metode Prediksi yang ada hingga saat ini, namun dalam penelitian kali akan menggunakan salah satu teknik *recurrent neural network*(RNN) yaitu menggunakan *long short term memory*(LSTM). LSTM merupakan metode yang lebih baik dari RNN konvensional karena dapat menangani permasalahan *vanishing gradient*[5][6]. LSTM juga memperoleh hasil yang baik dibandingkan dengan metode *XGBOOST*, *ARIMA*, dan *KNN* dalam hal prediksi untuk data lalu lintas[7]. Prediksi harga saham dengan metode LSTM juga mendapat hasil *accuracy* yang lebih baik[8].

Prediksi juga dapat membantu dalam menentukan momen kapan untuk membeli bahan baku pupuk dan menghitung alokasi dana untuk pembelian pupuk kedepannya. seperti pada perusahaan PT Petrokimia Gresik yang memiliki sistem minimum-maximum dalam pembelian bahan baku pupuk, jadi akan membeli bahan baku pupuk ketika dalam kondisi minimum dan akan membeli sampai titik maximum-nya hal ini untuk mencegah terjadinya overstock dan kerugian[9]. Dalam hal ini penulis ingin menunjukkan model Prediksi dengan pendekatan LSTM. Prediksi dengan metode LSTM ini akan menggunakan fungsi *activation relu* lalu akan dilakukan juga evaluasi dengan menggunakan *mean absolute percentage error*(MAPE) dan *root mean square error*(RMSE)[10].

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini tahapan yang dilakukan untuk melakukan Prediksi pada harga bahan baku pupuk. bisa dilihat pada gambar 1 *flowchart* penelitian.



Gambar 1. Flowchart pengerjaan

2.1. LSTM

Long Short Term Memory(LSTM) merupakan varian unit dari *Recurrent Neural Network*(RNN). LSTM memiliki keunggulan dimana bisa melakukan Prediksi dengan menangkap *features* jangka panjang yang ada dalam data hal ini membuat LSTM mampu menangani permasalahan *vanishing gradient*[7]. hal ini membuat LSTM lebih baik dalam menangani data yang bersifat jangka panjang seperti harga bahan baku pupuk. struktur yang ada dalam LSTM terdiri dari *cell gate*, *input gate*, *output gate*, dan *forget gate*[11].

Input gate berfungsi mengatur sejauh mana nilai yang masukan akan berjalan dalam cell, *forget gate* mengontrol sejauh mana nilai tetap di dalam cell, dan *output gate* berfungsi mengatur sejauh mana nilai dalam cell digunakan untuk menghitung aktivasi keluaran. Adapun arsitektur LSTM bisa dilihat di gambar 1.

Data masuk pada *forget gate* akan diolah dan akan dipilih data yang akan disimpan pada *memory cell* dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid seperti pada persamaan (1). Dalam hal ini harga bahan baku pupuk akan masuk dan akan diaktivasi dengan fungsi *sigmoid* sehingga data berubah menjadi antara 0 dan 1. *Input gate* memiliki 2 *gate* dengan menggunakan 2 fungsi aktivasi yaitu *sigmoid* untuk memperbarui informasi dan fungsi aktivasi *tanh* untuk menyimpan nilai baru di *memory cell* dengan menggunakan persamaan (2) dan (3). *Gate* pertama akan mengubah harga bahan baku pupuk menjadi dengan aktivasi *sigmoid* untuk memperbarui informasi, lalu *gate* kedua akan dengan fungsi aktivasi *tanh* akan membuat vektor nilai baru untuk disimpan di *memory cell*.

$$f_i = \sigma(W_f \cdot [h_{i-1}, x_t] + b_t) \quad (1)$$

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{i-1}, x_t] + b_i) \quad (2)$$

$$C_t = \sigma(W_c \cdot [h_{i-1}, x_t] + b_c) \quad (3)$$

Hasil hubungan dari *input gate* akan diolah dengan persamaan (4). *forget gate* akan menggantikan nilai *memory cell* oleh *cell gates*. Pada *output gate* terdapat 2 *gate* yang pertama *gate* untuk memutuskan nilai yang akan dikeluarkan dengan fungsi aktivasi *sigmoid* seperti yang diketahui harga bahan baku pupuk akan diubah dalam proses ini menjadi antara 0 dan 1 untuk memutuskan nilai yang keluar dan yang kedua untuk menyimpan nilai dengan fungsi aktivasi *tanh*, pada *gate* kedua akan membuat vektor nilai baru untuk disimpan pada *memory cell*, terakhir kedua *gates* akan dikalikan untuk mendapatkan nilai keluaran baru. Hal ini dirumuskan dengan persamaan (5) dan (6).

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * C_t \quad (4)$$

$$O_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (5)$$

$$h_t = O_t \tanh(C_t) \quad (6)$$

2.2. Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian kali ini memiliki format CSV (*comma separated value*) dan bahan baku pupuk yang akan digunakan untuk penelitian kali ini antara lain adalah *urea prilled*, *urea granular*, *ammonium sulphate* ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), *ammonia* (NH_3), *diammonium fosfat* ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), *phosphoric acid* (H_3PO_4), *phosphate rock* (P_2O_5), *NPK 16-16-16*, *potash*, *sulphur*, dan *sulphuric acid* (H_2SO_4).

2.3. Preprocessing Data

Tahapan *preprocessing* data pada penelitian kali ini adalah dengan mengecek jumlah data dan jumlah nilai *null* selain itu mengubah format untuk tanggal ke *datetime*. Membagi data menjadi 70% data *training* dan 30% data *testing*.

2.4. Proses Training

Pada proses *training* membuat model *LSTM* dengan 4 *hidden layer* dengan *activation relu*, menggunakan *optimizer adam*, fungsi *loss Mean Square Error*, dan *epoch* maksimal 300 dengan menggunakan *early stopping* ketika hasil *loss* tidak membaik setelah 30 *epoch* maka proses *training* akan dihentikan agar tidak terjadi proses pembelajaran berlebihan atau *overfitting* dan *underfitting*[12]. proses *training* dilakukan kepada dataset yaitu *urea prilled*, *urea granular*, *ammonium sulphate* ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), *ammonia* (NH_3), *diammonium fosfat* ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), *phosphoric acid* (H_3PO_4), *phosphate rock* (P_2O_5), *NPK 16-16-16*, *potash*, *sulphur*, dan *sulphuric acid* (H_2SO_4).

2.5. Evaluation

Dalam menentukan apakah model yang dibangun sudah baik dalam menangani data dibutuhkan yang namanya *evaluation* dalam hal ini digunakan *root mean square error* (*RMSE*) dan *mean absolute percentage error* (*MAPE*). Nilai *RMSE* adalah nilai akar kuadrat dari selisih nilai prediksi dan nilai asli dimana hasil akhirnya menunjukkan seberapa jauh nilai akar kuadrat dari nilai asli dan nilai prediksi model. *MAPE* adalah nilai absolute rata-rata dari selisih nilai prediksi dan nilai asli sehingga nantinya bisa diketahui persentase kesalahan model yang dihasilkan.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad (7)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{(A_t - F_t)}{A_t} \right| 100}{n} \quad (8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

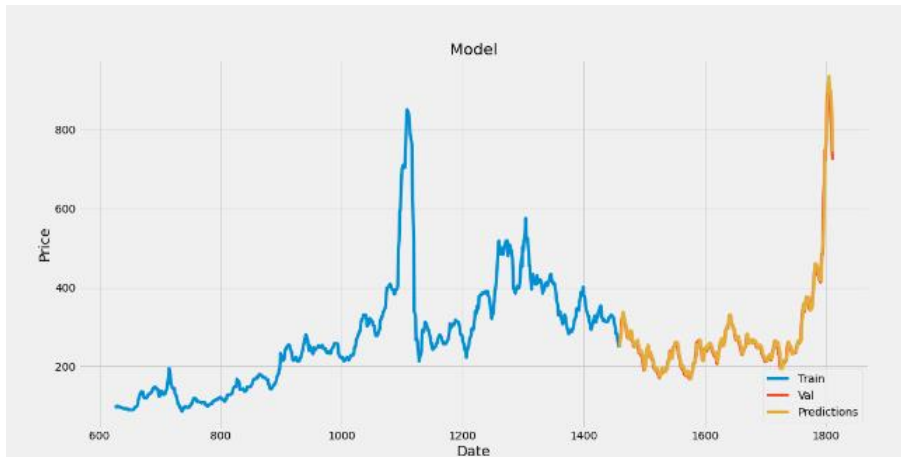
Dataset bahan baku pupuk yang digunakan mulai dari 1987 hingga Januari 2022. Didapatkan dari perusahaan pupuk yang ada di Indonesia. Proses *preprocessing* data dilakukan dengan mengecek nilai *null* pada dataset dan mengubah tipe data seperti tanggal ke *datetime* agar lebih mudah diproses saat *training*.

3.1. Prediksi urea prilled

Untuk prediksi *urea prilled* sendiri jumlah data sebanyak 1638. salah satu cara pengukuran yang dilakukan untuk menilai seberapa baik model *LSTM* yang dibangun dalam menangani data *urea prilled* menggunakan *evaluation* yaitu *root mean square error* (*RMSE*) dan *mean absolute percentage error* (*MAPE*).

Nilai *RMSE* untuk prediksi yang didapatkan dalam data *urea prilled* ini adalah sebesar 6.892 dan nilai simpangan baku data *testing* sebesar 119, nilai *RMSE* yang lebih kecil menunjukkan bahwa model bekerja dengan baik dalam memprediksi data. Untuk nilai *MAPE* mendapatkan nilai 3.27%. Nilai *MAPE* yang lebih kecil dibandingkan *RMSE* karena nilai *MAPE* menunjukkan rasio kesalahan prediksi sedangkan *RMSE* menunjukkan simpangan nilai prediksi dari nilai aktualnya artinya pada kali ini rasio kesalahan yang terjadi kecil tetapi simpangan yang terjadi jauh lebih besar.

Jika dilihat dari gambar 2 grafik menunjukkan hasil prediksi *urea prilled*. Garis berwarna biru menunjukkan data *training*, lalu garis merah menunjukkan data *testing*, dan warna jingga menunjukkan hasil prediksi. Lalu pada tabel 1 bisa dilihat hasil prediksi *urea prilled* untuk 10 minggu terakhir data.



Gambar 2. Grafik urea prilled

Tabel 1. hasil prediksi urea prilled

Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
25-11-2021	965	977.91
02-12-2021	985	966.33
09-12-2021	985	982.24
16-12-2021	985	964.67
23-12-2021	985	949.28
06-01-2022	855	931.45
12-01-2022	775	697.37

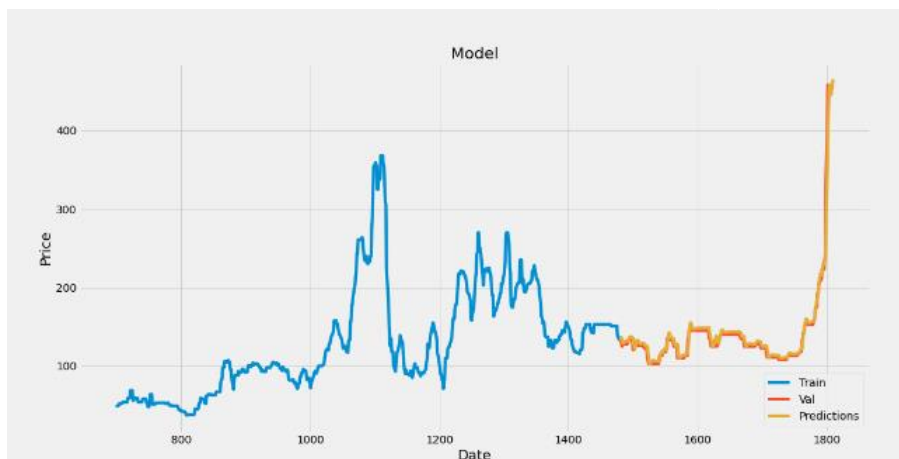
3.2. Prediksi urea granule

Urea granul sendiri pada dasarnya memiliki sama dengan urea prilled hanya saja memiliki perbedaan bentuk yaitu berbentuk granule. Jumlah data pada dataset urea granule adalah 1163. Untuk evaluation menggunakan root mean square error (RMSE) dan mean absolute error percentage (MAPE).

Nilai RMSE yang didapatkan pada dataset ini dengan metode LSTM adalah 2.26 cukup kecil

dibandingkan dengan urea prilled, jika dibandingkan dengan nilai simpangan baku 125 nilai RMSE jauh lebih kecil, yang artinya model bekerja dengan baik dalam prediksi. Untuk nilai MAPE adalah 3.222% angka ini menunjukkan rata-rata kesalahan absolut model. pada bahan baku urea granule rasio kesalahan lebih besar dilihat dari nilai MAPE tetapi simpangan error yang terjadi cukup kecil dilihat dari nilai RMSE.

Pada gambar 3 merupakan hasil prediksi dari urea granule dimana garis biru menunjukkan data training, lalu warna merah menunjukkan data testing, warna jingga menunjukkan hasil prediksi model LSTM. Semakin tidak terlihat warna merah artinya nilai prediksi dari model semakin mendekati nilai aslinya. Lalu pada tabel 2 merupakan hasil prediksi urea granule selama 10 minggu terakhir beserta harga aslinya.



Gambar 3. Grafik hasil urea granule

Tabel 2. Hasil prediksi urea granule

Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	902	907.0502
12/2/2021	871	919.9176
12/9/2021	864	883.4686
12/16/2021	868	875.3383
12/23/2021	823	869.6314
1/6/2022	750	805.2527
1/13/2022	723	709.1317

3.3. Prediksi Ammonium Sulphate

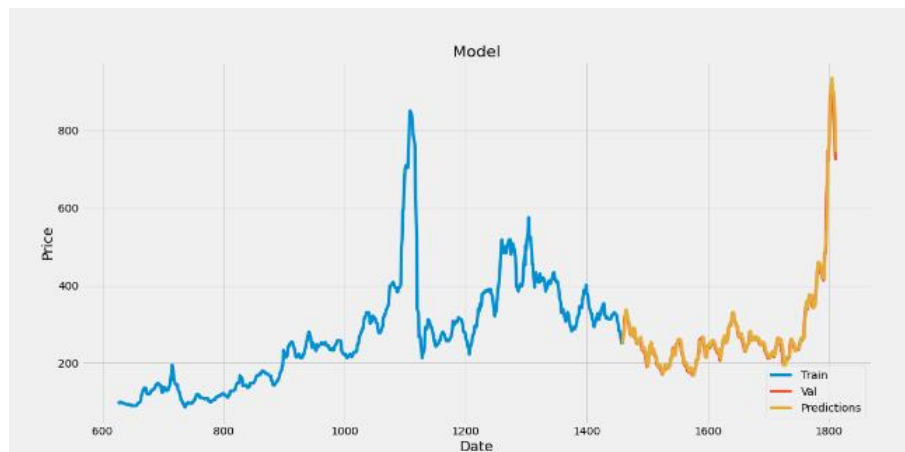
Ammonium Sulphate merupakan salah satu sumber nitrogen bagi tanaman sehingga bahan ini digunakan dalam membuat pupuk. Dengan jumlah data 1091 dilakukan training dengan model LSTM

dan *evaluation root mean square error (RMSE)* dan *mean absolute error percentage(MAPE)*.

Nilai akar kuadrat dari rata-rata selisih nilai prediksi dan nilai sebenarnya(*RMSE*) mendapat nilai 1.785 jika dibandingkan dengan nilai simpangan baku 61 nilai *RMSE* jauh lebih kecil menandakan model bekerja dengan baik dan nilai rata-rata kesalahan absolut(*MAPE*) 3.042%. pada kali ini model memiliki rasio kesalahan yang lebih besar dari nilai aktualnya dilihat dari nilai *MAPE* yang lebih besar tetapi simpangan yang terjadi antara nilai aktual dan nilai prediksi tidak begitu besar dilihat dari nilai *RMSE*.

Jika dilihat dari gambar 4 yang merupakan grafik prediksi dari *amonium sulphate*. Garis biru menunjukkan data *training*, lalu garis merah menunjukkan data *testing*, dan garis jingga menunjukkan hasil prediksi model *LSTM*. Garis merah dan garis jingga yang cukup rapat menandakan nilai aktual dan nilai prediksi cukup dekat. Lalu tabel 3 menunjukkan hasil prediksi dan harga asli untuk 10 minggu terakhir.

menunjukkan data *testing*, dan garis jingga menunjukkan hasil prediksi model *LSTM*. Garis merah dan garis jingga yang cukup rapat menandakan nilai aktual dan nilai prediksi cukup dekat. Lalu tabel 3 menunjukkan hasil prediksi dan harga asli untuk 10 minggu terakhir.



Gambar 4. Grafik hasil *ammonium sulphate*

Tabel 3. Hasil prediksi *ammonium sulphate*

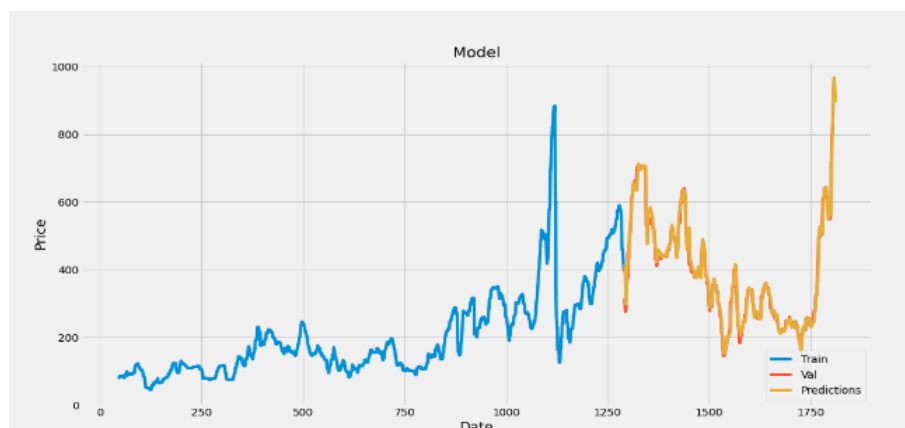
Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	902	907.0502
12/2/2021	871	919.9176
12/9/2021	864	883.4686
12/16/2021	868	875.3383
12/23/2021	823	869.6314
1/6/2022	750	805.2527
1/13/2022	723	709.1317

3.4. Prediksi *Ammonia*

Ammonia adalah salah satu bahan pembuatan pupuk *urea*. Jumlah data yang didapatkan adalah sebanyak 1718 data. Dengan model *LSTM* dan *evaluation* akan menggunakan *root mean square error (RMSE)* dan *mean absolute error percentage error (MAPE)*.

Nilai *RMSE* menandakan akar kuadrat dari rata-rata kesalahan prediksi sebesar 2.513 dibandingkan dengan nilai simpangan baku data 173 nilai *RMSE* jauh lebih kecil dan nilai *MAPE* yang menandakan rata-rata kesalahan absolute prediksi adalah 3.8%. Disini evaluasi *RMSE* bekerja lebih baik karena simpangan yang terjadi antara nilai prediksi dengan nilai aktual tidak terlalu besar tetapi rasio kesalahannya lebih besar dilihat dari hasil *MAPE*.

Pada gambar 5 menunjukkan grafik prediksi *ammonia*. Garis biru menunjukkan data *training*, garis merah menunjukkan data *testing*, dan garis jingga menandakan hasil prediksi. Tabel 3 menunjukkan hasil prediksi dan perbandingan dengan harga aslinya selama 10 minggu terakhir.



Gambar 5. Grafik hasil *ammonia*

Tabel 4. Hasil prediksi ammonia

Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	895	857.98
12/2/2021	900	915.80
12/9/2021	900	951.92
12/16/2021	900	960.48
12/23/2021	900	940.19
1/6/2022	925	901.21
1/13/2022	925	876.21

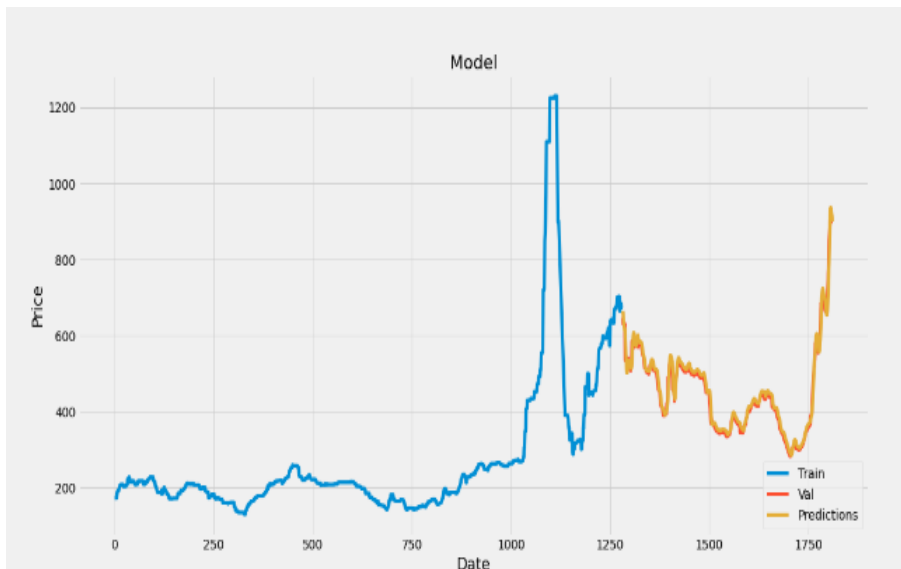
3.5. Prediksi Diammonium Fosfat

Diamonium fosfat merupakan salah satu bahan baku pupuk mengandung banyak nitrogen dan fosfor, serta biasa digunakan untuk meningkatkan Ph tanah. Jumlah data yang digunakan sebanyak 1754 dengan evaluation prediksi *root mean square error (RMSE)* dan *mean absolute percentage error (MAPE)*.

Nilai *RMSE* yang didapatkan untuk dataset diamonium fosfat 5.81 dan nilai *MAPE* 2.3. pada

DAP nilai *RMSE* lebih besar karena frekuensi perubahan harga bahan baku yang tidak terlalu sering sedangkan hasil prediksi selalu berubah walaupun begitu nilai ini masih lebih kecil jika dibandingkan dengan simpangan baku 113, evaluasi *mape* disini lebih baik karena rasio kesalahan prediksi yang lebih kecil daripada simpangan nilai aktual dan nilai prediksi yang terjadi dilihat dari nilai *RMSE*[13].

Jika dilihat pada gambar 6 merupakan grafik prediksi diamonium fosfat terlihat garis biru yang menandakan data training, lalu data testing yang ditandai dengan warna merah, dan warna jingga yang menandakan prediksi data testing. Semakin mepet jarak antara garis merah dan jingga menandakan hasil prediksi mendekati nilai aslinya. Pada tabel 5 bisa dilihat hasil prediksi selama 10 minggu terakhir beserta harga aslinya.



Gambar 6. Grafik hasil diammonium fosfat

Tabel 5. Hasil prediksi diammonium fosfat

Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	900	879.83
12/2/2021	900	915.05
12/9/2021	900	928.30
12/16/2021	900	925.04
12/23/2021	900	914.29
1/6/2022	900	903.34
1/13/2022	900	894.70

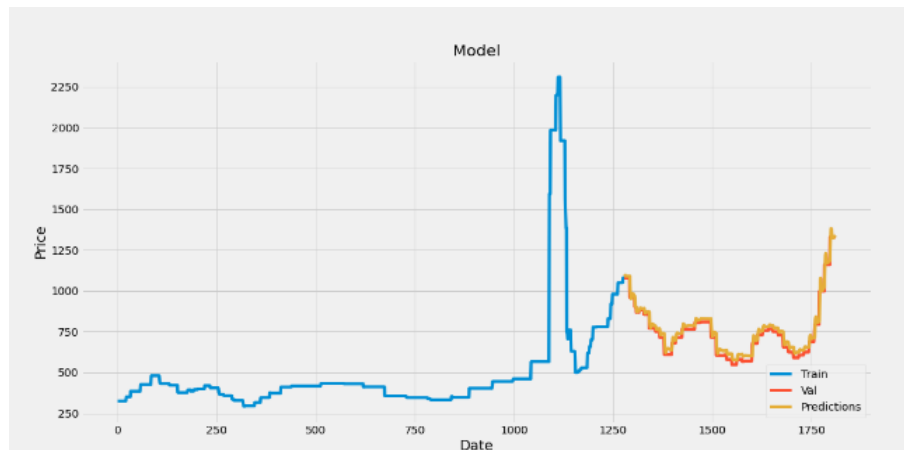
3.6. Prediksi Phosphoric Acid

Phosphoric acid merupakan salah satu bahan untuk *insektisida*. Jumlah data yang digunakan sebanyak 1766, selain itu dilakukan proses *evaluation* untuk hasil prediksi dengan mencari nilai *root mean square error (RMSE)* dan *mean absolute percentage error (MAPE)*.

Pada prediksi *phosphoric acid* didapat nilai *RMSE* sebesar 22.979, jika dilihat nilai *RMSE* pada *phosphoric acid* cukup besar dibandingkan pupuk yang lain karena harga bahan baku ini cenderung lebih stabil selama beberapa bulan dibandingkan

dengan bahan baku pupuk yang lain yang perubahan harganya terjadi setiap minggunya, sedangkan hasil dari prediksi memiliki angka yang tidak stabil dan selalu berubah, walaupun nilai *RMSE* masih lebih kecil dibandingkan dengan nilai simpangan baku 168 dan nilai *MAPE* 3.746% menandakan bahwa kesalahan absolutnya kecil karena nilai *MAPE* mengukur presentase kesalahan tidak seperti *RMSE* yang menilai simpangan harga prediksi dengan harga aktual, evaluasi *MAPE* bekerja lebih baik kali ini yang artinya rasio kesalahan yang terjadi pada nilai prediksi cukup kecil namun nilai simpangan yang terjadi antaran nilai prediksi dan nilai aktual cukup besar dilihat dari nilai *RMSE*

Lalu jika dilihat dari grafik prediksi pada gambar 7 garis biru menandakan data yang digunakan untuk *training*, garis merah adalah data *testing*, dan garis jingga hasil prediksi. Dari grafik memang terlihat garis merah dan jingga tidak begitu mepet di beberapa titik. Pada tabel 6 menampilkan hasil prediksi selama 10 minggu terakhir dan harga aslinya.



Gambar 7. Grafik hasil *phosphoric acid*

Tabel 6. Hasil prediksi *phosphoric acid*

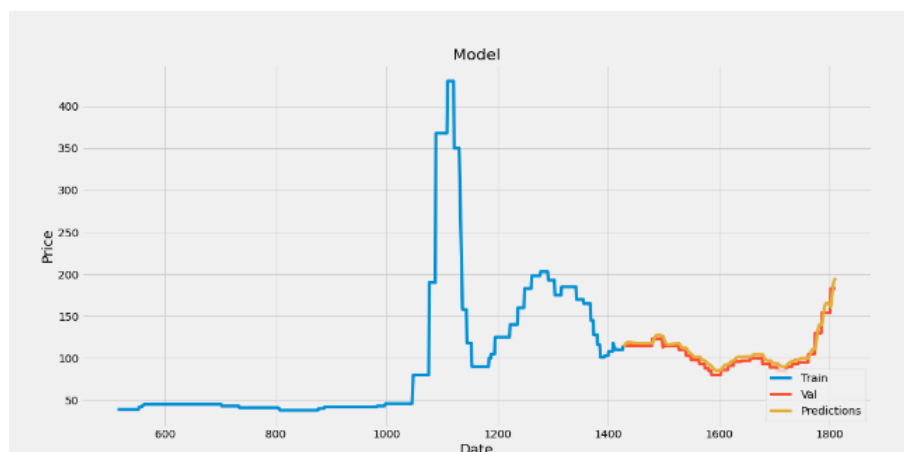
Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	1330	1297.44
12/2/2021	1330	1298.24
12/9/2021	1330	1302.25
12/16/2021	1330	1307.14
12/23/2021	1330	1311.43
1/6/2022	1330	1314.33
1/13/2022	1330	1315.73

3.7. Prediksi Phosphate Rock

Phosphate rock salah satu bahan baku pupuk yang bermanfaat bagi pertumbuhan akar tanaman. pada penelitian ini data yang digunakan sebanyak 1427, dilakukan *evaluation* prediksi dengan menghitung akar kuadrat dari rata-rata nilai aktual dikurangi dengan nilai prediksi atau dikenal dengan istilah *RMSE* dan menghitung rata-rata persentase kesalahan absolut atau disebut juga *MAPE*.

Nilai *RMSE* yang didapatkan pada hasil prediksi *phosphate rock* adalah 4.064 dan nilai *MAPE* 4.728%. Kedua evaluasi disini bekerja dengan baik dalam bahan baku pupuk *phosphate rock* artinya simpangan nilai prediksi dengan nilai aktual tidak jauh dan rasio kesalahan absolutnya juga kecil dan model bekerja dengan baik dan stabil pada bahan baku pupuk ini karena nilai *RMSE* dan *MAPE* yang hampir sama. nilai *RMSE* kecil dibandingkan dengan nilai simpangan baku yang sebesar 20 menangani data *testing* setelah melakukan pembelajaran dengan data *training*.

Selain itu dapat dilihat juga dalam grafik prediksi pada gambar 8 terlihat garis merah yang menandakan data *testing* cukup mepet dengan garis jingga yang menandakan nilai prediksi artinya hasil prediksi tidak begitu jauh dari nilai aslinya. Tabel 7 menunjukkan hasil prediksi selama 10 minggu terakhir beserta dengan harga aslinya.



Gambar 8. Grafik hasil *phosphate rock*

Tabel 7. Hasil prediksi *phosphate rock*

Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	183	162.84
12/2/2021	183	168.13
12/9/2021	183	173.34
12/16/2021	183	177.99
12/23/2021	183	181.83
1/6/2022	183	184.73
1/13/2022	183	186.73

3.8. Prediksi NPK 16-16-16

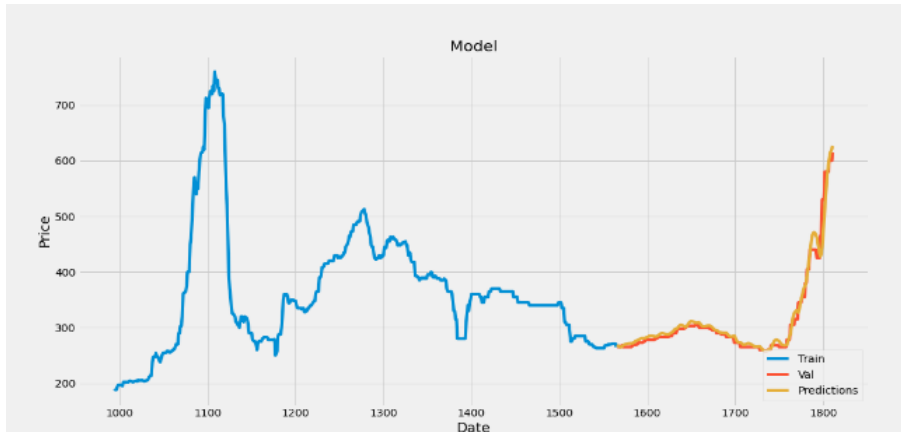
NPK 16-16-16 merupakan bahan baku pupuk *NPK*. Nilai 16 sendiri menandakan nilai kandungan *nitrogen*, *fosfor*, dan *kalium* yang ada pada bahan baku tersebut. Pada penelitian ini jumlah data yang

digunakan sebanyak 806 data. Dilakukan *evaluation* dengan *RMSE* dan *MAPE*.

Dataset ini mendapat nilai *RMSE* 3.362, nilai ini menandakan rata-rata kesalah hasil prediksi. Nilai *MAPE* yang didapat sebesar 2.173% nilai ini menandakan rata-rata persentase kesalahan absolut yang pada hasil prediksi. Pada bahan baku NPK nilai *RMSE* lebih kecil jika dibandingkan dengan simpangan baku yang sebesar 75, simpangan nilai aktual dan nilai prediksi tidak terlalu besar dan rasio

kesalahan absolut yang sangat kecil bahkan dibandingkan dengan nilai *RMSE* pada bahan baku ini.

Pada gambar 9 bisa dilihat grafik prediksi dimana garis jingga yang menandakan hasil prediksi menindih garis merah yang menandakan data *testing* atau nilai aktual ini menandakan bahwa hasil prediksi tidak terlalu jauh dari nilai aslinya. Hasil prediksi bisa dilihat pada tabel 8 beserta dengan harga aslinya selama 10 minggu terakhir.



Gambar 9. Grafik hasil NPK 16-16-16

Tabel 8. Hasil prediksi NPK16-16-16

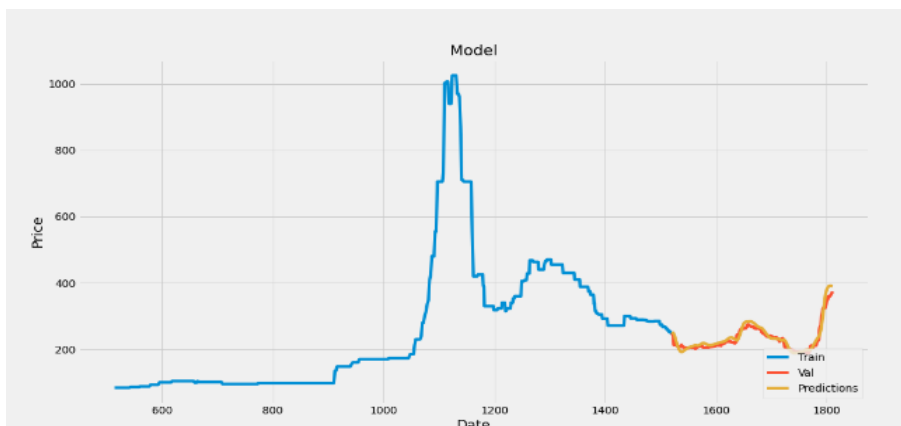
Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	580	556.07
12/2/2021	580	574.82
12/9/2021	580	589.71
12/16/2021	600	600.54
12/23/2021	600	610.69
1/6/2022	600	618.48
1/13/2022	615	623.70

3.9. Prediksi Potash

Potash merupakan salah satu bahan baku pupuk yang kaya akan *kalium* sehingga baik bagi pertumbuhan tanaman. pada penelitian ini jumlah data yang digunakan sebanyak 956 data. Setelah proses *training* dilakukan proses prediksi lalu dilakukan evaluasi untuk melihat seberapa baik prediksi dilakukan. Evaluasi dilakukan dengan *root mean square error (RMSE)* dan *mean absolute error percentage (MAPE)*.

Nilai *RMSE* didapatkan pada dataset *potash* 4.586 ini artinya rata-rata kesalahan pada hasil prediksi dibandingkan dengan nilai aktual, bahkan jika dibandingkan dengan simpangan baku 38 nilai *RMSE* masih jauh lebih kecil. Lalu untuk nilai *MAPE* 3.693% artinya rasio kesalahan absolut yang dilakukan oleh prediksi cukup kecil. Nilai *RMSE* yang jauh lebih besar daripada *MAPE* ini artinya simpangan yang terjadi antara nilai aktual dan nilai prediksi lebih besar dari rasio kesalahan

Jika dilihat pada grafik prediksi potash pada gambar 10 terlihat bahwa garis merah yang menandakan data *testing* dan garis jingga menandakan hasil prediksi cukup mepet dan tidak begitu jauh jarak yang ada diantara kedua garis tersebut. Hasil prediksi selama 10 minggu terakhir dapat dilihat pada tabel 9 beserta harga aslinya.



Gambar 10. Grafik hasil potash

Tabel 9. Hasil prediksi *potash*

Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	360	361.85
12/2/2021	358	366.15
12/9/2021	360	369.66
12/16/2021	362	372.42
12/23/2021	365	374.51
1/6/2022	371	376.10
1/13/2022	374	377.52

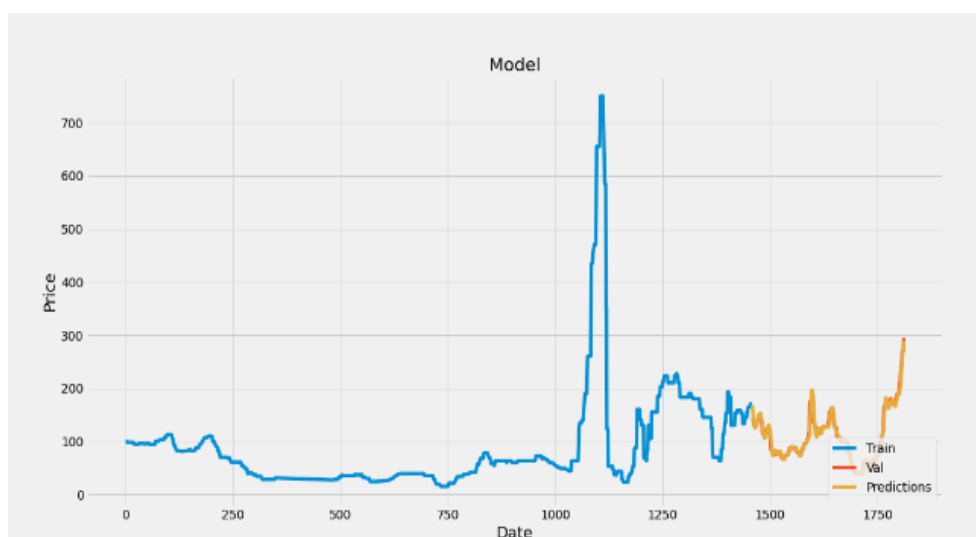
3.10. Prediksi *Sulphur*

Sulphur atau yang biasa lebih dikenal dengan belerang yang pada penelitian ini memiliki data sebanyak 1164. dilakukan proses *training* dengan 70% dari jumlah dan sisanya akan dilakukan untuk *testing* untuk prediksi. Evaluasi yang dilakukan dengan *RMSE* dan *MAPE*.

Nilai *RMSE* yang didapatkan untuk dataset *sulphur* adalah 0.053 sangat kecil karena hampir

mendekati nol ini artinya rata-rata kesalahan yang dilakukan oleh model yang dibangun cukup rendah selain itu nilai *MAPE* mendapat nilai 4.904% ini merupakan persentase kesalahan absolut yang dilakukan oleh saat prediksi. Nilai *RMSE* yang lebih kecil dibandingkan dengan simpangan baku 45 berarti prediksi berjalan dengan baik tetapi rasio kesalahan absolut lebih besar dari *RMSE* karena nilai *MAPE* menyatakan rasio kesalahan prediksi dengan nilai aktual sementara *RMSE* menyatakan nilai rata-rata simpangan antara nilai aktual dan nilai prediksi

Jika dilihat dari grafik pada gambar 10 juga bisa dilihat garis merah yang menandakan data *testing* hampir tidak terlihat tertutup oleh garis jingga yang merupakan hasil prediksi ini menandakan bahwa hasil prediksi mendekati nilai aslinya. Tabel 10 menampilkan hasil prediksi selama 10 minggu terakhir beserta dengan harga aslinya.

Gambar 11. Grafik hasil *sulphur*Tabel 10. Hasil prediksi *sulphur*

Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	210	197.18
12/2/2021	210	193.91
12/9/2021	210	189.99
12/16/2021	210	185.76
12/23/2021	220	181.50
1/6/2022	245	179.06
1/13/2022	245	181.54

3.11. Prediksi *Sulphuric Acid*

Sulphuric acid atau yang biasa dikenal asam sulfat merupakan salah satu bahan baku pembuatan pupuk *ZK* dimana pada penelitian ini jumlah data yang digunakan sebanyak 898. dilakukan evaluasi prediksi dengan *RMSE* dan *MAPE* untuk melihat kesalahan pada prediksi.

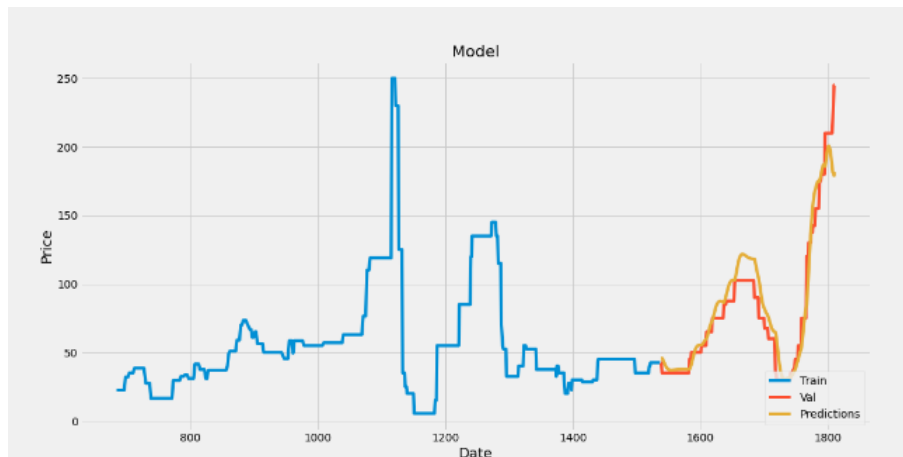
Nilai *RMSE* yang didapatkan 0.12 cukup kecil menandakan bahwa rata-rata hasil prediksi tidak jauh dari nilai aslinya, selain itu hasil dari *MAPE* 9.180 menandakan persentase kesalahan absolut prediksi. pada *sulphuric acid* kasus hampir sama dengan

sulphur dimana nilai *RMSE* yang jauh lebih kecil dibandingkan nilai *MAPE* artinya simpangan yang terjadi pada data ini cukup kecil tetapi rasio kesalahan yang terjadi cukup besar dilihat dari nilai *MAPE*, nilai simpangan baku 49 yang jauh lebih besar dari *RMSE*.

Grafik pada gambar 12 terlihat garis merah yang menandakan nilai aktual tidak terlalu dekat dengan garis jingga yang merupakan hasil prediksi hal ini juga yang bisa membuat nilai *MAPE* cukup besar. Pada tabel 11 bisa dilihat hasil prediksi selama 10 minggu terakhir beserta dengan harga aslinya.

Tabel 11. Hasil prediksi *sulphuric acid*

Tanggal	Harga Asli	Hasil Prediksi
11/25/2021	230	214.10
12/2/2021	240	226.66
12/9/2021	240	239.56
12/16/2021	270	249.09
12/23/2021	270	264.82
1/6/2022	270	279.10
1/13/2022	295	288.71



Gambar 12. Grafik hasil sulphuric acid

4. DISKUSI

Berdasarkan hasil penelitian didapati hasil yang baik jika membandingkan hasil *root mean square error (RMSE)* dengan simpangan baku seperti pada penelitian karya Khumaidi, Ali Raafi'udin dkk yang mengukur keberhasilan model dengan membandingkan hasil *root mean square error (RMSE)* dengan simpangan baku mendapat kesimpulan bahwa metode *long short term memory (LSTM)* bekerja dengan baik dalam data *time series*[11]. Lalu jika dilihat dari hasil *mean absolute error percentage (MAPE)* angka ini menunjukan rasio kesalahan prediksi pada penelitian karya S. Ramayani dkk menunjukan hasil *mean absolute error percentage (MAPE)* untuk prediksi pupuk lebih besar dengan metode *weighted moving average (WMA)* dan *double exponential smoothing (DES)*[14], hasil pada penelitian ini lebih baik berdasarkan metode evaluasi yang sama yaitu *mean absolute error percentage (MAPE)*. Metode evaluasi *root mean square error (RMSE)* menunjukan hasil mengenai simpangan yang terjadi antara hasil sebenarnya dengan harga prediksi sedangkan metode evaluasi *mean absolute error percentage (MAPE)* menunjukan hasil mengenai rasio kesalahan antara harga prediksi dengan harga asli[13].

5. KESIMPULAN

Penggunaan model *LSTM* dan penerapannya pada data bahan baku pupuk dengan optimizer *adam* dan fungsi aktivasi *relu* menghasilkan perhitungan untuk bahan baku pupuk antara lain *urea prilled*, *urea granular*, *ammonium sulphate* ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), *ammonia* (NH_3), *diammonium fosfat* ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), *phosphoric acid* (H_3PO_4), *phosphate rock* (P_2O_5), *NPK 16-16-16*, *potash*, *sulphur*, dan *sulphuric acid* (H_2SO_4). Bahwa model menunjukkan hasil yang baik dengan memperlihatkan nilai *RMSE* yang sangat kecil jika dibandingkan dengan simpangan baku harga bahan baku pupuk dan *MAPE* yang menunjukan bahwa rasio kesalahan prediksi yang terjadi juga sangat kecil karena tidak ada yang

melebihi 10%[15], hasil terbaik berdasarkan nilai *RMSE* ditunjukkan oleh *sulphur* dengan angka 0.053 artinya rata-rata simpangan nilai prediksi dan nilai asli pada *sulphur* sangat kecil, berdasarkan nilai *MAPE* paling baik ditunjukkan oleh *diammonium fosfat* 2.3% artinya rasio kesalahan pada *diammonium fosfat* sangat kecil dibawah 3 %, sedangkan nilai terbesar untuk *RMSE* dari bahan baku pupuk *phosphoric acid* dengan nilai 22.979 dan untuk nilai terbesar *MAPE* berasal dari bahan baku pupuk *sulphuric acid* dengan nilai 9.180%. penelitian ini masih bisa dilanjutkan dengan mengubah metodenya dan bisa dibandingkan dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Lécuyer, V. Chatellier, and K. Daniel, "Analysis of price volatility of mineral fertilisers: Possible issues for European farmers," *Int. J. Agric. Resour. Gov. Ecol.*, vol. 10, no. 4, pp. 344–361, 2014, doi: 10.1504/IJARGE.2014.066255.
- [2] D. S. Irawan and S. Rochayati, "Proyeksi kebutuhan pupuk sektor pertanian melalui pendekatan sistem dinamis," *Bogor, Balai Penelit. Tanah*, no. 12, pp. 123–139, 2017, [Online]. Available: https://www.academia.edu/download/34465994/09_-_Irawan_et_al_-_Proyeksi_Kebutuhan_Pupuk_Sektor_Pertanian_Melalui_Pendekatan_Sistem_Dinamis.pdf.
- [3] D. R. Indah and E. Rahmadani, "Sistem Forecasting Perencanaan Produksi dengan Metode Single Eksponensial Smoothing pada Keripik Singkong Srikandi Di Kota Langsa," *J. Penelit. Ekon. Akutansi*, vol. 2, no. 1, pp. 10–18, 2018.
- [4] P. Sugiartawan, A. A. Jiwa Permana, and P. I. Prakoso, "Forecasting Kunjungan Wisatawan Dengan Long Short Term Memory (LSTM)," *J. Sist. Inf. dan Komput. Terap. Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–52, 2018, doi: 10.33173/jsikti.5.

- [5] P. Sugiartawan, R. Pulungan, and A. Kartika, "Prediction by a Hybrid of Wavelet Transform and Long-Short-Term-Memory Neural Network," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 8, no. 2, 2017, doi: 10.14569/ijacsa.2017.080243.
- [6] T. Thireou and M. Reczko, "Bidirectional Long Short-Term Memory Networks for Predicting the Subcellular Localization of Eukaryotic Proteins," *IEEE/ACM Trans. Comput. Biol. Bioinforma.*, vol. 4, no. 3, pp. 441–446, 2007, doi: 10.1109/TCBB.2007.1015.
- [7] T. Zhang, Y. Liu, Z. Cui, J. Leng, W. Xie, and L. Zhang, "Short-Term Traffic Congestion Forecasting Using Attention-Based Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network," *Int. Conf. Comput.*, vol. 11538, no. May, pp. 648–657, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-22744-9.
- [8] D. M. Q. Nelson, A. C. M. Pereira, and R. A. De Oliveira, "Stock market's price movement prediction with LSTM neural networks," *Proc. Int. Jt. Conf. Neural Networks*, vol. 2017-May, no. May, pp. 1419–1426, 2017, doi: 10.1109/IJCNN.2017.7966019.
- [9] Q. A. Aini and M. Prof. Dr. Ir. Suparno, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Raw Material Inventory Control of," 2016.
- [10] S. R. Riady and T. W. Sen, "Prediction of Electrical Energy Consumption Using LSTM Algorithm with Teacher Forcing Technique," *JISA (Jurnal Inform. dan Sains)*, vol. 4, no. 1, pp. 90–95, 2021, doi: 10.31326/jisa.v4i1.904.
- [11] A. Khumaidi, R. Raafi'udin, and I. P. Solihin, "Pengujian Algoritma Long Short Term Memory untuk Prediksi Kualitas Udara dan Suhu Kota Bandung," *J. Telemat.*, vol. 15, no. 1, pp. 13–18, 2020, [Online]. Available: <https://journal.ithb.ac.id/telematika/article/view/340>.
- [12] D. Hawkins, "The Problem of Overfitting," *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, vol. 44, pp. 1–12, May 2004, doi: 10.1021/ci0342472.
- [13] A. Davydenko and R. Fildes, "Forecast error measures: Critical review and practical recommendations," *Bus. Forecast. Pract. Probl. Solut.*, no. January, pp. 1–12, 2016, doi: 10.13140/RG.2.1.4539.5281.
- [14] S. Ramayani and M. Iqbal, "FORECASTING OF FERTILIZER INVENTORY IN UD . MENARA TANI WITH WEIGHTED MOVING AVERAGE (WMA) AND DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING (DES) METHOD PERAMALAN PERSEDIAAN PUPUK PADA UD . MENARA TANI DENGAN METODE WEIGHTED MOVING AVERAGE (WMA) DAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING (DES)," vol. 3, no. 3, 2022.
- [15] M. A. Maricar, "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average Dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan Pada Perusahaan XYZ," *J. Sist. dan Inform.*, vol. 13, no. 2, pp. 36–45, 2019.