



## Prediksi harga bitcoin menggunakan metode long short term memory

Muhammad Nirraca<sup>a,1</sup>; Ery Hartati<sup>a,2,\*</sup>

<sup>a</sup> Universitas Multi Data Palembang, Jl. Rajawali 14, 30113, Kota Palembang, Sumatera Selatan

<sup>1</sup> mnirraca@mhs.mdp.ac.id; <sup>2</sup> ery\_hartati@mdp.ac.id

\* Corresponding author

Artikel Histori: Diterima 31/03/2024; Revisi 03/04/yyyy; Terbit 03/04/2024

### Abstrak

Sistem yang berbasis website ini dibuat dikarenakan keresahan yang dialami oleh pengguna, trader, investor yang berkecimpung kedalam dunia trading maupun saham yang terjadi dilapangan adalah permasalahannya adalah bagaimana cara memprediksi harga bitcoin yang sering terjadi fluktuasi. Berdasarkan hal tersebut, Aplikasi prediksi harga bitcoin dibuat dengan berbasis website yang bisa dan mampu memprediksi harga bitcoin dengan menggunakan metode Long Short Term Memory (LSTM). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harian yang diperoleh dari yahoofinance.com. Data yang berjumlah 3318 tersebut kemudian diolah menggunakan metode Long Short Term Memory (LSTM). Hasil Penelitian didapat bahwa prediksi harga bitcoin untuk 7 hari menghasilkan nilai rata-rata RMSE, MSE, dan MAE yang lebih rendah dibandingkan prediksi untuk 30 hari, yaitu nilai rata-rata RMSE sebesar 1304,3, nilai rata-rata MSE sebesar 1799568,14, dan nilai rata-rata MAE sebesar 910,85.

**Kata Kunci:** Bitcoin, Long Short Term Memory (LSTM), Root Mean Squared Error (RMSE), Prediksi Harga

### Pendahuluan

Di Era Modern ini, transaksi pembayaran menggunakan kartu debit atau transfer melalui m-banking adalah suatu hal yang wajar, serta lebih efisien dan aman bagi pengguna. Penggunaan pembayaran electronic money (e-money) melalui perangkat telekomunikasi. Adapun tujuannya adalah mengurangi penggunaan uang tunai, baik uang kertas ataupun logam. Agustus 2014 Bank Indonesia (BI) mendukung dengan mengumumkan Gerakan Nasional Non Tunai (GNNT).

GNNT diharapkan bisa membentuk suatu masyarakat yang lebih menggunakan non tunai (Less Cash Society/LCS) khususnya dalam melakukan transaksi keuangan, yang tentunya memudahkan, memberikan kenyamanan serta efisien. Pembayaran transaksi online tidak lagi hanya memakai nominal sejumlah uang secara nyata, namun memakai alternatif pembayaran yaitu dengan sistem mata uang digital yaitu kriptografi yang memiliki berbagai jenis. Salah satu nya adalah mata uang virtual kripto yaitu Bitcoin. Bitcoin adalah salah satu dari beberapa mata uang digital yang pertama kali muncul pada tahun 2009, sebagai mata uang digital berbasiskan kriptografi. Hingga sekarang, penggunaan bitcoin sebagai mata uang digital sudah banyak digunakan oleh para pelaku bisnis online sebagai alat pembayaran dan juga investasi [1].

Pada Gambar 1 menunjukkan harga perkembangan harga bitcoin yang dimana pada awal 2015 bitcoin mengalami penurunan dan menyentuh harga terendah yaitu 2.163.000 dari 2019 sampai dengan 2023, 2020 pernah menyentuh harga tertinggi per 1 bitcoin yaitu dibulan Oktober sebesar 129.200.000, ditahun 2020 harga 1 bitcoin naik paling tinggi dibulan desember yaitu sebesar 406.377.984, ditahun 2021 harga 1 bitcoin paling tinggi dibulan April yaitu sebesar 850.086.984, lalu ditahun 2022 mengalami penurunan yang signifikan yaitu 1 bitcoin paling ditinggi sebesar 653.619.008 dibulan Maret dan dibulan 2023 harga 1 bitcoin cenderung kembali turun yaitu dibulan Juni yaitu sebesar 459.832.000 [2].



Gambar 1. Grafik Harga Bitcoin

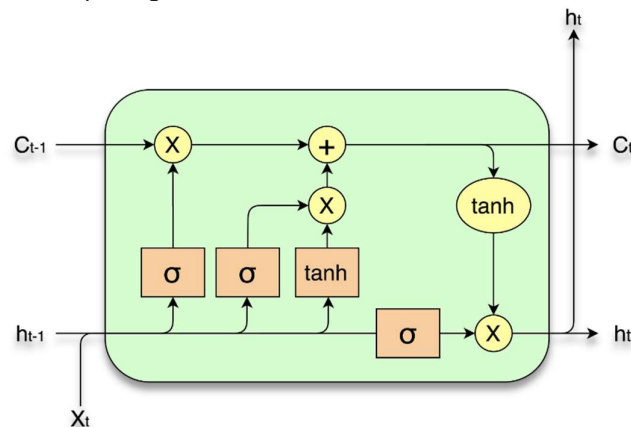
Untuk saat ini banyak orang menggunakan Bitcoin sebagai salah satu sarana investasi. Harga Bitcoin sering mengalami fluktuasi, menyebabkan para investor Bitcoin menggunakan Bitcoin sebagai sarana untuk memperoleh keuntungan. Para investor Bitcoin memperoleh keuntungan dengan membeli Bitcoin menggunakan mata uang konvensional ketika harga Bitcoin sedang turun, dan menjual Bitcoin kembali ke mata uang konvensional ketika harga Bitcoin sedang naik. Dikarenakan harga Bitcoin sangat fluktuatif, peramalan diperlukan untuk memprediksi harga Bitcoin di masa depan sehingga para investor Bitcoin dapat melakukan transaksi jual-beli Bitcoin pada waktu yang tepat untuk mendapat keuntungan [3].

Berdasarkan uraian di atas, seberapa tidak menentukannya harga bitcoin yang kadang cenderung naik dan turun maka dari itu peneliti akan melakukan penelitian dengan judul Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Long Short-Term Memory (LSTM).

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode LSTM, yang merupakan jenis model jaringan saraf tiruan (neural network) yang dapat mengatasi masalah dalam data deret waktu seperti harga bitcoin. LSTM memiliki kemampuan untuk memahami pola-pola kompleks dalam data deret waktu yang dimana itu bisa membantu membuat prediksi yang lebih baik dan akurat.

Perancangan sistem dari Long Short-Term Memory (LSTM) yaitu dimulai dari inisialisasi parameter yang diproses oleh Long Short-Term Memory (LSTM) Parameter yang digunakan adalah lapisan tersembunyi (hidden Layer), memori sel (neurons), putaran (epoch) dan jumlah data sampel (batch size). Long Short-Term Memory (LSTM) dalam perancangannya akan dioptimasi menggunakan Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Error (MAE). Hasil dari sistem ini adalah berupa nilai dari Root Mean Square Error (RMSE) sebagai penentu seberapa dekat nilai prediksi yang akan dihasilkan. Berikut adalah struktur algoritma LSTM pada gambar 2.



Gambar 2. Struktur Algoritma LSTM

Berikut penjelasan dari proses training data pada Long Short-Term Memory (LSTM):

- a) Menghitung semua fungsi gates unit pada setiap neurons. Dengan berurut fungsi gates yang akan dihitung adalah forget gates, fungsi input gates, dan yang terakhir fungsi output gates dengan persamaan yang telah diketahui sebelumnya.
- b) Menghitung output layer yang akan mengeluarkan prediksi harga Bitcoin pada waktu berikutnya. Output ini dihasilkan melalui transformasi linier dari informasi terakhir dalam urutan waktu yang telah diproses oleh sel LSTM.
- c) Jika telah melakukan perulangan sebanyak epoch yang telah ditentukan, maka berhenti. Jika belum, akan dilakukan optimasi dengan optimasi Adam dan memperbarui bobot dan bias pada sistem, kemudian kembali ke langkah dua.

Pengujian pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan data testing berjumlah 996 data dan akan dievaluasi menggunakan Root Mean Square Error (RMSE), Mean Squared Error (MSE), dan Mean Absolute Error (MAE). Pengujian akan dilakukan sebanyak 2x, yaitu untuk mengukur hasil dari prediksi harga bitcoin selama 7 hari dan 30 hari kedepan.

RMSE digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan atau selisih, MSE digunakan untuk mencari rata-rata kesalahan kuadrat diantara nilai actual dan nilai prediksi atau peramalan, dan MAE digunakan untuk menghitung rata-rata selisih nilai aktual dengan nilai prediksi atau peramalan. Berikut adalah rumus dari ketiga model:

- 1) Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE adalah jumlah dari kesalahan kuadrat atau selisih antara nilai sebenarnya dengan nilai prediksi. Dapat dilihat pada persamaan:

$$RMSE = \sqrt{\left[ \sum \frac{(Y' - Y)^2}{n} \right]} \quad (1)$$

- 2) Mean Squared Error (MSE)

Untuk Nilai MSE sama halnya dengan RMSE, akan tetapi prosesnya tidak menggunakan akar. Dapat dilihat pada persamaan:

$$MSE = \left[ \sum \frac{(Y' - Y)^2}{n} \right] \quad (2)$$

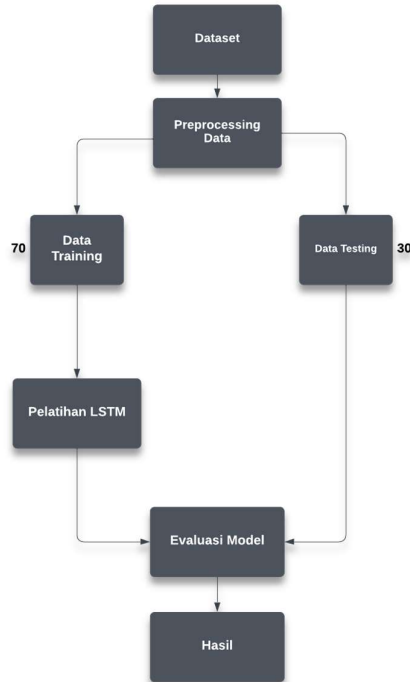
- 3) Mean Absolute Error (MAE)

MAE adalah menunjukkan nilai kesalahan rata-rata yang error dari nilai sebenarnya dengan nilai prediksi. Dapat dilihat pada persamaan:

$$MAE = \left[ \sum \frac{|Y' - Y|}{n} \right] \quad (3)$$

## Hasil dan Pembahasan

Uji prediksi terhadap harga bitcoin dilakukan melalui penerapan metode Long Short-Term Memory (LSTM). Dalam penelitian ini, data historis bitcoin dari tahun 2014 hingga 2023 diperoleh dari sumber finansial di website [finance.yahoo.com](https://finance.yahoo.com). Proses pengujian melibatkan pembagian data menjadi dua bagian, yakni data training dan data testing. Data training dilatih menggunakan Long Short Term Memory (LSTM), kemudian dilakukan pengujian dengan data testing, hasil pengujian akan dievaluasi model menggunakan Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Squared Error (MSE), dan Mean Absolute Error (MAE) lalu ditahapan terakhir menghasilkan prediksi harga bitcoin dengan inputan 7 atau 30 hari. Berikut adalah teknik analisa data menggunakan metode Long Short-Term Memory:



Gambar 3. Diagram Perancangan Prediksi Bitcoin

Berdasarkan gambar 3 dapat dijelaskan, pada tahapan awal dilakukan pemilihan dataset, lalu ditahapan kedua preprocessing data dilakukan normalisasi data menggunakan minmaxscaler, kemudian tahapan ketiga dataset dijadikan data training dan data testing sebesar 70:30, kemudian data training dilatih menggunakan Long Short Term Memory (LSTM), kemudian evaluasi model menggunakan Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Squared Error (MSE), dan Mean Absolute Error (MAE) lalu ditahapan terakhir menghasilkan prediksi harga bitcoin dengan inputan 7 atau 30 hari.

#### Pengujian prediksi 7 hari

Proses training model LSTM menggunakan 50 kali epoch yang dibagi menjadi 32 batch size.

Dari hasil penelitian yang dibuat menggunakan metode LSTM dengan Pengujian pertama dilakukan dengan cara 50 kali epoch atau training data dan menggunakan batch size sebesar 32. Dengan mengguakan 2 hal tersebut aplikasi berhasil mencari pattern dengan tujuan memprediksi harga bitcoin dari tanggal 16-12-2023 sampai dengan 22-12-2023. Berikut adalah hasil prediksi harga pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Pengujian Prediksi 7 hari yang pertama

Tabel 1. Hasil Harga Prediksi 7 hari yang pertama

No	Tanggal	Prediksi
1	16/12/2023	42382,20
2	17/12/2023	42860,42
3	18/12/2023	43366,39
4	19/12/2023	43902,30
5	20/12/2023	44470,56
6	21/12/2023	45073,20
7	22/12/2023	45715,06

Dari hasil prediksi yang pertama harga untuk prediksi 7 hari yang dimana harga prediksi bitcoin cenderung flat sempat mengalami penurunan dan kenaikan yang tidak terlalu signifikan.

RMSE : 1427.65

MSE : 2038199.22

MAE : 916.07



Gambar 5. Pengujian Prediksi 7 hari yang Kedua

Tabel 2. Hasil Harga Prediksi 7 hari Pengujian Kedua

No	Tanggal	Prediksi
1	16/12/2023	42299,26
2	17/12/2023	42377,28
3	18/12/2023	42353,37
4	19/12/2023	42356,41
5	20/12/2023	42439,03
6	21/12/2023	42514,44
7	22/12/2023	42543,22

Dari hasil pengujian kedua yang dimana bisa kita lihat harga prediksi bitcoin cenderung turun secara signifikan mulai dari tanggal awal yaitu 16-12-2023 sampai dengan 22-12-2023.

RMSE : 878.79

MSE : 772267.94

MAE : 588.13



Gambar 6. Pengujian Prediksi 7 hari yang Ketiga

Tabel 3. Hasil Harga Prediksi 7 hari Pengujian Ketiga

No	Tanggal	Prediksi
1	16/12/2023	42745,36
2	17/12/2023	42854,66
3	18/12/2023	42925,85
4	19/12/2023	42981,74
5	20/12/2023	43048,94
6	21/12/2023	43132,31
7	22/12/2023	43217,59

Dari hasil prediksi yang ketiga harga untuk prediksi 7 hari yang dimana harga prediksi bitcoin cenderung flat sempat mengalami penurunan dan kenaikan yang tidak terlalu signifikan. Dari hasil yang bisa dilihat sempat ada kenaikan harga setelah penurunan yaitu ditanggal 21-12-2023 sampai dengan tanggal 22-12-2023

RMSE : 1608.79

MSE : 2588237.28

MAE : 1228.35

Tabel 4. Hasil Rata-rata RMSE

Hasil Uji ke-	RMSE
1	1427,65
2	878,79
3	1608,79
Rata-Rata	1304,3

Tabel 5. Hasil Rata-rata MSE

Hasil Uji ke-	MSE
1	2038199,22
2	772267,94
3	2588237,28
Rata-Rata	1799568,14

Tabel 6. Hasil Rata-rata MAE

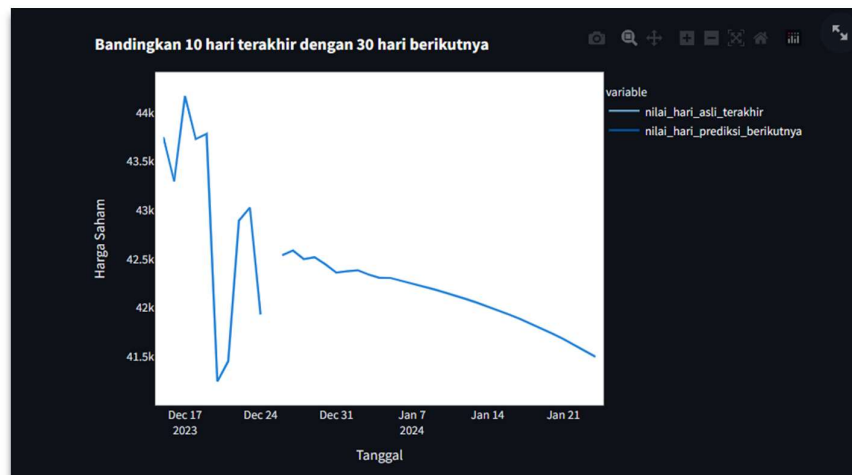
Hasil Uji ke-	MAE
1	916,07
2	588,13
3	1228,35
Rata-Rata	910,85

Berdasarkan Tabel 10, pengujian berturut-turut sebanyak 3 kali yang dimana menggunakan LSTM dengan 10 hidden unit dan ditraining selama 50 epoch untuk mendapatkan prediksi harga yang akurat yang menunjukkan bahwa harga bitcoin untuk 7 hari kedepan harga yang diprediksi dinyatakan akan turun, didapat rata-rata RMSE adalah 1304,3.

Berdasarkan pengujian prediksi 7 hari yang telah dilakukan selama 3 kali berturut-turut untuk nilai RMSE, MSE, dan MAE yang terkecil ada pada uji kedua yaitu sebesar 878,79 untuk RMSE yang dapat disimpulkan bahwa model memiliki tingkat kesalahan prediksi yang relatif rendah, 772267,9 untuk MSE, dan 588,12 untuk MAE dapat disimpulkan bahwa model cenderung memberikan prediksi dengan kesalahan rata-rata yang rendah. Maka dari model prediksi harga bitcoin pada uji kedua memiliki performa yang lebih baik dari uji pertama dan uji ketiga, bisa mendapatkan tingkat kesalahan yang rendah, seperti yang ditunjukkan oleh nilai RMSE, MSE, dan MAE yang terkecil, mengindikasikan bahwa model cenderung memberikan prediksi yang akurat selama periode 7 hari tersebut.

### Pengujian prediksi 30 hari

Dari hasil penelitian yang dibuat menggunakan metode LSTM dengan Pengujian pertama dilakukan dengan cara 50 kali epoch atau tranning data dan menggunakan batch size sebesar 32. Dengan menggunakan 2 hal tersebut aplikasi berhasil mencari pattern dengan tujuan memprediksi harga bitcoin dari tanggal 16-12-2023 sampai dengan 14-01-2023. Berikut adalah hasil prediksi harga pada gambar dibawah ini:



Gambar 7. Pengujian Prediksi 30 Hari

Tabel 7. Hasil Harga Prediksi 30 Hari

No	Tanggal	Prediksi
1	16/12/2023	42536,88
2	17/12/2023	42584,71
3	18/12/2023	42495,29
4	19/12/2023	42515,13
5	20/12/2023	42443,22
6	21/12/2023	42358,09
7	22/12/2023	42372,54
8	23/12/2023	42382,3
9	24/12/2023	42338,61
10	25/12/2023	42305,25
11	26/12/2023	42303,61
12	27/12/2023	42276,6
13	28/12/2023	42248,21

14	29/12/2023	42221,6
15	30/12/2023	42188,47
16	31/12/2023	42155,61
17	01/01/2024	42123,78
18	02/01/2024	42088,69
19	03/01/2024	42051,03
20	04/01/2024	42012,64
21	05/01/2024	41972,44
22	06/01/2024	41929,38
23	07/01/2024	41884,24
24	08/01/2024	41836,73
25	09/01/2024	41786,6
26	10/01/2024	41734,05
27	11/01/2024	41678,86
28	12/01/2024	41620,86
29	13/01/2024	41560
30	14/01/2024	41496,19

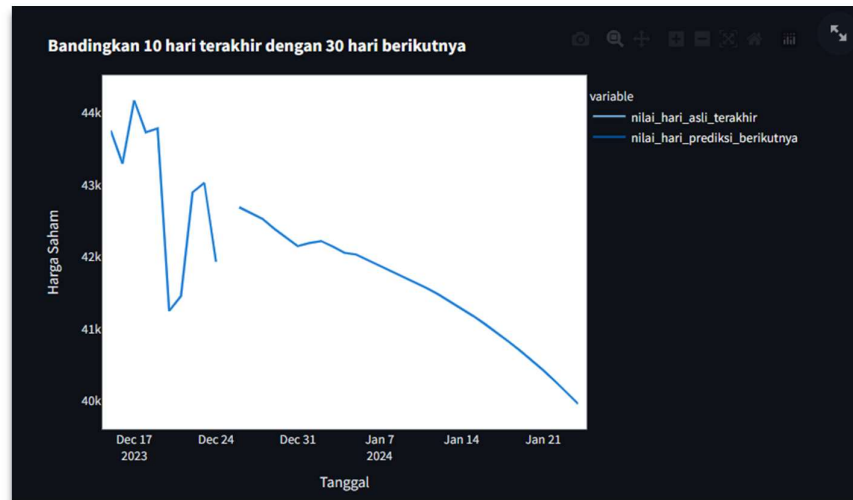
Dari hasil prediksi yang pertama harga bitcoin cenderung turun tapi tidak terlalu signifikan terjadi keraguan turun naik harga dari awal sampai dengan tanggal 4 januari setelah itu harga bitcoin cenderung turun sampai pada tanggal 14 januari sebesar \$41496.19 atau sebesar Rp 642.568.502.150.

Pengujian pengolahan data menggunakan Long Short-Term Memory menghasilkan:

RMSE : 1089,52

MSE : 1187061.63

MAE : 764.97



Gambar 8. Pengujian Prediksi 30 Hari Yang Kedua

Tabel 8. Hasil Harga Prediksi 30 Hari Pengujian Pertama

No	Tanggal	Prediksi
1	16/12/2023	42683,93
2	17/12/2023	42598,07
3	18/12/2023	42521,37
4	19/12/2023	42385,39
5	20/12/2023	42264,93
6	21/12/2023	42144,78
7	22/12/2023	42186,51
8	23/12/2023	42214,39
9	24/12/2023	42138,74
10	25/12/2023	42051,06
11	26/12/2023	42027,63
12	27/12/2023	41950,92
13	28/12/2023	41872,71



14	29/12/2023	41793,12
15	30/12/2023	41715,56
16	31/12/2023	41639,27
17	01/01/2024	41563,5
18	02/01/2024	41477,11
19	03/01/2024	41380,49
20	04/01/2024	41280,16
21	05/01/2024	41176,34
22	06/01/2024	41064,59
23	07/01/2024	40947,76
24	08/01/2024	40825,54
25	09/01/2024	40697,53
26	10/01/2024	40563,12
27	11/01/2024	40421,7
28	12/01/2024	40272,73
29	13/01/2024	40116,38
30	14/01/2024	39952,79

Dari hasil prediksi yang kedua harga bitcoin cenderung turun signifikan terjadi penurunan harga signifikan mulai dari awal sampai dengan akhir prediksi yang dimana sebelum itu terjadi naikan terlebih dahulu pada tanggal 2 januari lalu harga cenderung turun kembali sampai dengan penurunan akhir yaitu pada tanggal 14 januari sebesar \$39952.79 atau jika dirupiahkan sebesar Rp 618.668.953.150.

Pengujian pengolahan data menggunakan Long Short-Term Memory menghasilkan:

RMSE : 2152.84  
MSE : 4634740.90  
MAE : 1519.40



Gambar 9. Pengujian Prediksi 30 Hari Yang Ketiga

Tabel 9. Hasil Harga Prediksi 30 Hari Pengujian Pertama

No	Tanggal	Prediksi
1	16/12/2023	42692,17
2	17/12/2023	42596,77
3	18/12/2023	42544,99
4	19/12/2023	42442,38
5	20/12/2023	42361,41
6	21/12/2023	42274,53
7	22/12/2023	42321,17
8	23/12/2023	42353,44
9	24/12/2023	42308
10	25/12/2023	42255,25
11	26/12/2023	42259,04
12	27/12/2023	42219,08

13	28/12/2023	42183,13
14	29/12/2023	42147,72
15	30/12/2023	42115,62
16	31/12/2023	42085,67
17	01/01/2024	42058,22
18	02/01/2024	42026,09
19	03/01/2024	41990,11
20	04/01/2024	41954,29
21	05/01/2024	41918,87
22	06/01/2024	41880,8
23	07/01/2024	41842,4
24	08/01/2024	41803,35
25	09/01/2024	41763,57
26	10/01/2024	41722,83
27	11/01/2024	41680,95
28	12/01/2024	41637,73
29	13/01/2024	41593,35
30	14/01/2024	41547,95

Dari hasil prediksi yang ketiga harga bitcoin sama halnya seperti pengujian pertama dan kedua harga cenderung turun terjadi keraguan penurunan dan kenaikan harga ditanggal 2 januari setelah itu cenderung harga turun sampai ditanggal akhir yaitu tanggal 14 januari sebesar \$41547.95 atau jika dirupiah kan sebesar Rp.643.355.295.000.

Pengujian pengolahan data menggunakan Long Short-Term Memory menghasilkan:

RMSE : 1262.76

MSE : 1594573.69

MAE : 807.10

Tabel 10. Hasil Rata-rata RMSE

Hasil Uji ke-	RMSE
1	1089,5
2	2152,8
3	1262,76
Rata-Rata	1707,78

Tabel 11. Hasil Rata-rata MSE

Hasil Uji ke-	MSE
1	1187061,63
2	4634740,90
3	1594573,69
Rata-Rata	2472125,407

Tabel 12. Hasil Rata-rata MAE

Hasil Uji ke-	MAE
1	764,97
2	1519,40
3	807,10
Rata-Rata	1030,49

Berdasarkan Tabel 14, pengujian berturut-turut sebanyak 3 kali yang dimana menggunakan LSTM dengan 10 hidden unit dan ditraining selama 50 epoch untuk mendapatkan prediksi harga yang akurat yang menunjukkan bahwa harga bitcoin untuk 30 hari kedepan harga yang diprediksi dinyatakan akan turun, didapat rata-rata RMSE adalah 1707,78.

Berdasarkan pengujian prediksi 30 hari yang telah dilakukan selama 3 kali berturut-turut untuk nilai RMSE, MSE, dan MAE yang terkecil ada pada uji kedua yaitu sebesar 1089, 5 untuk RMSE, 1187061,6 untuk MSE, dan 764,97 untuk MAE. Kesimpulan dari model prediksi harga bitcoin pada uji pertama memiliki performa yang lebih baik dari uji kedua dan uji ketiga, bisa mendapatkan tingkat kesalahan yang rendah,

seperti yang ditunjukkan oleh nilai RMSE, MSE, dan MAE yang terkecil, mengindikasikan bahwa model cenderung memberikan prediksi yang akurat selama periode 30 hari tersebut.

## Simpulan

Memberikan pernyataan bahwa apa yang diharapkan, seperti yang tertera pada bab "Pendahuluan" pada akhirnya dapat menghasilkan bab "Hasil dan Pembahasan", sehingga terjadi kecocokan. Selain itu juga dapat ditambahkan prospek pengembangan hasil penelitian dan prospek penerapan penelitian selanjutnya (berdasarkan hasil dan pembahasan).

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Algoritma Long-Short Term Memory (LSTM) mampu memberikan prediksi harga bitcoin selama 7 hari dan 30 hari. Hal ini dapat dilihat dari prediksi harga bitcoin untuk 7 hari didapat hasil nilai rata-rata RMSE sebesar 1304,3, nilai rata-rata MSE sebesar 1799568,14, dan nilai rata-rata MAE sebesar 910,85. Sedangkan untuk prediksi 30 hari didapatkan hasil nilai rata-rata RMSE sebesar 1707,78, nilai rata-rata MSE sebesar 2472125,407 dan nilai rata-rata MAE 1030,49.
- 2) Prediksi pada 7 hari menghasilkan nilai rata-rata RMSE yang lebih rendah yaitu 1304,3 dibandingkan dengan prediksi 30 hari, yaitu 1707,78
- 3) Berdasarkan tingkat akurasi pada tahap pelatihan dan implementasi pada website, metode Long Short Term Memory (LSTM) layak digunakan sebagai alat prediksi harga bitcoin.

## Daftar Pustaka

- [1] Arkadia, A., Hananto, B., & Prasvita, D. S. (2022). Optimasi Long Short Term Memory Dengan Adam Menggunakan Data Udara Kota DKI Jakarta.
- [2] Globa, D. (2023, 11 7). BTC USD Bitcoin Price and Chart TradingView. Retrieved from Trading View: <https://www.Tradingview.com/symbols/BTCUSD/>
- [3] Dwi Kurniawan, I., Sasono, S., Septiningsih, I., Santoso, B., & Rustamaji, M. (2021). Transformasi Penggunaan Cryptocurrency Melalui Bitcoin Dalam Transaksi Komersial Dihubungkan Dengan Diskursus Perlindungan Hukum (Legal Protection) Konsumen Di Indonesia. *Jurnal Hukum Mimbar Justitia*, 7(1), 65–86. <https://doi.org/10.35194/jhmj.v7i1.1886>
- [4] Eka Patriya, E. (2020). Implementasi Support Vector Machine Pada Prediksi Harga Saham Gabungan (Ihsg). *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 25(1), 24–38. <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i1.2571>
- [5] Indriyanti, I., Ichsan, N., Fatah, H., Wahyuni, T., & Ermawati, E. (2022). Implementasi Orange Data Mining Untuk Prediksi Harga Bitcoin. *Jurnal Responsif: Riset Sains Dan Informatika*, 4(2), 118–125. <https://doi.org/10.51977/jti.v4i2.762>
- [6] Khumaidi, A., Raafi, R., Permana Solihin, I., & Rs Fatmawati, J. (n.d.). Pengujian Algoritma Long Short Term Memory untuk Prediksi Kualitas Udara dan Suhu Kota Bandung. *Jurnal Telematika*, 15(1).
- [7] Moch Farryz Rizkillah, & Sri Widiyanesti. (2022). Prediksi Harga Cryptocurrency Menggunakan Algoritma Long Short Term Memory (LSTM). *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 6(1), 25–31. <https://doi.org/10.29207/resti.v6i1.3630>
- [8] Pradana, N. F. B., & Lestanti, S. (2020). Aplikasi Prediksi Jangka Pendek Harga Bitcoin Menggunakan Metode Arima. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 25(3), 160–174. <https://doi.org/10.35760/ik.2020.v25i3.3128>
- [9] Purnomo, H., Suyono, H., & Hasanah, R. N. (2021). PERAMALAN BEBAN Jangka Pendek Sistem Kelistrikan Kota Batu Menggunakan Deep Learning Long Short-Term Memory. *Transmisi*, 23(3), 97–102. <https://doi.org/10.14710/transmisi.23.3.97-102>
- [10] Saepulrohman, A., & Pratama, S. Z. (2023). Prediksi Arah Harga Bitcoin Berdasarkan Manipulasi Metode Long Short-Term Memory (LSTM). 3(1), 15–24.
- [11] Samudra, J. T., & Hayadi, B. H. (2022). Komparasi Fungsi Optimasi Adam dan Stochastic Gradient Descent Pada Klasifikasi Kredit Macet Koperasi Simpan Pinjam Menggunakan Multilayer Perceptron Comparison of Adam's Optimization Function and Stochastic Gradient Descent on Bad Credit Classification of Savings and Loan Cooperatives Using Multilayer Perceptron. *Tanjung Mulia, Kec. Medan Deli*, 6(A), 20241. [www.jurnal.unimed.ac.id](http://www.jurnal.unimed.ac.id)
- [12] Soufitri, F., & Purwawijaya, E. (2022). Analisis Kualitas Rancangan Point of Sale Menerapkan Metode Mean Squared Error. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(4), 2376. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i4.4767>
- [13] Yandi Saputra, A., & Primadasa, Y. (2018). Penerapan Teknik Klasifikasi Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbour Implementation of Classification Method to Predict Student Graduation Using K-Nearest Neighbor Algorithm. *Techno.Com*, 17(4), 9.