

Cryptocurrency Price Predictor: Aplikasi Prediksi Harga Crypto Dengan Perbandingan Metode ARIMA, LSTM Dan SARIMAX

Archels Ramadhany Salsabila^{a1}, I Made Agus Dwi Suarjaya^{a2}, Wayan Oger Vihikan^{a3}

^aProgram Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia-8036110

e-mail: ¹Archelsrmd@gmail.com, ²agussuarjaya@it.unud.ac.id, ³oger_vihikan@unud.ac.id

Abstrak

Cryptocurrency telah menjadi inovasi teknologi informasi di bidang keuangan yang paling menarik perhatian investor, peneliti dan masyarakat lain dalam beberapa tahun terakhir di seluruh dunia. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi prediksi harga cryptocurrency dengan hasil perbandingan kinerja tiga metode prediksi yang populer: Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Long Short-Term Memory (LSTM), dan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Factors (SARIMAX). Dalam penelitian ini, dikumpulkan data historis harga cryptocurrency dari sumber terpercaya kemudian melatih dan membangun metode-metode tersebut untuk memprediksi harga cryptocurrency di 2 tahun ke depan. Kinerja masing-masing metode dievaluasi berdasarkan metrik akurasi prediksi Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Squared Error (RMSE) pada LSTM. Hasil penelitian ini menunjukkan metode LSTM lebih unggul dalam menangkap dependensi jangka panjang dan pola non-linear yaitu mendapatkan rata-rata akurasi 5,1%.

Kata Kunci: *Cryptocurrency, Prediksi Harga, ARIMA, LSTM, SARIMAX*

Abstract

Cryptocurrency has become innovations in financial information technology in recent years worldwide for investors, researchers, and other communities. This study aims to develop a cryptocurrency price prediction application with the results of a performance comparison of three popular prediction methods: Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Long Short-Term Memory (LSTM), and Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Factors (SARIMAX). In this study, historical cryptocurrency price data was collected from trusted sources and then trained and built these methods to predict cryptocurrency prices in the next 2 years. The performance of each method was evaluated based on the prediction accuracy metrics Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Root Mean Squared Error (RMSE) on LSTM. The results of this study indicate that the LSTM method is superior in capturing long-term dependencies and non-linear patterns, with an average accuracy of 5.1%.

Keywords: *Cryptocurrency, Price Prediction, ARIMA, LSTM, SARIMAX*

1. Pendahuluan

Sejalan dengan perkembangan teknologi, masyarakat secara konstan mencari cara-cara baru untuk mencapai kesuksesan. Oleh itu, perkembangan teknologi yang cepat telah diadopsi dalam berbagai mekanisme keuangan, termasuk penggunaan *cryptocurrency* [13].

Perkembangan teknologi yang semakin cepat membuat setiap kegiatan manusia kini sangat bergantung pada teknologi, termasuk dalam bidang keuangan. Salah satu contoh perkembangan teknologi di bidang keuangan yaitu hadirnya *cryptocurrency*. *Cryptocurrency* adalah mata uang digital yang berasal dari serangkaian kode atau bisa disebut *blockchain*. Nilai dan popularitas *cryptocurrency* di mata dunia telah mengalami peningkatan yang signifikan. *Cryptocurrency* telah menjadi pilihan investasi yang menarik minat masyarakat Indonesia karena menawarkan potensi imbal hasil yang tinggi. Menurut Badan Pengawas dan Perdagangan Berjangka Komoditi (BAPPEBTI), investor *cryptocurrency* pada Maret 2021 mencapai 4,45 juta investor, mengalami peningkatan sebesar 78% dibandingkan dengan akhir tahun 2020 yang hanya mencapai 2,5 juta investor. Hal ini membuatnya menjadi pilihan investasi yang menarik bagi investor, trader, lembaga keuangan, dan bahkan masyarakat umum [22].

Cryptocurrency yang pertama kali diperkenalkan oleh Satoshi Nakamoto pada Januari 2009 adalah Bitcoin. Saat ini, Bitcoin telah memiliki peran penting sebagai alat pembayaran yang sah untuk

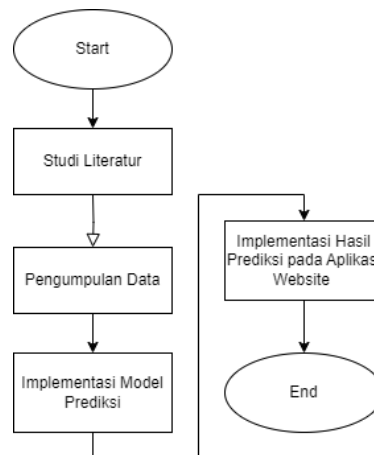
berbagai jenis transaksi, mulai dari pembelian jasa game, perlengkapan game, hingga barang dan layanan lainnya. Hal ini menyebabkan meningkatnya popularitas Bitcoin dan munculnya beragam *cryptocurrency* lainnya seperti *Bitcoin*, *Ethereum*, *Binance Coin*, *Ripple*, *Dogecoin*, dan lainnya. Kemampuan untuk berinvestasi menggunakan mata uang *crypto* telah mengalami perkembangan signifikan, menjadikannya instrumen investasi yang sangat diminati [5]. Oleh sebab itu diperlukan suatu aplikasi yang dapat digunakan untuk melihat prediksi nilai *cryptocurrency* di masa depan serta menjadi acuan dalam proses jual beli mata uang *crypto*. [6].

Memprediksi pergerakan harga *cryptocurrency* menjadi hal penting bagi para investor dalam perdagangan atau investasi ini. Dalam upaya untuk memahami dan memprediksi pergerakan harga *cryptocurrency*, paling sering digunakan dan hasil yang menjanjikan adalah penggunaan algoritma *time series*. Penelitian ini akan menggunakan data historis harga *cryptocurrency* selama 2 tahun terakhir yaitu dari tahun 2020-2022.

Penggunaan algoritma *time series* dalam analisis harga *Bitcoin* dapat memberikan beberapa manfaat. Penggunaan algoritma ini memungkinkan kita untuk mengidentifikasi pola pergerakan harga dalam data historis. *Time series* dapat mendeteksi tren, siklus, atau fluktuasi jangka pendek yang mungkin berulang dan dapat digunakan untuk membuat prediksi. Selain itu, penggunaan algoritma *time series* juga memungkinkan pengembangan aplikasi prediksi harga *cryptocurrency* yang dapat digunakan oleh investor dan trader. Aplikasi ini akan menyediakan informasi yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan, membantu mereka mengelola risiko dan mengidentifikasi peluang di masa depan.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian memaparkan bagaimana membuat prediksi harga *crypto* menggunakan metode ARIMA, LSTM dan SARIMAX dan kemudian diimplementasikan dalam aplikasi website. Berikut adalah gambar tahap yang dilakukan pada penelitian ini

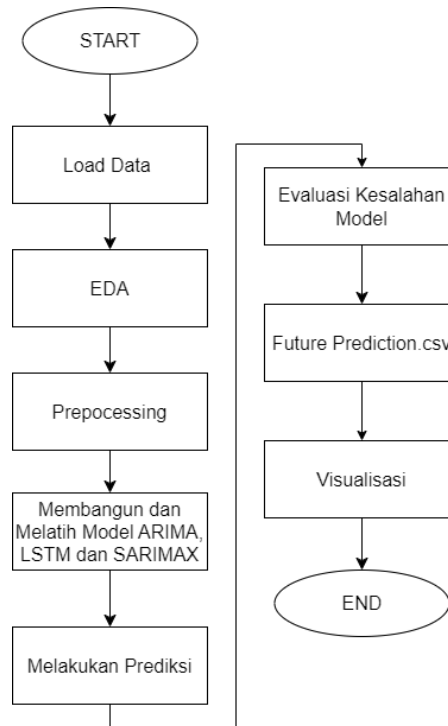


Gambar 1 alur penelitian

Gambar 1 merupakan tahapan dari penelitian *cryptocurrency price predictor*: aplikasi prediksi harga *crypto* dengan perbandingan metode ARIMA, LSTM dan SARIMAX. *Flowchart* diatas dimulai dengan studi literatur, yaitu tahap mencari informasi melalui jurnal dan materi terkait penelitian prediksi menggunakan *time series* sebelumnya. Alur selanjutnya adalah mengumpulkan data historis harga *crypto*. Data historis yang digunakan berasal dari *website finance yahoo*. Data historis disimpan dalam bentuk *.csv* dan kemudian dilanjutkan ke tahapan implementasi model prediksi. Tahap implementasi model prediksi ini adalah tahapan melakukan hal mulai dari EDA hingga membuat visualisasi data. Tahapan terakhir yaitu mengimplementasikan hasil prediksi tersebut ke *website* yang telah dibuat menggunakan *framework* Laravel berupa grafik yang lebih menarik.

2.1 Gambaran Umum Alur Implementasi Model

Gambaran umum alur implementasi model yang digunakan untuk mengolah data historis. Gambaran umum alur implementasi model dilihat pada gambar dibawah ini.

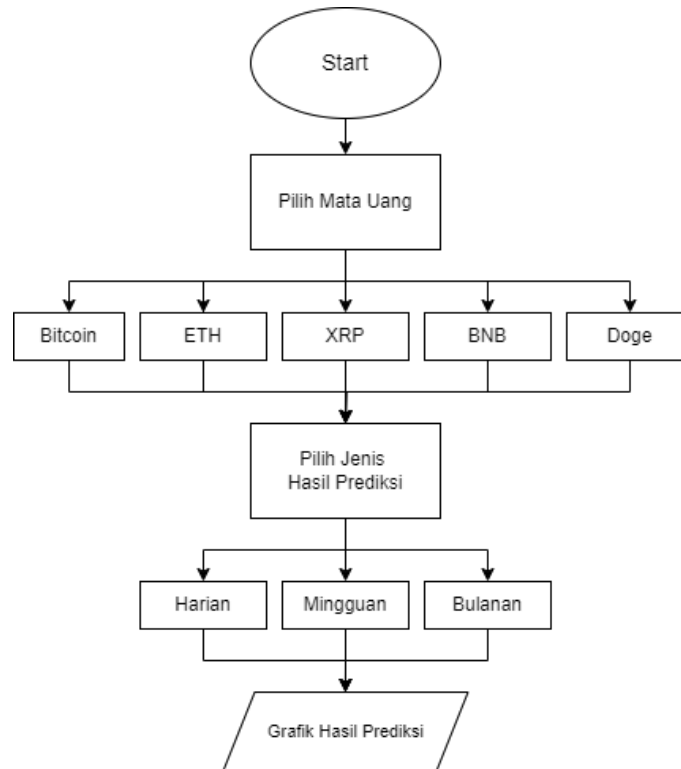


Gambar 2 gambaran umum implementasi model

Gambar 2 adalah alur implementasi model yang digunakan dalam melakukan prediksi (*forecasting*). Setelah data yang digunakan dikumpulkan, kemudian dilakukan mengeload atau mengimpor kan data ke mesin pengolahan data yang digunakan yaitu *Google Colab* untuk melakukan proses pengolahan selanjutnya. Langkah selanjutnya adalah melakukan *Exploratory Data Analysis* (EDA) adalah hal yang penting dilakukan dalam proses analisis data yang digunakan untuk memahami data. EDA membantu mendapatkan gambaran umum tentang data, termasuk karakteristiknya, strukturnya, dan pola-pola yang ada. Setelah melakukan EDA adalah melakukan *Pre-Processing* data, langkah ini untuk mengecek apakah data umumnya tidak lengkap, kotor/noise, dan tidak konsisten yang nantinya akan berpengaruh besar terhadap hasil proses data mining. Pre-processing yang dilakukan adalah data *splitting*. Data *splitting* digunakan untuk membagi data yang digunakan menjadi data uji dan data latih. Dilakukan pembagian data dimana diharapkan dengan ini akurasi dapat diukur dari model yang digunakan. Selanjutnya membangun model yang digunakan adalah model ARIMA, LSTM dan SARIMAX. Model dilatih menggunakan parameter yang telah di tetapkan kemudian diuji untuk membangun dan melatih model. Selanjutnya setelah membangun dan melatih model menggunakan parameter yang ditetapkan, model melakukan prediksi menggunakan data uji (*test*). Evaluasi model dilakukan dengan dua metrik yaitu MAPE. Selanjutnya model melakukan future prediction atau prediksi nilai masa depan untuk digunakan sebagai pembantu pengambilan keputusan dan melakukan visualisasi menggunakan grafik garis untuk melihat perubahan data time series dari waktu ke waktu.

2.2 Gambaran Umum Aplikasi Website

Gambaran umum aplikasi website merupakan gambaran umum dari aplikasi *website* yang akan dibuat. Gambar 2 dibawah ini adalah gambaran umum aplikasi website.



Gambar 3 gambaran umum system

Gambar 3 merupakan gambaran umum aplikasi *website* yang dibuat. Dilihat dari gambar tersebut, tahapan dimulai saat *user* membuka aplikasi ini *user* akan diberikan pilihan untuk memilih mata uang *crypto* yang mau di lihat prediksi nya. Kemudian, *user* juga akan diberikan pilihan jenis prediksi yang ingin dilihat berdasarkan harian, mingguan atau bulanan. Kemudian aplikasi tersebut akan menampilkan grafik sesuai dengan keputusan *user*.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan menjabarkan tentang hasil yang didapatkan dari penelitian *cryptocurrency price predictor* aplikasi prediksi harga *crypto* dengan perbandingan metode ARIMA, LSTM dan SARIMAX beserta nilai evaluasi peramalan yang telah mendapatkan hasil. Visualisasi evaluasi data dari model terbaik ditampilkan ke dalam grafik garis.

3.1 Hasil dan Evaluasi Model

Setelah data historis harga *crypto* diolah menggunakan metode ARIMA, LSTM, dan SARIMAX, maka didapatkan hasil evaluasi berikut untuk setiap model. Berikut adalah tabel untuk melihat hasil dan perbandingan dari setiap model.

Tabel 1

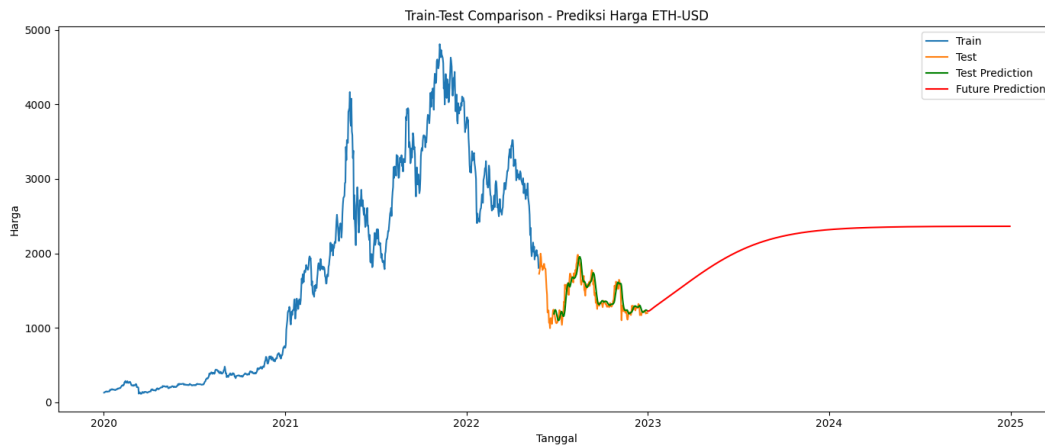
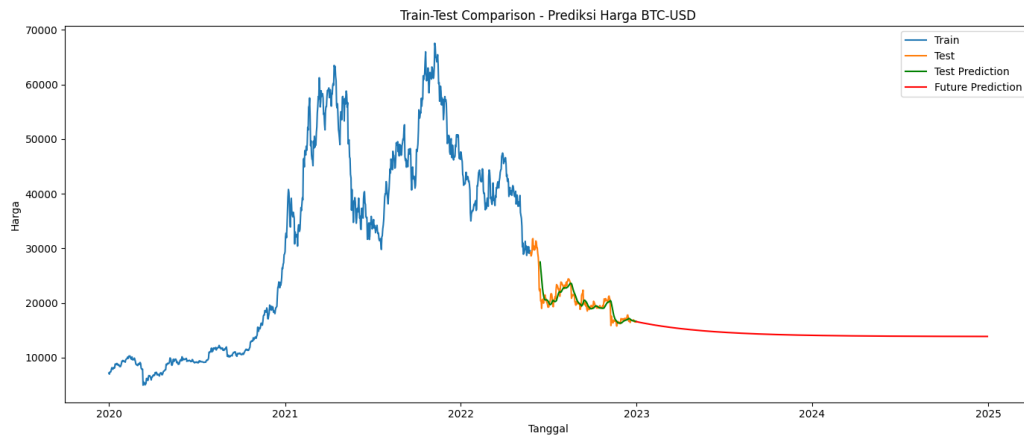
Jenis Koin	Nilai Evaluasi (MAPE)		
	ARIMA	LSTM	SARIMAX
Bitcoin	20%	5.6%	3%
ETH	24%	4.37%	7%
BNB	14%	2.65%	4%
XRP	32%	6.10%	10%
Doge Coin	23%	6.75%	13%
Rata-Rata	22.6%	5.1%	7.4%

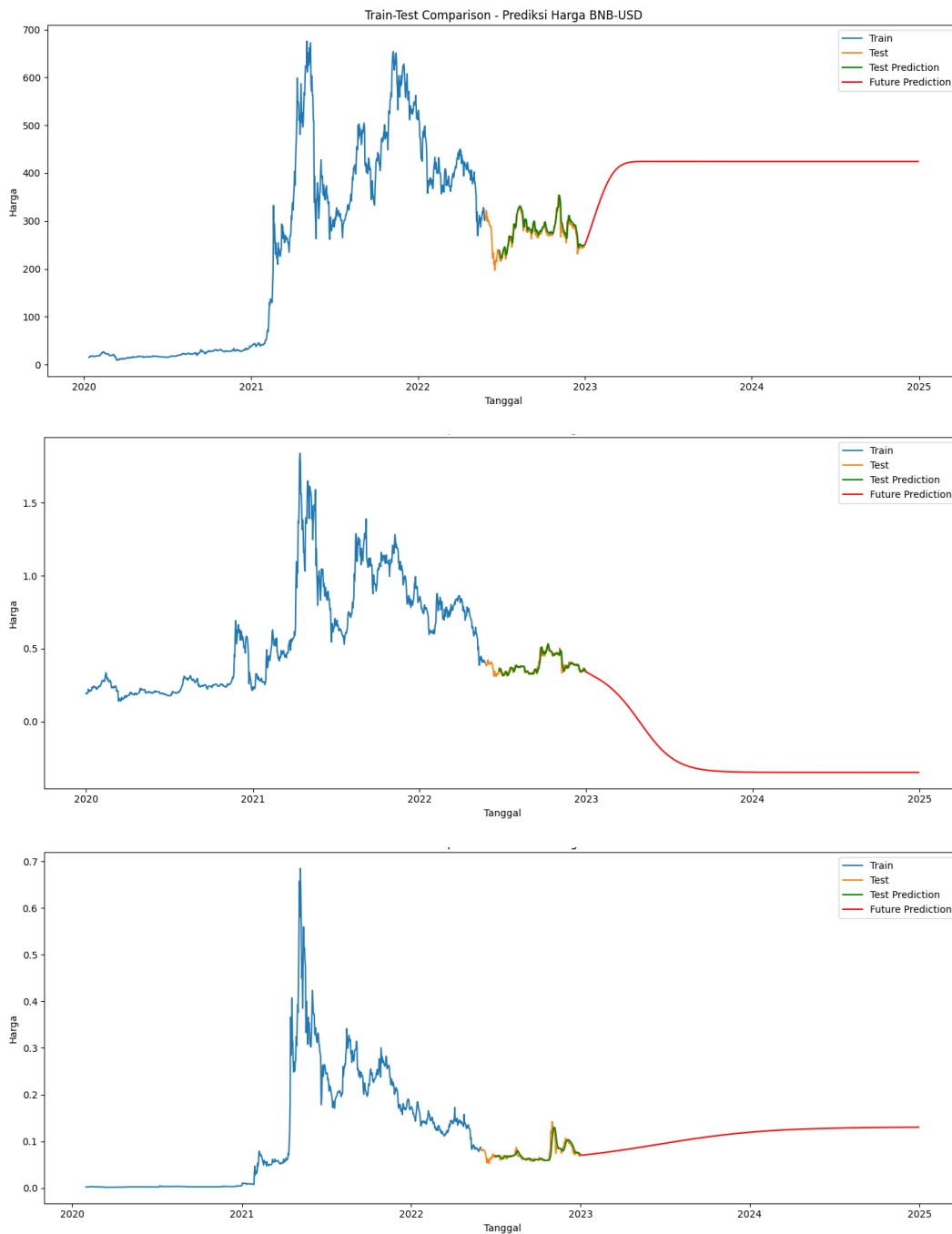
Berdasarkan Tabel 1. merupakan tabel untuk melihat perbandingan nilai evaluasi dari setiap model. Untuk melihat kinerja evaluasi model nilai MAPE dapat dilihat jika nilai MAPE menghasilkan nilai

<10% maka hasil prediksi dinyatakan sangat baik, dan nilai MAPE >50% maka hasil prediksi dinyatakan buruk. Berdasarkan kriteria tersebut, maka didapatkan hasil dari rata-rata MAPE dari setiap model yang digunakan. Pada nilai MAPE dengan rata-rata yang mendapatkan hasil paling baik yaitu <10% adalah model LSTM. Model LSTM ini menghasilkan nilai MAPE yang stabil mendapatkan nilai MAPE sangat baik di setiap koin nya. Hal ini dikarenakan kemampuan LSTM dalam menangani data non-stasioner, menangkap pola non-linear, memanfaatkan urutan data, mengadaptasi berbagai fitur, dan belajar dari dataset besar. Hal ini membuat LSTM lebih cocok untuk memodelkan dinamika kompleks dan volatilitas yang sering terlihat dalam pasar *cryptocurrency*

3.2 Visualisasi LSTM

Visualisasi LSTM adalah visualisasi dari data yang telah diproses dan menghasilkan hasil prediksi menggunakan LSTM. LSTM adalah hasil model ini yang dipilih untuk ditampilkan dalam aplikasi *website* yang dibuat karena mendapatkan hasil evaluasi kesalahan yang paling baik diantara model lainnya. Visualisasi model LSTM dapat dilihat sebagai berikut.





Gambar 4 Visualisasi LSTM

Gambar 4. merupakan visualisasi yang di dihasilkan dari hasil prediksi harga historis yang telah diolah menggunakan metode LSTM dari setiap koin yang digunakan. Dapat dilihat pada garis yang berwarna kuning dan hijau adalah garis grafik dari data test dan data test prediksi, yang mana garis grafik yang dihasilkan berhasil sesuai dengan data aslinya. Hal ini dikarenakan LSTM berhasil menangkap pola pergerakan oleh model prediksi LSTM.

3.3 Hasil Tampilan Antarmuka Sistem

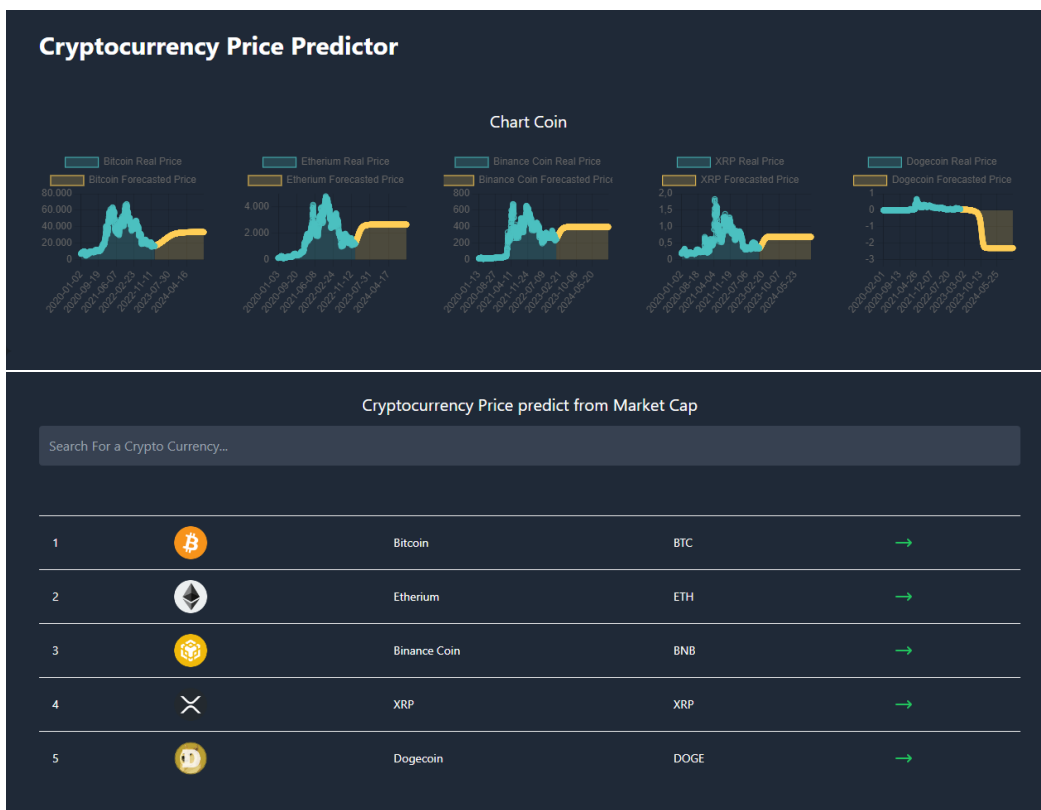
Tampilan antarmuka sistem cryptocurrency price predictor aplikasi prediksi harga crypto dengan perbandingan metode ARIMA, LSTM dan SARIMAX berhasil dibuat. *cryptocurrency price predictor* aplikasi prediksi harga crypto dengan perbandingan metode ARIMA, LSTM dan SARIMAX dibuat menggunakan *framework* Laravel menggunakan bahasa pemrograman PHP. Tampilan

antarmuka *cryptocurrency* price predictor aplikasi prediksi harga *crypto* dengan perbandingan metode ARIMA, LSTM dan SARIMAX terlihat pada Gambar 5.



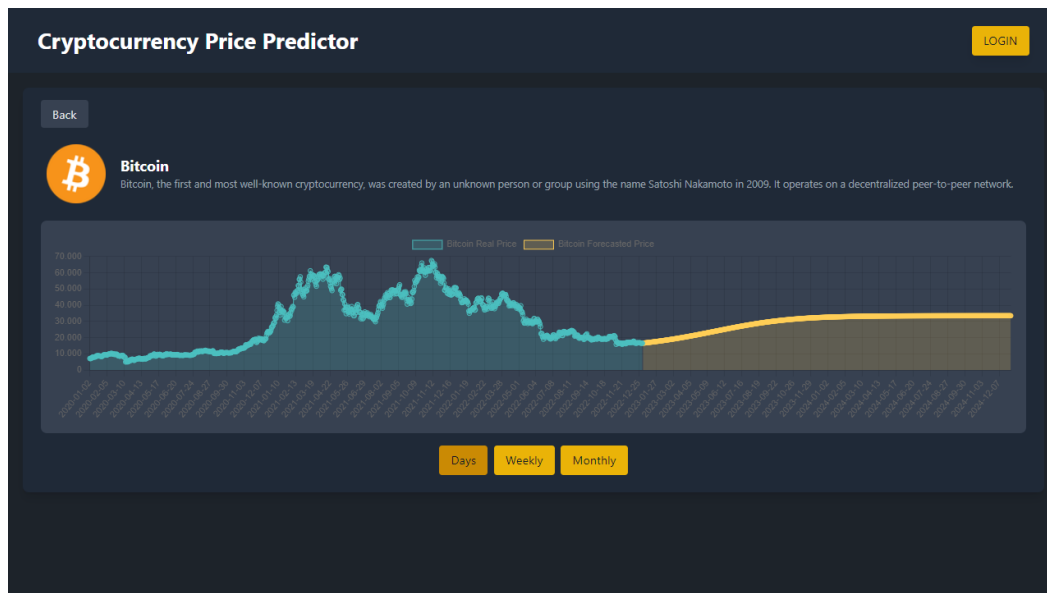
Gambar 5 Tampilan Home Page

Gambar 5 adalah *home page* pada aplikasi website ketika pertama kali dibuka. Tampilan ini berisi nama aplikasi *website* tersebut beserta deskripsi singkat mengenai aplikasi tersebut. Selain tampilan awal tersebut pada halaman ini juga jika user men scroll halaman terdapat list koin yang diprediksi. Gambar 6 merupakan gambar tampilan list koin.



Gambar 6 Tampilan List Koin

Gambar 6 merupakan tampilan yang berisi list koin yang diprediksi di penelitian ini, terdapat lima jenis koin sesuai yang diprediksi yaitu Bitcoin, ETH, XRP, BNB, dan Dogecoin. Selain itu juga di bagian atas list, terdapat kolom search atau pencaharian yang bisa digunakan oleh user untuk mencari koin yang ingin dilihat prediksi nya, dan juga terdapat tampilan dari grafik semua koin yang diharapkan dapat mempermudah user melihat koin mana yang memiliki prediksi yang bagus di hari ke depan. Gambar 5 adalah tampilan jika user memilih salah satu koin yang ingin dilihat prediksi nya



Gambar 7 Tampilan ketika memilih Coin

Gambar 7 merupakan gambar tampilan ketika user memilih salah satu koin untuk dilihat prediksi nya. Halaman ini berisi nama koin yang dipilih, deskripsi singkat mengenai koin tersebut, dan juga berisi grafik yang menampilkan perbandingan dari data asli dan hasil perhitungan prediksi yang dilakukan sebelumnya, dibawah grafik juga berisi pilihan yang bisa digunakan user untuk melihat hasil perhitungan prediksi berdasarkan mingguan atau bulanan

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil dari penelitian *cryptocurrency* price predictor aplikasi prediksi harga crypto dengan perbandingan metode ARIMA, LSTM dan SARIMAX adalah hasil evaluasi dari metode LSTM lebih unggul dalam menangkap dependensi jangka panjang dan pola *non-linear* dikarenakan hasil evaluasi yang dihasilkan model LSTM stabil di setiap koin nya yaitu mendapatkan nilai MAPE selalu <10% dengan rata-rata akurasi 5,1% yang dimana dalam kriteria MAPE bahwa hasil MAPE <10% menunjukkan prediksi kriteria sangat baik. Sehingga hasil prediksi dari Model LSTM yang akan digunakan untuk ditampilkan visualisasi nya di aplikasi website yang dibuat. Saran yang dapat diberikan untuk selanjutnya adalah mencoba melakukan prediksi menggunakan dengan metode *time series* lain agar dapat mengetahui apakah ada metode yang lebih cocok dan baik untuk membuat prediksi harga *crypto* selain metode LSTM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, S., Rosita & Melyani, I. R., 2023. Pengembangan Sistem Informasi Penggajian Berbasis Web Menggunakan Framework Laravel dengan Metode Agile Software Development. JASIKA(Jurnal Sistem Informasi Akuntansi), Volume Vol. 03, No. 01, pp. 31-36.
- [2] Aulia, N., 2020. PREDIKSI HARGA ETHEREUM BERDASARKAN INFORMASI BLOCKCHAIN MENGGUNAKAN METODE LONG SHORT TERM MEMORY, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [3] Chania, M. F., Sara, O. & Sadalia, I., 2021. Analisis Riskdan Return Investasi pada Ethereumdan Saham LQ45(Risk and Return Analysis Investment on Ethereum and LQ45 Stocks). Studi Ilmu Manajemen dan Organisasi (SIMO), Volume Vol 2, No 2, pp. 139-150.

- [4] Darnila, E., Fikry, M. & Jaen, H., 2019. Aplikasi Peramalan Kurs Bitcoin-Rupiah Dengan Menggunakan Metode Exponential Smoothing. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika*.
- [5] Dewi, R., 2023. 'Prediksi Harga Cryptocurrency Menggunakan Algoritma Prophet', S.Kom, Medan: repository.uma.ac.id.
- [6] Faizal, R., Setiawan, B. D. & Cholissodin, I., 2019. Prediksi Nilai Cryptocurrency Bitcoin menggunakan Algoritme Extreme Learning Machine(ELM). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Mei, Volume 3, No. 5, pp. 4226-4233.
- [7] Hasani, M. N., 2022. ANALISIS CRYPTOCURRENCY SEBAGAI ALAT ALTERNATIF DALAM. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Bisnis*, pp. 329 - 344.
- [8] Julianto, I. T., Kurniadi, D., Nashrulloh, M. R. & Mulyani, A., 2022. COMPARISON OF DATA MINING ALGORITHM FOR FORECASTING BITCOIN CRYPTO CURRENCY TRENDS. *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, Volume Vol.3, No, pp. 245-248.
- [9] Kanchan, P. D., Raj, R. & Jothidurai, D. A. M., 2023. Cryptocurrency Price Prediction and Forecasting Market momentum Using Machine Learning Techniques. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*.
- [10] Kusmayadi, D. & Nurhayati, I., n.d. APA ITU CRYPTOCURRENCY.
- [11] Latifah, A. L., Muttaqien, F. H., Syafarina, I. & Wahyun, I. N., 2022. Time-Series Model for Climatological Forest Fire Prediction over Borneo. *LONTAR KOMPUTER*, 1 April. Volume 13.
- [12] Lattifia, T., Buana, W. P. & Rusjyanthi, N. K. D., 2022. Model Prediksi Cuaca Menggunakan Metode LSTM. *JITTER- Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, Volume Vol. 3, No. 1.
- [13] Lee, M. O., Sitanggang, D. & Indra, E., 2023. PREDIKSI MATA UANG KRIPTO MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA LINEAR REGRESSION. *Jurnal TEKINKOM*, Juni. Volume 6, No. 1.
- [14] Maricar, M. A. (2019). Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average Dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan Pada Perusahaan XYZ. *JURNAL SISTEM DAN INFORMATIKA*.
- [15] Nuraissa, A. F. R., Mahdiyah, U., & Sanjaya, A. (2023). Studi Perbandingan Metode ARIMA dan SARIMA dalam Memprediksi Harga Kripto Binance Coin. *SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*.
- [16] Pinata, N. N. P., Sukarsa, I. M., & Rusjyanthi, N. K. D. (2020). Prediksi Kecelakaan Lalu Lintas di Bali dengan XGBoost pada Python. *JURNAL ILMIAH MERPATI*, December, Vol 8.
- [17] Pradana, N. F. B., & Lestanti, S. (2020). Aplikasi Prediksi Jangka Pendek Harga Bitcoin Menggunakan Metode ARIMA. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*.
- [18] Pramatha, I. D. K. D., Sasmita, G. M. A., & Githa, D. P. (2023). PENERAPAN BUSINESS INTELLIGENCE UNTUK PREDIKSI JUALAN PRODUK (STUDI KASUS XYZ). *JITTER - Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, Volume Vol. 4, No. 2.
- [19] Putra, P. P., & Chan, A. S. (2018). Pengembangan Aplikasi Perhitungan Prediksi Stock Motor Menggunakan Algoritma C 4.5 Sebagai Bagian dari Sistem Pengambilan Keputusan (Studi Kasus di Saudara Motor). *JURNAL INOVTEK POLBENG - SERI INFORMATIKA*, Volume VOL. 3, NO. 1.
- [20] Rahmi, D., & Dahlia, S. (2023). PERAMALAN PRODUKSI TANAMAN BIOFARMAKA DI PROVINSI RIAU DENGAN METODE SARIMAX. *Jurnal Pendidikan Ilmiah Transformatif*, Volume 7, No. 12.
- [21] Rahmi, D. & Dahlia, S., 2023. PERAMALAN PRODUKSI TANAMAN BIOFARMAKA DI PROVINSI RIAU DENGAN METODE SARIMAX. *Jurnal Pendidikan Ilmiah Transformatif*, Volume Volume 7 No 12.
- [22] Rizkillah, M. F. & Widiyanesti, S., 2022. Prediksi Harga Cryptocurrency Menggunakan Algoritma Long Short Term Memory (LSTM). *Jurnal Resti (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, pp. 25-31.
- [23] Saepulrohman, A. & Pratama, S. Z., 2023. Prediksi Arah Harga Bitcoin Berdasarkan Manipulasi Metode Long Short-Term Memory (LSTM). *Jurnal Ilmiah Matematika*, Volume Volume 3, No. 1, pp. 15-24.
- [24] Salwa, N., Tatsara, N., Amalia, R. & Zohra, A. F., 2018. Peramalan Harga Bitcoin Menggunakan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). *Journal of Data Analysis*, Volume Vol.1, No.1, pp. 21-31.
- [25] Septiana, D. & Bangun, M. B., 2023. PERBANDINGAN ANTARA FEED FORWARD NEURALNETWORK (FFNN) DAN SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING

- AVERAGE(SARIMA) UNTUK PERAMALAN DATA RUNTUN WAKTU TERAPAN. *JurnalDeli Sains Informatika*, pp. Vol. 2, No. 2.
- [26] Simatupang, C. G. K., Swastika, W. & Suganda, T. R., 2022. PERANCANGAN APLIKASI BERBASIS WEB UNTUK PREDIKSI HARGA SAHAM DENGAN METODE LSTM. *Sainsbertek Jurnal Ilmiah Sains & Teknolog*.
- [27] Soekendro, C. A., 2021. PREDIKSI CURAH HUJAN DI KAB.BANDUNG DENGAN ANALISIS TIME SERIES, MENGGUNAKAN MODEL SARIMA (Seasonal. *e-Proceeding of Engineering*, p. 2865
- [28] Sung, S.-H., Kim, J.-M., Park, B.-K., & Kim, S. (2022). A Study on Cryptocurrency Log-Return Price Prediction Using Multivariate Time-Series Model. *axioms*.
- [29] Tjahyana, L. J. (2021). Studi Netnografi Pola Komunikasi Jaringan Komunitas Cryptocurrency Dogecoin di Twitter. *KOMUNIKATIF-Jurnal Ilmiah Komunikasi*.
- [30] UMAM, K., & A. (2023). Perbandingan Metode ARIMA dan LSTM pada Prediksi Jumlah Pengunjung Perpustakaan. *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, Volume 8, No. 2, pp. 119 - 129.
- [31] Wahyu, F., & Hendrik, B. (2023). Perbandingan Algoritma Time Series Dan Fuzzy Inference System. *Jurnal Penelitian Teknologi Informasi Dan Sains*, pp. 16-24.
- [32] Wiranda, L., & Sadikin, M. (2019). PENERAPAN LONG SHORT TERM MEMORY PADA DATA TIME SERIES UNTUK MEMPREDIKSI PENJUALAN PRODUK PT. METISKA FARMA. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, Volume 8, Nomor 3.
- [33] Zamil, S. A., Anzani, L., & Arifin, W. A. (2023). PREDIKSI TINGGI GELOMBANG LAUT JAKARTA UTARA MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING: PERBANDINGAN ALGORITMA ARIMA & SARIMA. *JURNAL ILMIAH TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI (JTIK)*, Volume VOL 14, No.2, p. 286.