

BAB I

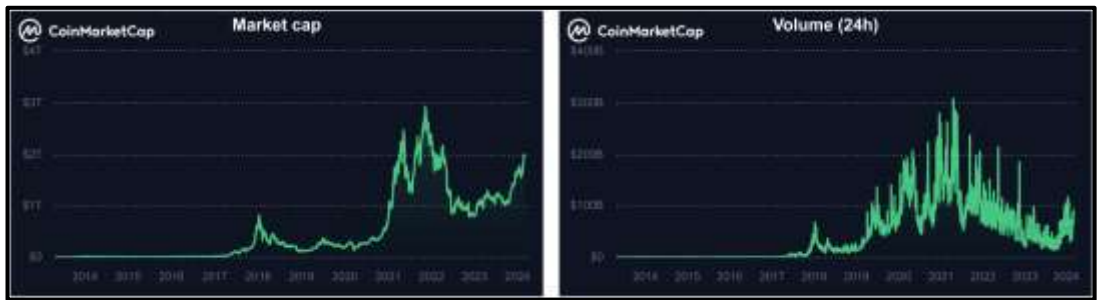
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, terutama pada Revolusi Industri 4.0 yang memberikan inovasi-inovasi terbaru, dampaknya dapat sangat dirasakan dalam segala aspek kehidupan manusia. Aspek ekonomi menjadi salah satu aspek diantara aspek lainnya yang sangat diuntungkan dalam perkembangan teknologi era ini [1]. Diantara beberapa inovasi yang muncul pada era ini adalah inovasi teknologi keuangan yang berhasil dikenal secara meluas secara global yaitu *cryptocurrency*.

Cryptocurrency merupakan aset digital berupa mata uang yang berfungsi sebagai alat penyimpan ataupun alat tukar yang bernilai dan dapat jual belikan antar-penggunanya secara aman [2][3]. Berbeda dengan cara kerja mata uang fiat (konvensional), *Cryptocurrency* dibentuk dengan adanya fondasi rangkaian kode yang dapat dibaca dan disebut sebagai *blockchain* [4]. *Blockchain* inilah yang nantinya dapat menampung seluruh transaksi dalam bentuk blok yang memiliki kunci unik tersendiri untuk setiap bloknnya, alhasil menciptakan catatan data transaksi yang utuh dan aman [5].

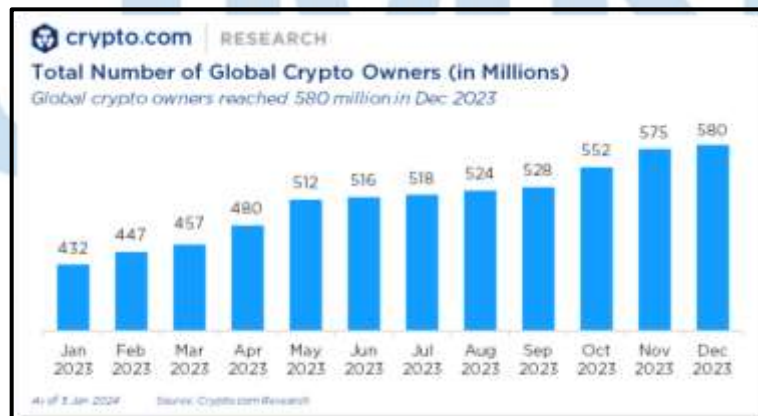
Puncak kejayaan dari *cryptocurrency* dimulai pada tahun 2021, dimana tidak hanya nilai dari *cryptocurrency* yang meningkat, namun keragaman jenis *cryptocurrency* ikut melonjak dari sekitar 2,700 jenis pada tahun 2019 dan mencapai 4,500 jenis di tahun 2021 [6]. Peningkatan tersebut membawakan 2 dampak utama. Pertama, adanya kenaikan sebesar +178% pada jumlah pemilik global di tahun 2021, dari 106 juta pemilik di awal Januari dan meningkat menjadi 296 juta pemilik di akhir tahun. Kedua, terciptanya rekor volume transaksi yang mencapai angka 300 miliar USD dan nilai pasar (*market cap*) sebesar 2.9 triliun USD, masih bertahan hingga saat ini, di tahun 2024, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.1 [7], [8].



Gambar 1. 1 Market Cap & Volume (24h) Cryptocurrency 2014 – 2024

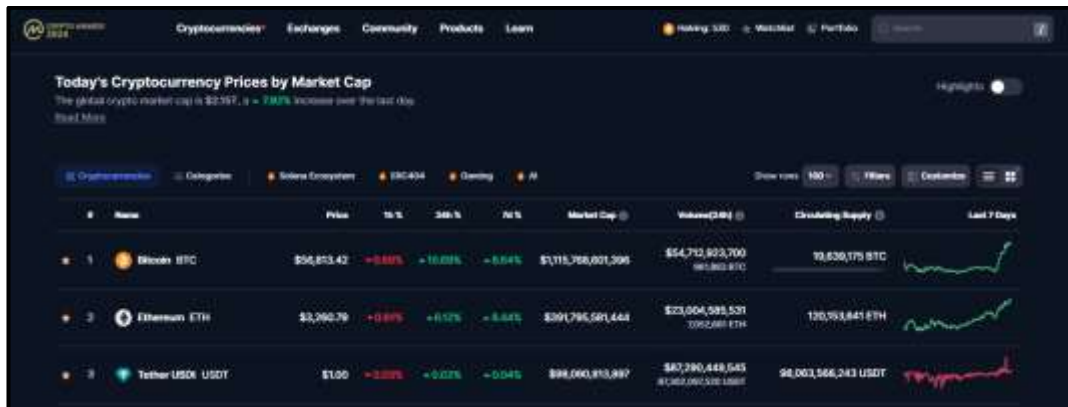
Sumber: [8]

Cryptocurrency kini sudah mendapatkan penerimaan yang lebih meluas secara global dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya dengan angka pemilik *cryptocurrency* yang per akhir tahun 2023 mencapai 580 juta pemilik dari informasi Gambar 1.2 yang diperoleh pada tahun 2024 [9]. Memasuki tahun 2024, jenis *cryptocurrency* juga terus berkembang dengan lebih dari 8000 jenis *cryptocurrency*. Diantara lebih dari 8000 jenis *cryptocurrency*, terdapat 3 jenis *cryptocurrency* dengan peringkat kapitalisasi pasar yang mendominasi di tahun 2024, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.3, yaitu Bitcoin (BTC) yang memimpin dengan 52.28%, diikuti dengan Ethereum (ETH) 17.26%, dan Tether (USDT) 5.03% dari total kapitalisasi pasar seluruh *cryptocurrency* [8]. Dengan adanya peningkatan pada jumlah pemilik, serta dominasi dari ketiga *cryptocurrency*, prospek meningkatnya minat terhadap investasi mata uang *cryptocurrency* untuk mendapatkan keuntungan semakin terbuka.



Gambar 1. 2 Jumlah Pemilik Cryptocurrency Secara Global

Sumber: [9]



Gambar 1. 3 Cryptocurrency Ranking

Sumber: [10]

Investasi *cryptocurrency* membukakan peluang bagi para investor dalam meraih keuntungan, terutama dengan melesatnya pertumbuhan pasar seperti yang dijelaskan sebelumnya. Namun, peluang untuk mendapatkan keuntungan atau *return* bagi para investor juga diiringi dengan adanya tantangan yang harus dihadapi, walaupun tingkat pertumbuhan tahunan secara gabungan (*compound annual growth rate*) diestimasi akan meningkat sebesar 11.1% [11]. Tantangan yang dimaksud adalah fluktuasi pergerakan nilai harga *cryptocurrency* yang sulit untuk diperkirakan [12].

Perubahan nilai harga *cryptocurrency* yang bergerak secara cepat dan tidak terduga, menjadi tantangan terbesar dalam prediksi *cryptocurrency* dan sangat beresiko bagi para investor. Memahami pendekatan optimalisasi analisis prediktif yang melibatkan *machine learning* dan *deep learning* sangat diperlukan agar dapat menciptakan strategi yang efektif dalam menghadapi ketidakpastian yang dialami oleh para investor. Gabungan antara kedua pendekatan menjanjikan prediksi yang lebih tajam (akurat) dan optimal dengan adanya metode yang secara otomatis dapat mempelajari data historis yang berukuran berukuran besar, secara mandiri [13].

Dalam upaya menciptakan strategi yang efektif, penggunaan model prediktif yang optimal diimplementasikan dengan cara mengkombinasikan *machine learning* (ML) dan juga *deep learning* (DL). Pendekatan ini dikenal dengan pendekatan *hybrid* atau model *hybrid*. Model *hybrid* merupakan model yang

mengkombinasi dua ataupun lebih metode dan telah diteliti dapat memberikan hasil yang lebih efektif, optimal, dan juga akurat dalam memprediksi [14], [15]. Kombinasikan metode penting menurut Sedighi et al., karena dapat memberikan hasil yang memuaskan dalam bidang keuangan dan investasi, dikarenakan kelemahan dalam model tunggal dapat diatasi dengan adanya model *hybrid* yang menggabungkan keunggulan dari berbagai model [16]. Keunggulan dari *hybrid* model juga terbukti dan dapat didukung oleh penelitian Zhou et al., dimana *hybrid* model menghasilkan rata-rata 33% RMSE (*Root Mean Square Error*) yang lebih rendah dibandingkan dengan model tunggal, yang membuktikan bahwa model *hybrid* lebih optimal dan akurat [15].

Penelitian ini menekankan penggunaan *hybrid* model untuk memberikan potensi hasil yang lebih unggul. Terdapat 4 jenis algoritma yang akan digunakan dalam proses penelitian yang terdiri dari 2 algoritma *deep learning*, yaitu *Convolutional Neural Networks* (CNN) dan *Long Short-Term Memory Network* (LSTM), serta 2 algoritma *machine learning*, yaitu *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) dan *Light Gradient Boosting Machine* (LightGBM). Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian adalah perbandingan antara algoritma *deep learning*, yaitu *Convolutional Neural Networks* (CNN) dan *Long Short-Term Memory Network* (LSTM). Perbandingan ini dilakukan untuk menentukan algoritma *deep learning* yang memiliki performa lebih unggul. Algoritma *deep learning* yang unggul akan diintegrasikan dengan 2 algoritma *machine learning* pilihan yang digunakan dalam penelitian untuk pengembangan model *hybrid*. Evaluasi performa antara kedua model *hybrid* akan kembali dilakukan untuk menentukan model *hybrid* yang memiliki performa terbaik dalam memprediksi harga *cryptocurrency*.

Pemilihan algoritma *Convolutional Neural Networks* (CNN) untuk dibandingkan dengan *Long Short-Term Memory* (LSTM), didasarkan oleh keunggulan spesifik yang dimiliki kedua algoritma dalam mengoperasikan data historis, berupa *time series* harga *cryptocurrency*. CNN diakui dalam DL dikarenakan kemampuannya dalam mengidentifikasi pola ataupun tren pada pergerakan data *time series*. Selain itu, CNN juga berperan dalam meningkatkan keoptimalan model dan akurasi secara keseluruhan dengan mengurangi jumlah parameter [17]. Dasar pemilihan CNN juga didukung oleh adanya penelitian dari

Quin et al. dan Wang et al., yang membuktikan bahwa metode CNN dapat memproses data spasial dan mempelajari data dengan struktur yang kompleks [18], [19]. Terakhir, keunggulan dari CNN diperkuat dengan penelitian dari Farah Muhammed Sakran yang membuktikan CNN lebih unggul dibandingkan dengan algoritma *Artificial Neural Networks* (ANN), dengan hasil *Root Mean Squared Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Error* (MAE) lebih rendah dari ANN, dengan demikian menunjukkan tingkat prediksi yang lebih akurat, *absolute error* yang minim dan hasil korelasi dengan nilai aktual yang lebih kuat [20].

Selanjutnya pilihan algoritma *deep learning* kedua yang akan dibandingkan dengan CNN, yaitu *Long Short-Term Memory* (LSTM). LSTM merupakan metode berbasis *deep learning* yang paling umum digunakan oleh para peneliti untuk keperluan merancang model prediksi [19]. Metode LSTM dipilih dalam penelitian ini, karena kemampuannya dalam mengolah data *time series* dengan jumlah yang besar secara optimal, serta kemampuannya untuk memahami dan mengingat urutan jangka panjang. Pemilihan metode LSTM juga didukung oleh adanya penelitian Yujun et al., yang terbukti bahwa metode LSTM merupakan model yang tepat untuk memprediksi urutan yang memiliki pergerakan yang sulit untuk diperkirakan, dengan indeks evaluasi R^2 yang dihasilkan oleh metode tersebut melebihi 0.99 [21]. Hasil ini memberikan sebuah gambaran mengenai efektivitas algoritma LSTM dalam memprediksi harga *cryptocurrency*.

Penting untuk mengevaluasi dan membandingkan kedua model untuk menentukan algoritma yang paling optimal dan efektif. Purnama et al. membandingkan LSTM dan CNN dalam prediksi data *time series* sektor pariwisata dan menemukan bahwa LSTM lebih unggul dalam menangani data urutan jangka panjang [22]. Sebaliknya, penelitian oleh Wenjie Lu et al. mengintegrasikan CNN-LSTM untuk memprediksi harga saham dan menunjukkan hasil optimal berdasarkan metrik MAE dan RMSE [23]. Kedua algoritma memiliki kelebihan masing-masing, dan konfigurasi yang tepat dapat meningkatkan keoptimalan dan efektivitas model prediktif. Evaluasi awal LSTM dan CNN menjadi patokan untuk membuat model hybrid yang optimal dalam prediksi harga *cryptocurrency*. Perbandingan CNN dan LSTM sangat penting pada tahapan awal penelitian karena dapat mempengaruhi hasil dari model *hybrid* yang akan dikembangkan. Hasil

perbandingan performa kedua algoritma *deep learning* akan menentukan algoritma yang nantinya diintegrasikan dengan algoritma *machine learning* pilihan, untuk membangun model *hybrid*.

Berikutnya terdapat 2 algoritma pilihan *machine learning*, yaitu *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) dan *Light Gradient Boosting Machine* (LightGBM). Algoritma XGBoost menjadi salah satu pilihan, karena keunggulannya dalam menangani *overfitting* dengan cara kerjanya yang menggabungkan prediksi beberapa model menjadi satu model yang utuh dengan meminimalisir *error* pada tiap model yang dikombinasikan. Dengan demikian model XGBoost dapat meningkatkan efisiensi, fleksibilitas dan mengoptimalkan penelitian [24]. Pemilihan XGBoost, juga didukung dengan penelitian dari Nabipour et al., yang menekankan kemampuan XGBoost yang dapat mencegah adanya *overfitting*, menangani data dengan *missing values*, dan secara lebih unggul dibandingkan metode berbasis pohon (*tree*) lainnya [13].

Alternatif algoritma *machine learning* kedua adalah *Light Gradient Boosting Machine* (LightGBM). Berbeda dengan XGBoost, algoritma ini menggunakan memori lebih efisien jika dibandingkan dengan XGBoost. Berdasarkan penelitian Sun et al., algoritma *LightGBM* memiliki performa yang lebih baik diantara algoritma lain dalam hal presisi untuk prediksi harga *cryptocurrency* [25]. Cui et al., juga mendukung pernyataan ini dengan menjelaskan bahwa *LightGBM* merupakan algoritma *boosting* yang beroperasi dengan kecepatan yang signifikan, yaitu sekitar sepuluh kali lebih cepat dan juga mengurangi penggunaan memori sekitar tiga kali tanpa mengorbankan akurasi [26]. Secara keseluruhan *LightGBM* dapat memproses data makro dengan mengurangi adanya *overhead* dan kompleksitas waktu, namun juga memastikan adanya rasionalitas data, dengan kecepatannya dan tingkat akurasi yang tinggi, penggunaan memori yang efisien [27].

Dengan keunggulan adanya perbedaan keunggulan yang ditawarkan oleh XGBoost dan LightGBM, penting untuk mengevaluasi dan membandingkan keduanya menggunakan dataset harga historis *cryptocurrency* untuk menemukan algoritma yang optimal dan efektif. Tahapan akhir penelitian ini berfokus pada evaluasi dan perbandingan integrasi algoritma *deep learning*, seperti LSTM dan

CNN, dengan XGBoost dan LightGBM. Hasil akhirnya adalah model *hybrid* terbaik untuk prediksi *cryptocurrency* dengan tingkat keoptimalan dan akurasi tinggi. Kombinasi *machine learning* dan *deep learning* diharapkan menghasilkan model *hybrid* yang efektif dalam memprediksi harga *cryptocurrency* serta berkontribusi pada perkembangan teori dan praktik analisis model *hybrid*.

Keunikan dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya terletak pada kombinasi dari algoritma *machine learning* dan *deep learning* untuk membuat sebuah *hybrid* model dengan adanya *tuning* pada pembuatan model dan adanya evaluasi bertahap yang dilakukan. Evaluasi pertama dilakukan untuk menentukan algoritma *deep learning* pilihan dan evaluasi performa kedua dari hasil kombinasi algoritma *deep learning* terbaik dengan *machine learning*. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan dataset *cryptocurrency* terbaru yang mencakup data dari 1 Januari 2018 hingga 31 Desember 2023. Integrasi yang unik didukung dengan dataset terkini, memungkinkan adanya gabungan antara keunggulan algoritma pilihan untuk mengolah dan menganalisis dataset terbaru. Integrasi antara algoritma *machine learning* dan *deep learning* dalam penelitian ini diharapkan dapat menciptakan sebuah model yang optimal, efektif dan konsisten dalam memprediksi pergerakan harga *cryptocurrency*. Hasil performa model *hybrid* nantinya akan dibandingkan dengan model tunggal. Keandalan dari model *hybrid* juga diharapkan dapat memperkaya pemahaman mengenai pendekatan optimalisasi analisis prediktif dalam menghadapi ketidakpastian harga *cryptocurrency*, serta membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut maupun penerapan model secara langsung dalam dunia *cryptocurrency*.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan sejumlah rumusan masalah pada penelitian ini yang mengacu pada latar belakang penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya:

1. Bagaimana analisis perbandingan performa model *deep learning* Convolutional Neural Network (CNN) dan model Long Short-Term Memory (LSTM) dalam memprediksi harga *cryptocurrency*?

2. Bagaimana analisis hasil perbandingan performa model *deep learning* terbaik, antara Convolutional Neural Network (CNN) dan model Long Short-Term Memory (LSTM), ketika dikombinasikan (*hybrid*) dengan XGBoost dalam memprediksi harga *cryptocurrency*?
3. Bagaimana analisis hasil perbandingan performa model *deep learning* terbaik, antara Convolutional Neural Network (CNN) dan model Long Short-Term Memory (LSTM), ketika dikombinasikan (*hybrid*) dengan LightGBM dalam memprediksi harga *cryptocurrency*?
4. Bagaimana hasil komparasi performa antara kombinasi model *deep learning* terbaik dengan XGBoost dan model *deep learning* terbaik dengan LightGBM dalam memprediksi harga *cryptocurrency*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah yang diimplementasikan dalam penelitian. Batasan masalah bertujuan untuk memfokuskan ruang lingkup penelitian, agar penelitian menjadi terarah dan mudah untuk dikontrol.

1. Terdapat 3 pilihan *cryptocurrency* yang digunakan, yaitu *cryptocurrency* pada peringkat posisi top 3 kapitalisasi pasar pada *website* coinmarketcap.com.
2. Data *cryptocurrency* yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis *cryptocurrency* dari 1 January 2018 hingga 31 Desember 2023.
3. Metode evaluasi untuk pengukuran performa yang akan digunakan adalah *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

Terdapat beberapa tujuan yang ditargetkan dalam penelitian, dimana tujuan-tujuan penelitian ini tentunya ditetapkan sebagai fokus utama, tujuan penelitian meliputi:

1. Mengembangkan model *hybrid* berbasis *machine learning* dan *deep learning* untuk memprediksi harga *cryptocurrency*.
2. Melakukan analisis komparatif terhadap performa kedua model *deep learning*, yaitu Convolutional Neural Network (CNN) dan Long Short-Term Memory (LSTM) untuk menentukan model *deep learning* yang efektif dan optimal untuk dikombinasikan dengan *machine learning* dalam pengembangan model *hybrid*.
3. Melakukan analisis komparatif terhadap performa kedua model *hybrid* yang mengkombinasikan model *deep learning* terbaik dengan XGBoost dan LightGBM untuk menentukan efektivitas dan keoptimalan model dalam memprediksi harga *cryptocurrency*.
4. Memberikan kontribusi pada pengembangan pengetahuan teoritis dan praktik mengenai analisis model *hybrid* yang mengintegrasikan model *machine learning* dan *deep learning* dengan menggunakan dataset terbaru.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Penelitian tentunya dirancang untuk memberikan manfaat, berikut merupakan manfaat-manfaat yang diharapkan dapat diperoleh pada penelitian:

1. Hasil performa dari model prediksi harga *cryptocurrency* dengan *deep learning* yang lebih optimal, akurat, dan dapat dikembangkan menjadi model *hybrid*.
2. Hasil performa dari model prediksi harga *cryptocurrency* dengan model *hybrid* yang memiliki tingkat keoptimalan tertinggi.
3. Analisis perbandingan yang dapat digunakan sebagai dasar informasi dalam mengoptimalkan strategi investasi digital yang unggul untuk para investor *cryptocurrency*, analis pasar digital, dan komunitas akademis.
4. Wawasan dan perspektif terkini mengenai perkembangan analisis investasi digital, agar dapat diterapkan dalam aplikasi maupun teknologi kecerdasan lebih canggih.

1.5 Sistematika Penulisan

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang permasalahan yang menjadi faktor pendukung dilakukannya penelitian, mengidentifikasi dan merumuskan masalah utama yang terdapat dalam penelitian. Pada bab 1 juga terdapat batasan ditetapkan agar penelitian menjadi lebih terstruktur dan terdapat juga penjelasan mengenai tujuan serta manfaat dari penelitian.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Bab 2 menyajikan informasi berupa teori-teori yang dapat menunjang penelitian. Pembahasan yang disajikan berupa dasar-dasar teori dari topik penelitian, algoritma yang digunakan untuk model *hybrid*, serta dasar teoritis pemilihan alat (*tools*).

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 memberikan pemahaman secara rinci mengenai metodologi yang diimplementasikan dalam penelitian. Mulai dari proses standar *data mining* dan penerapan model-model *hybrid* berbasis *machine learning* dan *deep learning*. Bab ini juga menjelaskan secara rinci langkah yang digunakan dalam melakukan evaluasi terhadap performa dan akurasi dari model yang telah dibuat.

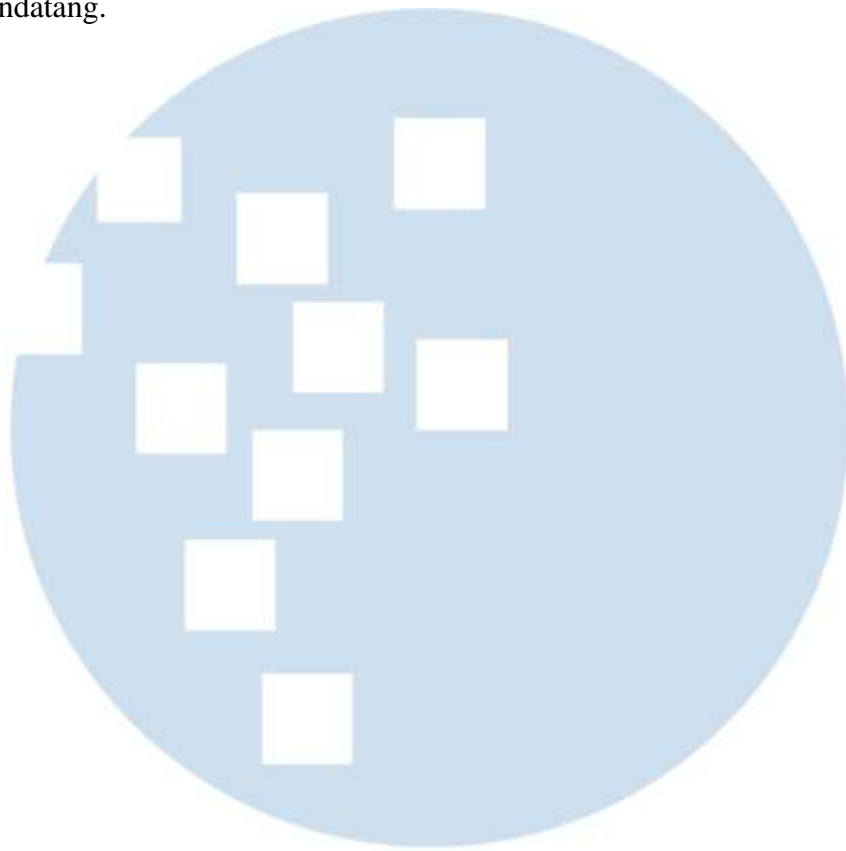
4. BAB VI ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN

Bab 4 memaparkan analisis dan hasil dari implementasi model *hybrid* dalam penelitian. Terdapat pembahasan mengenai setiap model yang digunakan, model *hybrid*, serta evaluasi dan perbandingan performa hasil prediksi harga *cryptocurrency* oleh model yang telah dikembangkan.

5. BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini terdapat sebuah simpulan dan saran yang berpatokan pada evaluasi model *hybrid* yang telah dirancang. Terdapat uraian mengenai pencapaian dari model *hybrid* dalam meningkatkan keoptimalan model dalam

memprediksi harga *cryptocurrency*, serta masukan untuk penelitian masa mendatang.



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA