

Original Article

e-ISSN: 2581-0545 - <https://journal.itera.ac.id/index.php/jsat/>



Peramalan *Cryptocurrency* dengan *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* dan Risiko Kerugian dengan *Value at Risk (VaR)*

Amalia Listiani*, Dani Al Mahkya

Program Studi Sains Aktuaria, Jurusan Sains, Institut Teknologi Sumatera

*Corresponding E-mail: amalia.listiani@at.itera.ac.id

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v6i2.904

Abstract: *Blockchain* is a technology that is used for recording digital transactions that are interconnected and cannot be changed. Cryptocurrencies use *blockchain* technology, which has advantages due to a high level of security, low fees, and a high return on investment. One of the most popular cryptocurrencies and one that has a high market cap is *Bitcoin*. High volatility carries the risk of large losses. So it is necessary to analyze the risk of loss and forecast *Bitcoin*. Forecasting is carried out using the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model, which is then carried out by risk analysis using Value at Risk (VaR) using the Historical Data method. Based on the research results, ARIMA [4,1,2] was great for predicting *Bitcoin*, with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 6%. Based on the results of research with Value at Risk (VaR), investors have a maximum loss tolerance of 5.86% and there is a 5% possibility that the losses will exceed 5.85%.

Keywords: *cryptocurrency, investation, forecasting, loss, risk*

Abstrak: *Blockchain* adalah teknologi yang digunakan sebagai pencatatan transaksi digital yang saling terhubung dan tidak dapat diubah. *Cryptocurrency* menggunakan teknologi *blockchain* yang memiliki keunggulan karena tingkat keamanan yang tinggi, transaksi dengan biaya yang relatif murah dan investasi yang tinggi akan imbal hasil. Salah satu *cryptocurrency* yang paling populer dan memiliki market cap yang tinggi adalah *Bitcoin*. Tingginya volatilitas memiliki risiko akan kerugian yang besar. Sehingga perlu dilakukan analisis risiko kerugian dan peramalan terhadap *Bitcoin*. Peramalan yang dilakukan menggunakan model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, yang selanjutnya dilakukan analisis risiko dengan *Value at Risk (VaR)* dengan metode *Historical Data*. Berdasarkan hasil penelitian model ARIMA [4,1,2] baik dalam melakukan prediksi BTC dengan MAPE sebesar 6%. Berdasarkan hasil penelitian dengan *Value at Risk (VaR)* investor memiliki toleransi kerugian maksimum sebesar 5,86% dan terdapat 5% kemungkinan akan melebihi 5,85% kerugian yang akan dialami.

Kata Kunci : *cryptocurrency, investasi, peramalan, risiko, kerugian*

Pendahuluan

Blockchain merupakan teknologi digunakan dalam pencatatan transaksi dan saling terhubung dengan kode-kode unik di dalamnya yang tidak dapat diubah [2]. *Cryptocurrency* merupakan salah satu asset digital yang menggunakan teknologi *Blockchain*. Teknologi ini membuat *cryptocurrency* memiliki beberapa kelebihan yaitu tingkat keamanan yang tinggi, transaksi dengan biaya yang murah, dan investasi yang tinggi *return* [4]. Pada tahun 2009 *cryptocurrency* pertama kali diperkenalkan oleh Nakamoto dengan nama *Bitcoin*. *Bitcoin* merupakan koin digital pertama yang diperkenalkan dengan teknologi *Blockchain*. Pada tahun 2021 telah berkembang berbagai jenis aset

cryptocurrency selain *Bitcoin*, seperti Ethereum, Theather, XRP, dan lain-lain. Jumlah asset *crypto* yang beredar mencapai USD \$1.490.929.608.255 per tanggal 15 Februari 2021. Indonesia mengakui bahwa *Bitcoin* merupakan salah satu komoditas. Hal ini berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Perdagangan Berjangka Komoditi Nomor 7 tentang penetapan daftar asset kripto yang dapat diperdagangkan di pasar fisik asset kripto dan berlaku sejak 17 Desember 2020.

Bitcoin memiliki *market cap* yang paling besar di pasar fisik aset kripto. Harga *Bitcoin* ditentukan berdasarkan permintaan dan penawaran. Semakin tinggi permintaan dengan jumlah *coin* yang terbatas menyebabkan harga *Bitcoin* melambung tinggi, begitu juga sebaliknya. Hal ini



menyebabkan aset kripto memiliki volatilitas yang tinggi. Volatilitas yang tinggi ini menyebabkan risiko kerugian yang besar. Oleh karenanya perlu adanya analisis risiko kerugian dan peramalan terhadap aset kripto. Bakar, N., A dan Rosbi., S melakukan prediksi *Bitcoin exchange rate* dalam volatilitas yang tinggi dengan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) [1]. Informasi yang diperoleh dari peramalan harga tersebut menjadi penting karena dapat membantu investor dalam memprediksi harga kedepan untuk memperoleh keuntungan dan mengurangi risiko kerugian akibat keputusan investasi.

Volatilitas yang tinggi pada harga *Bitcoin* mengakibatkan perlunya penentuan seberapa besar risiko kerugian yang dapat diterima oleh investor. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah analisis risiko kerugian dengan *Value at Risk* (VaR). Kebutuhan VaR didasarkan pada volatilitas yang tinggi dalam nilai tukar, suku bunga, harga komoditas, instrumen *derivative* untuk mengelola risiko perubahan harga dan harga pasar [9]. Khairunnisa, D.E., dkk [7] melakukan analisis risiko *cryptocurrency* selama pandemic Covid-19 menggunakan pendekatan VaR, dan Hrytsiuk, P., dkk [5] melakukan optimisasi portofolio *cryptocurrency* menggunakan VaR. Mittal, R., dkk [11] melakukan peramalan harga dari *cryptocurrency* menggunakan ARIMA dan membandingkannya dengan model regresi multivariat, hasilnya menunjukkan bahwa model ARIMA memiliki performa lebih baik dalam memprediksi harga *cryptocurrency* dibandingkan dengan model regresi multivariat. Peter T. Yamak, dkk [15] Membandingkan tiga model *machine learning* yang berbeda dalam membuat perkiraan deret waktu dengan menggunakan data *Bitcoin* dan kemudian membuat prediksi yang sesuai, hasilnya menunjukkan bahwa model ARIMA memberikan hasil yang lebih baik dengan evaluasi hasil prediksi dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 2,76% daripada model regresi berbasis *deep learning*. I.M. Wirawan, T. Widyaningtyas dan M.M. Hasan [6] memprediksi *Bitcoin* tujuh hari kedepan dengan menggunakan ARIMA dengan hasil menunjukkan ARIMA (4,1,4) menghasilkan MAPE terkecil untuk satu hari kedepan yaitu 5,98% untuk tujuh hari kedepan. Pada penelitian ini akan dilakukan prediksi dengan menggunakan model ARIMA dan perhitungan analisis risiko dengan VaR. Hal ini merupakan pengembangan penelitian

sebelumnya dengan menggabungkan dua metode yang diperlukan untuk menganalisis risiko investasi. Analisis risiko dan prediksi perlu dilakukan agar investor dapat mengukur risiko kerugian yang akan terjadi di masa mendatang.

Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harga penutupan harian BTC (*Bitcoin*) [3] dengan jumlah sebesar 557 data. Data yang digunakan adalah data saat sebelum ditetapkan pandemic yaitu 3 Desember 2019 sampai dengan masa pandemic yaitu 11 Juni 2021. Penelitian ini menggunakan alat bantu R studio dalam melakukan komputasi pemodelan. Langkah-langkah yang dilakukan adalah peramalan dengan ARIMA kemudian akan di analisis risiko kerugian yang mungkin dialami oleh investor dengan menggunakan metode *Value at Risk Historical Data*.

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

ARIMA adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam melakukan peramalan jangka pendek. Metode ini dikembangkan oleh Goerge Box dan Gwilym Jenkins, oleh karenanya metode ini biasa disebut dengan metode Box-Jenkis [12]. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk melakukan peramalan dengan metode ARIMA adalah identifikasi model, estimasi parameter, uji diagnose model, selanjutnya prediksi dengan model terbaik.

Hal yang perlu dilakukan pertama adalah dengan mengidentifikasi model apakah data sudah stasioner terhadap rata-rata maupun varians. Identifikasi ini dapat dilihat dengan melakukan plot deret waktu dari data. Kestasioneran data perlu dilakukan untuk melihat kelayakan dari suatu data untuk selanjutnya dilakukan analisa deret waktu. Jika data tidak stasioner yang perlu dilakukan adalah melakukan *differencing* data. Identifikasi model dilakukan dengan melihat plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) [10].

Langkah kedua dengan melakukan estimasi parameter. Parameter-parameter pada model kemudian diestimasi dengan uji hipotesis untuk mengetahui apakah parameter signifikan atau tidak. Hipotesis H_0 menyatakan parameter tidak signifikan dan H_1 menyatakan parameter signifikan

denga Level toleransi (α) sebesar 5% dan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika $p - value$ kurang dari α [13].

Langkah selanjutnya adalah uji diagnosa model. Asumsi yang digunakan adalah galat (*error*) bersifat *White Noise* yaitu nilai rata-rata bernilai nol dan variansinya bernilai konstan. Uji diagnosa model yang digunakan adalah *Ljung-Box Test* [12]. Hipotesis nol menyatakan bahwa tidak terdapat autokorelasi pada deret galat dengan statistic uji *Chi-Square* (X^2)

$$Q = n(n + 2) \sum_{k=1}^K (n - k)^{-1} \hat{\rho}_k^2 \quad (1)$$

dengan n adalah ukuran galat yang diamati dan $\hat{\rho}_k^2$ adalah ACF galat pada lag ke- k . Setelah model terbaik terpilih, Langkah selanjutnya adalah memprediksi sepuluh Langkah kedepan. Setelah prediksi dilakukan, maka ukuran ketepatan model perlu dilakukan, untuk melihat ketepatan model digunakan *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE) pada persamaan (2)

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \frac{|\frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t}|}{n} \quad (2)$$

dengan Z_t adalah data deret waktu, \hat{Z}_t adalah data prediksi deret waktu, dan n adalah banyaknya data deret waktu.

Value at Risk (VaR)

Value at Risk (VaR) adalah ukuran risiko yang banyak digunakan untuk mengukur risiko kerugian pada aset portfolio aset keuangan tertentu. *Value at Risk* merupakan alat mengukur eksposur portofolio terhadap risiko pasar [14]. Dengan kata lain, VaR menentukan nilai dari kerugian terbesar yang mungkin dari ambang batas yang diberikan oleh level kepercayaan. Tujuan dari VaR adalah untuk mengukur risiko pasar.

Terdapat dua pendekatan dalam menghitung VaR yaitu dengan *unconditional distribution* dan *conditional distribution*. Dalam artikel ini yang digunakan adalah VaR *Historical Simulation*. *Historical Simulation* VaR adalah metode yang digunakan dalam mengukur risiko asset tunggal atau pada portofolio asset yang menggunakan teknik nonparametrik sehingga tidak memerlukan asumsi distribusi. Pendekatan dengan *Historical Simulation* diawali dengan membangun distribusi kemungkinan keuntungan dan

kerugian. Distribusi ini dibentuk dari perubahan aktual keuntungan dan kerugian pada pasar yang dialami pada N periode terakhir. Maka nilai VaR adalah persentase kerugian yang diperoleh dari kerugian pasar.

Langkah-langkah dalam menghitung VaR berdasarkan [8] adalah

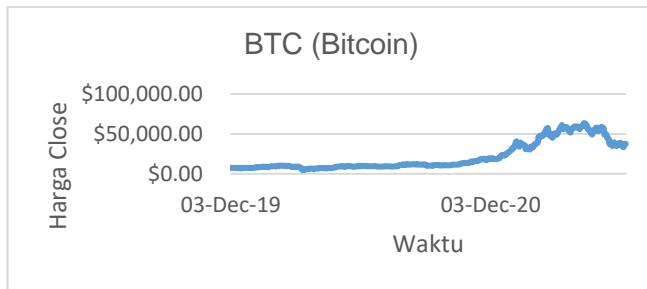
1. Perubahan harga dari *Bitcoin*

Terlebih dahulu ditentukan keuntungan dan kerugian dari harga penutupan BTC. Positif dan negatif dari *return* diperoleh dari suatu asset atau portofolio sepanjang periode t . *Return* dapat dihitung dari $r_t = \ln\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)$ dengan I_t adalah indeks waktu t . *Return* juga dapat ditentukan dengan $r_t = \ln(1 + R_t)$ dengan R_t merupakan persentase *return*. Penelitian ini menggunakan $r_t = \ln\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)$ dalam perhitungan. Nilai r_t merupakan log return harian dari BTC pada waktu t dan I_t merupakan harga penutupan harian dari BTC pada waktu t dan I_{t-1} merupakan harga penutupan dari BTC pada waktu $t - 1$. Dengan nilai positif mengidentifikasi profit, nol menandakan tidak ada profit, dan negatif mengidentifikasi nilai kerugian.

2. Mengurutkan data dari imbal hasil terburuk ke terbaik.
3. Menghitung *Historical Simulation* VaR. *Historical Simulation* menggunakan data masa lalu (n -hari). Nilai $100(1 - \alpha)\%$ VaR dihitung dengan menghitung $\alpha - quantile$ dari barisan *return* masa lalu, sehingga $VaR_{t+1}^{1-\alpha} = Q^\alpha(\{r_t\}_{t=1}^n)$. Dengan Q^α merupakan $\alpha - quantile$.
4. Tetapkan *time horizon* atau periode *holding*. Dalam hal ini periodenya adalah perhari.
5. Tetapkan level konvidensi. Biasanya level konvidensi adalah 95% dan 99%.
6. Melaporkan kerugian terburuk dengan memproses semua informasi sebelumnya

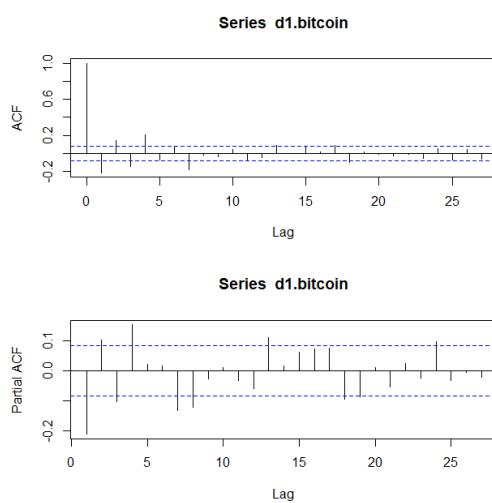
Hasil dan Pembahasan

Plot deret waktu BTC (*Bitcoin*) periode 3 Desember 2019 sampai dengan 11 Juni 2021 ditampilkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Plot Deret Waktu BTC periode 3 Desember 2019 sampai 11 Juni 2021

Harga penutupan BTC mencapai maksimum di \$63,503.46 pada 15 April 2021 dan menyentuh nilai minimum 4907.79 pada 12 Maret 2020. Terjadinya penurunan akibat adanya sentimen negatif pasar dikarenakan Presiden Bank Sentral Eropa Christine Lagarde mengumumkan adanya regulasi global untuk penggunaan *Bitcoin*. Berdasarkan **Gambar 1** dapat dilihat bahwa data harga *Bitcoin* memiliki pola *trend* naik, oleh karenanya harga *Bitcoin* tidak stasioner pada rata-rata. Lebih jauh dapat dilakukan Uji Augmented Dickey-Fuller dari data *Bitcoin*. Berdasarkan uji ADF diperoleh nilai *p-value* 0,7372 yaitu lebih dari 5%. Hal ini menunjukkan bahwa data belum stasioner. Data yang tidak stasioner diperlukan *differencing* untuk membuat data tersebut stasioner. Selanjutnya dilakukan differencing satu kali dan transformasi untuk membuat data menjadi stasioner. Diperoleh Plot ACF dan PACF pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Plot ACF dan PACF setelah di transformasi dan Differencing 1 kali

Berdasarkan Plot ACF dan PACF terdapat dugaan-dugaan awal dari model-model yang mungkin yaitu ARIMA [2,1,0], ARIMA [3,1,0], ARIMA [4,1,0], ARIMA [4,1,1], ARIMA [4,1,2], ARIMA [4,1,3].

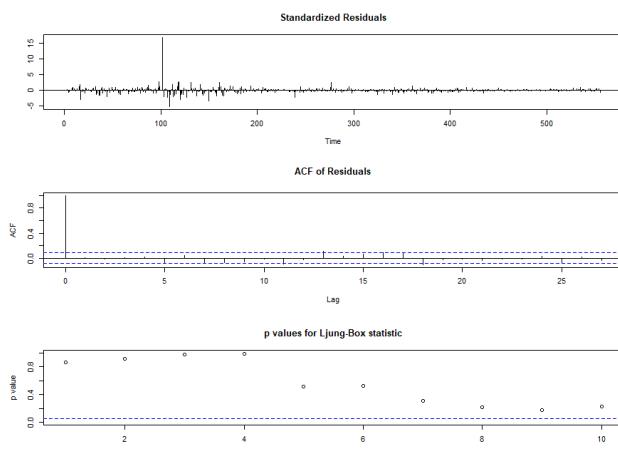
Estimasi Parameter

Setelah model-model diidentifikasi, Langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi parameter, pengujian signifikansi parameter, dan pemilihan model terbaik. Lebih lanjut pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Uji Signifikansi Parameter

Model	Signifikansi Parameter
ARIMA [2,1,0]	Parameter signifikan dalam model
ARIMA [3,1,0]	Parameter tidak signifikan dalam model
ARIMA [4,1,0]	Parameter signifikan dalam model
ARIMA [4,1,1]	Parameter tidak signifikan dalam model
ARIMA [4,1,2]	Parameter signifikan dalam model
ARIMA [4,1,3]	Parameter tidak signifikan dalam model

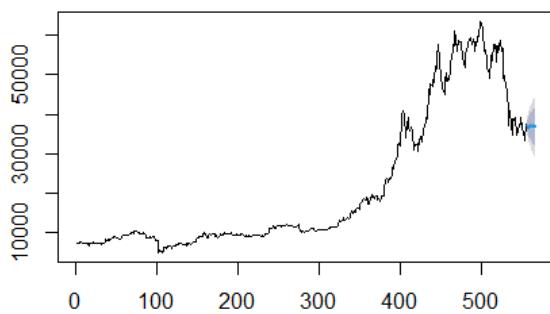
Dari ketiga model parameter yang signifikan hanya ARIMA [4,1,2] yang memenuhi uji diagnosa model, uji diagnosa model dilakukan untuk memastikan bahwa asumsi *white noise* galat terpenuhi, dapat dilihat pada **Gambar 3** bahwa nilai P-Value lebih besar dari nilai α sebesar 5% yang artinya bahwa hipotesis nol gagal ditolak.

**Gambar 3.** Uji Diagnosa Model dengan L-Jung Box

Prediksi dengan Model Terbaik

Setelah diperoleh model terbaik, selanjutnya dilakukan peramalan. Peramalan dilakukan dengan menduga harga penutupan *Bitcoin* 10 hari kedepan berdasarkan model terbaik yang diperoleh. Hasil dari peramalan dapat ditunjukkan pada **Gambar 4**.

Forecasts from ARIMA(4,1,2)

**Gambar 4.** Peramalan dengan ARIMA (4,1,2)

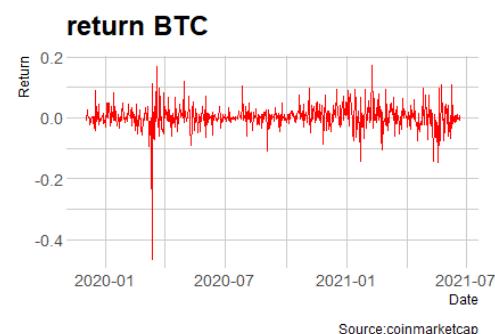
Hasil peramalan pada harga penutupan 10 hari kedepan ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Peramalan BTC

Periode	Hasil Peramalan	Aktual
12 Juni 2021	\$ 37,030.30	\$ 35,552.52
13 Juni 2021	\$ 36,581.98	\$ 39,097.86
14 Juni 2021	\$ 37,357.80	\$ 40,218.48
15 Juni 2021	\$ 37,649.99	\$ 40,406.27
16 Juni 2021	\$ 37,627.33	\$ 38,347.06
17 Juni 2021	\$ 37,226.95	\$ 38,053.50
18 Juni 2021	\$ 37,189.14	\$ 35,787.24
19 Juni 2021	\$ 37,402.28	\$ 35,615.87
20 Juni 2021	\$ 37,587.05	\$ 35,698.30
21 Juni 2021	\$ 37,494.19	\$ 31,676.69

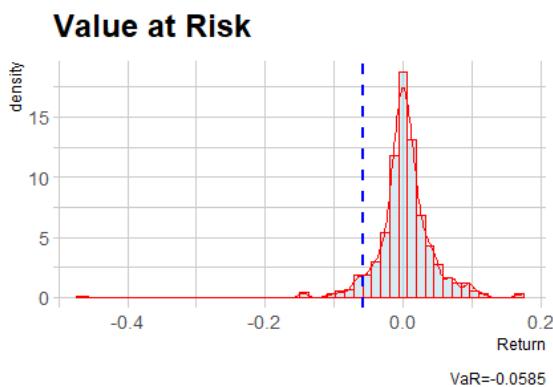
Langkah selanjutnya, untuk melihat ketepatan model digunakan *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE). Berdasarkan **Tabel 2** diperoleh nilai MAPE sebesar 6% hal ini menunjukkan bahwa model baik dalam melakukan prediksi.

Selain melakukan prediksi yang perlu diperhatikan adalah melihat sejauh mana risiko dapat ditanggung oleh individu atau perusahaan dalam berinvestasi. Oleh karenanya perlu dilakukan pengukuran risiko dengan *Value at Risk*. Terlebih dahulu ditentukan *return* dari *Bitcoin* (BTC), return BTC dapat dilihat pada **Gambar 5**.

**Gambar 5.** Return dari Bitcoin

Selanjutnya dari data dengan metode Historis dapat ditentukan *Value at Risk* dengan interval konvidensi sebesar

95%. *Value at Risk* dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. *Value at Risk* Bitcoin

Berdasarkan **Gambar 6** kerugian maksimum yang akan diderita adalah 5,85%, artinya jika seseorang berinvestasi pada *Bitcoin* sebesar 10 BTC maka orang tersebut akan mengalami kerugian maksimum sebesar 0,585 BTC dari 10 BTC yang diinvestasikan dan terdapat 5% kemungkinan akan melebihi 5,85% kerugian yang akan dialami oleh investor.

Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dalam peramalan harga *Bitcoin* (BTC) dalam 10 hari kedepan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA [4,1,2] baik dalam melakukan prediksi BTC dengan MAPE sebesar 6%. Berdasarkan hasil penelitian dengan *Value at Risk* (VaR) seorang atau perusahaan akan mengalami kerugian maksimum sebesar 5,85% jika berinvestasi di BTC dan terdapat 5% kemungkinan akan melebihi 5,85% kerugian yang akan dialami. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dalam melakukan investasi kedepannya.

Konflik Kepentingan

Tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian dan penulisan.

Daftar Pustaka

- [1] Bakar, N., A., Rosbi., S., "Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Model for Forecasting Cryptocurrency Exchange Rate in High Volatility Environment: A New Insight of *Bitcoin* Transaction", Internasional Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS), Vol. 4, Issue 11, pp. 130-137, 2017.
- [2] Bhiantara, I, B, P., "Teknologi *Blockchain* Cryptocurrency Di Era Revolusi Digital", Prociding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI) Ke-9 Bali, 08 September, 2018.
- [3] Coinmarketcap., Diakses pada Juli 2021 dari <https://coinmarketcap.com/currencies/Bitcoin/historical-data/>, 2021.
- [4] Fauzi, M., A., Paiman, N., Othman, Z., "*Bitcoin* and Cryptocurrency: Challenges, Opportunities and Future Works", Journal of Asian Finance, Economics and Business, Vol 7 No 8, Pg. 695-704, 2020.
- [5] Hrytsiuk, P., Babych, T., Bachyshyna, L., "Cryptocurrency Portfolio Optimization Using Value-At-Risk Measure" in 6th International Conference on Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019), Vol. 95, pp. 385-389, 2019.
- [6] I. M. Wirawan, T. Widyaningtyas and M.M Hasan, "Short Term Prediction on *Bitcoin* Price using ARIMA Method" in International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic), pp. 260-265, 2019.
- [7] Khairunnisa, D, E., Purwanto, B., Ermawati, W, J., "Cryptocurrency Risk Analysis During the Covid-19 Pandemic: Value at Risk (VaR) Approach", Jurnal Manajemen dan Organisasi (JMO), Vol. 13 No.1 pp. 61-73, 2022.
- [8] Likitratcharoen, D., Ranong, T, N., Chuengsukosomboon, R., Sritanee, N., Pansriwong, A., "Value at Risk Performance in Cryptocurrencies", The Journal of Risk Management and Insurance, Vol 22 No.1, 2018.
- [9] Linsmeier, T., J., Pearson, N., D., "Value at Risk" in Financial Analysts Journal, Vol 56:2, pp.47-67, 2000.
- [10] Mahky, D, A., Anggraini, D., Fitriawati, D., Siahaan., R, M.H., "Pemodelan dan Prediksi Jumlah Penumpang Pelabuhan Bakauheni selama Periode Tsunami Selat Sunda menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average" Journal of Science and Applicative Technology, Vol. 4(1), 2020, pp. 32-37.
- [11] Mittal, R., Gehi, R., Bhatia, M.P.S, "Forecasting the Price of Cryptocurrencies and Validating Using ARIMA" in Proceedings of 4th International Conference on Computers & Management (ICCM), 2018.
- [12] Salwa, N., Tatsara, N., Amalia, R., Zohra, A., "F. Peramalan Harga *Bitcoin* Menggunakan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)" Journal of Data Analysis, Vol 1(1), pp. 21-21, 2018.
- [13] Syafitri, N., Putri, A, I., Utami, D, C., Dery, D., Perkasa, S, B., Mahky, A, D., "Pemodelan Pergerakan Harga Saham Bakrie

Menggunakan Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), Indonesian Journal of Applied Mathematics, vol.1 (1), pp. 19-24, 2020.

- [14] Tamara, D., Ryabtsev, G., "Value at Risk (VAR) Application at Hypothetical Portfolios in Jakarta Islamic Index" Journal of Applied Finance and Accounting, Vol. 3(2) Pg. 153-18, 2021.
- [15] Yamak, P., T., Yujian, L., Gadosey., P., K.: "A comparison between ARIMA, LSTM, and GRU for Time Series Forecasting" in Proceedings of the 2019 2nd International Conference on Algorithms, Computing and Artificial Intelligence, Pg. 49-55, 2019.