

Analisis Potensi dan Risiko Investasi *Cryptocurrency* di Indonesia

Ezra Putranda Setiawan*

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

Abstrak. Mata uang crypto atau mata uang virtual merupakan salah satu bentuk investasi yang berkembang sejak 2010. Dewasa ini, terdapat lebih dari 2.000 jenis mata uang crypto di seluruh dunia. Riset-riset mata uang crypto di Indonesia masih terfokus pada status kebalalan dan status hukum dari investasi mata uang crypto. Penelitian deskriptif kuantitatif ini bertujuan untuk mendeskripsikan imbal hasil dan risiko investasi mata uang crypto. Analisis secara deskriptif dengan penghitungan ukuran risiko serta penggunaan model heteroskedastik GARCH (1,1) dilakukan pada data return 15 mata uang crypto yang memiliki nilai terbesar. Diperoleh informasi bahwa investasi sebagian besar mata uang crypto menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan investasi pada mata uang asing maupun pasar saham. Di sisi lain, mata uang Crypto memiliki risiko kerugian yang lebih tinggi dan sifat volatility clustering atau heteroskedastisitas. Riset lebih lanjut diperlukan untuk mengungkap sifat-sifat return mata uang Crypto dan performanya dalam bentuk portfolio.

Kata kunci: Bitcoin, mata uang virtual, rupiah, investor, pasar modal.

Abstract. Cryptocurrency or virtual currency is a kind of investment that is common since 2010. Nowadays, there are more than 2.000 cryptocurrencies around the world. Research about cryptocurrency in Indonesia still focused on the legal or religious status of its investment. This descriptive-quantitative research aim is to describe the return and the risk of cryptocurrency investment. Therefore, we use the descriptive analysis and the GARCH (1,1) model to the return data of 15 cryptocurrencies with the largest market value. Most of these cryptocurrencies can yield a higher return when compared with the return of the foreign exchange and stock market return. Despite this benefit, they exhibit higher risks and volatility clustering or heteroscedasticity. Further research should be done to reveal more properties of their return and performance in portfolio.

Keywords: Bitcoin, virtual currency, rupiah, investor, stock market.

*Corresponding author. Email: ezra.ps@uny.ac.id

Received: June 13th, 2020; Revision: June 27th, 2020; Accepted: July 27th, 2020

Print ISSN: 1412-1700; Online ISSN: 2089-7928. DOI: <http://dx.doi.org/10.12695/jmt.2020.19.2.2>

Copyright©2020. Published by Unit Research and Knowledge, School of Business and Management - Institut Teknologi Bandung (SBM-ITB)

Pendahuluan

Investasi merupakan usaha yang dilakukan seseorang maupun sekelompok orang untuk memperoleh laba dari uang yang dimilikinya. Dewasa ini dikenal berbagai bentuk investasi, yang dapat dilakukan dengan memiliki aset riil seperti tanah dan emas, surat berharga (deposito, saham, obligasi), aset-aset derivatif (opsi, *forward*, *futures*) hingga mata uang atau valuta asing (*valas*).

Pada dekade ini, muncul suatu bentuk investasi baru, yakni mata uang virtual atau *cryptocurrency*. Berbeda dengan mata uang yang banyak dikenal, mata uang virtual tidak berwujud, dan tidak diterbitkan oleh suatu negara atau bank sentral negara tertentu. Mata uang virtual yang cukup berhasil dan dikenal secara luas di seluruh dunia adalah *bitcoin*, yang muncul pada tahun 2009. Dua tahun kemudian, muncul mata uang virtual lain yakni *namecoin*. (Hileman dan Rauchs, 2017). Dewasa ini, telah dikenal berbagai jenis mata uang virtual di seluruh dunia.

Situs *coinmarketcap* (www.coinmarketcap.com) sebagai salah satu rujukan dalam studi mata uang *crypto* (Lansky, 2016), pada bulan Februari 2020 mencatat adanya lebih dari 2.000 macam mata uang *crypto* di seluruh dunia. Nilai konversi mata uang *crypto* tersebut sangatlah beragam, mulai dari sebesar USD $2,58 \times 10^{-7}$ (0.000000258) tiap satuan mata uang hingga USD 14.258,98 tiap satuan mata uang. Seperti halnya mata uang biasa, nilai mata uang ini juga berubah setiap waktu. Jumlah uang yang beredar juga dipublikasikan secara *real time* dalam berbagai situs internet. Sebagai contoh, situs *coinmarketcap* menyajikan data harga mata uang *crypto* beserta volume dan nilai totalnya setiap hari sejak 28 April 2013.

Kemunculan mata uang virtual tidak dapat dilepaskan dari mekanisme pembayaran virtual yang telah muncul pada dekade sebelumnya. Mengacu pada Nian dan Chuen (2015), gagasan mengenai mata uang virtual telah muncul pada tahun 1990, dengan adanya sistem *e-Cash* yang dikelola oleh perusahaan DigiCash.

Dalam sistem ini, setiap pembayaran disampaikan secara daring maupun luring dengan suatu protokol kriptografik tertentu. Mata uang *e-Cash* berkurang kepopulerannya pada tahun 2000-an, digantikan oleh uang elektronik yang terkait dengan emas, misalnya *e-Dinar*, *Pecunix*, dan lain-lain. Beragam isu terkait keamanan jaringan internet pada masa itu menyebabkan uang elektronik kurang diminati masyarakat.

Kebangkitan kembali mata uang *crypto* di dunia terjadi pasca krisis ekonomi 2008. Pada saat itu, *bitcoin* diperkenalkan oleh pihak tertentu yang menggunakan nama samaran Satoshi Nakamoto. *Bitcoin* dijalankan dengan suatu perangkat lunak *open source*, dapat diunduh oleh sembarang orang di seluruh dunia, dan tersebar di mana-mana dengan adanya sistem *block chain*. Di samping itu, keberadaan *bitcoin* tidaklah bergantung pada suatu lembaga atau perusahaan tertentu. Hal-hal inilah yang menyebabkan *bitcoin* dan mata uang *crypto* lainnya kembali memperoleh minat dan kepercayaan dari masyarakat. Dalam perkembangannya, sejumlah penelitian bahkan menyoroti potensi *bitcoin* sebagai mata uang virtual dengan masa depan cerah (Plassaras, 2013; Folkinshteyn *et al.*, 2015, Carrick, 2016).

Pada tahun 2019, beberapa media massa memberitakan terjadinya tindak pidana investasi pada mata uang *crypto* (Marjaya, 2019; Pahlevi, 2019). Untuk mencegah tindak pidana terutama penipuan investasi, diperlukan adanya peningkatan literasi masyarakat terkait potensi dan risiko dari investasi dalam bentuk mata uang *crypto*. (Gideon, 2019). Hingga saat ini, di Indonesia belum dijumpai riset yang mengkaji potensi serta risiko investasi mata uang *crypto*. Sejumlah riset di Indonesia berfokus pada status hukum investasi *cryptocurrency*, misalnya Ausop dan Aulia (2018), Yohandi *et al.* (2017), Nurhisam (2017), serta Rinaldi dan Huda (2016). Dijumpai pula sejumlah riset terkait prediksi harga *bitcoin* dengan berbagai metode, yakni metode ARIMA (Salwa *et al.*, 2018), metode *double exponential smoothing* (Darnila dan Fikry, 2019), jaringan saraf tiruan (Aldi *et al.*, 2018; Sovia *et al.*, 2018), hingga algoritma pembelajaran mesin (Faizal *et al.*, 2019).

Adapun perbandingan hasil investasi *bitcoin*, saham, dan emas di Indonesia dilakukan oleh Mahessara dan Kartawinata (2018). Riset tersebut belum mengakomodasi adanya berbagai mata uang *crypto* yang beredar di pasaran dunia saat ini. Di sisi lain, cukup banyak riset di luar Indonesia yang telah membahas kinerja investasi mata uang *crypto*. Sebagai contoh, Baek & Elbeck (2015) menyatakan bahwa pasar *bitcoin* sebagai mata uang *crypto* bersifat sangat spekulatif. ElBahrawi *et al.* (2017) menganalisis perubahan harga 1.497 macam mata uang *crypto* yang dipasarkan pada jangka waktu 2013-2017 terhadap mata uang USD. Lansky (2016) menganalisis perkembangan 1.278 mata uang *crypto* di seluruh dunia, dan menyatakan bahwa tidak semua mata uang *crypto* dapat bertahan lama di pasaran. Shahzad *et al.* (2019) menyatakan bahwa emas, *bitcoin*, dan saham merupakan bentuk investasi yang *weak-safe* pada kondisi masing-masing.

Uraian di atas menunjukkan bahwa penelitian terkait investasi mata uang *crypto* belum banyak dilakukan di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperdalam informasi dan membandingkan kinerja berbagai macam mata uang *crypto* yang beredar di dunia. Dikaji pula perbandingan investasi mata uang *crypto* dengan investasi di pasar modal maupun pasar valuta asing di Indonesia. Penelitian ini diharapkan menjadi dasar bagi riset-riset mendatang terkait manajemen risiko investasi pada mata uang *crypto*.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif, yakni penyajian diagram serta hasil perhitungan berbagai statistik yang relevan guna menjelaskan potensi serta risiko investasi mata uang *crypto*. Untuk memperoleh gambaran dari sejumlah mata uang *crypto*, dalam penelitian ini digunakan 15 mata uang *crypto* yang memiliki kapitalisasi besar hingga akhir tahun 2019. Mata uang tersebut juga harus sudah ada pada tahun 2018, sehingga tersedia data harga mata uang selama lebih dari satu tahun.

Bahan kajian dalam penelitian ini berupa data harian kurs mata uang *crypto* terhadap rupiah diperoleh secara daring dari situs <http://www.investing.com> serta <http://www.coingecko.com>. Kedua situs ini menyediakan data historis harga sejumlah mata uang *crypto* dalam rupiah, dapat diunduh secara gratis, dan telah dipergunakan pada beberapa penelitian sejenis (Lansky, 2016; Chuen *et al.*, 2018). Situs lain umumnya hanya menyediakan data kurs mata uang *crypto* terhadap USD atau mata uang lainnya. Periode pengamatan dibatasi selama dua tahun terakhir, yakni mulai 1 Januari 2018 hingga 31 Desember 2019. Adapun data terkait pasar modal Indonesia diperoleh dari situs *Google Finance* (<http://www.google.com/finance>) sedangkan data kurs valuta asing terhadap rupiah diperoleh dari situs resmi Bank Indonesia (<http://bi.go.id>).

Analisis data pada penelitian ini terdiri dari dua bagian utama. Bagian pertama merupakan analisis deskriptif terkait harga, *return* harian, maupun risiko pada investasi mata uang *crypto* dan perbandingannya dengan investasi pasar modal dan valuta asing di Indonesia. Dalam bagian ini digunakan sejumlah ukuran risiko investasi, di antaranya simpangan baku, *Value at Risk*, dan *Conditional Value at Risk* (CVaR) atau *Expected Tail Loss* (ETL).

Jorion (2001) mendefinisikan *Value at Risk* (VaR) pada suatu tingkat kepercayaan $0 < \alpha < 1$ tertentu sebagai nilai terkecil / sedemikian rupa sehingga probabilitas terjadinya kerugian yang lebih besar dari / adalah $1 - \alpha$. Adapun *Expected Tail Loss* (ETL), atau *Conditional Value at Risk* (CVaR) dapat didefinisikan sebagai rata-rata VaR pada interval $(1 - \alpha, 1)$, atau rata-rata dari $(1 - \alpha)$ bagian kerugian terbesar (Artzner *et al.*, 1999). Baik VaR maupun CVaR merupakan ukuran risiko kerugian (*down side measures*) yang lazim digunakan untuk mengukur potensi kerugian investasi. Penggunaan ukuran ini dalam analisis mata uang *crypto* sejalan dengan penelitian Feng *et al.* (2018) maupun Borri (2019).

Mengacu pada penelitian Sahoo (2017) serta Chu *et al.* (2017), terdapat fenomena *volatility clustering* pada data *return* beberapa mata uang *crypto*. Oleh karena itu, dalam penelitian ini juga akan diestimasi model heteroskedastik yakni *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH) orde (1,1). Gron-wald (2014) menyatakan pola GARCH yang dijumpai pada *return* mata uang virtual menandakan adanya perubahan harga ekstrem dan pasar yang bersifat *immature*. Mengikuti Chu *et al.* (2017), misal X_t menyatakan barisan data *return* suatu mata uang *crypto* dengan rata-rata bersyarat μ_t dan volatilitas σ_t , model GARCH(1,1) dapat ditulis sebagai:

$$X_t = \mu_t + \sigma_t Z_t \quad (1)$$

dan

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1(Z_{t-1}^2) + \beta_1(\sigma_{t-1}^2) \quad (2)$$

Estimasi parameter (α_1, β_1) dan pengujian signifikansi model di atas dilakukan dengan pustaka *rugarch* pada R 3.5.0. Bagian kedua terkait potensi investasi mata uang *crypto* didasarkan pada nilai sejumlah rasio terkait performa investasi, di antaranya rasio Sharpe dan rasio Sortino (Reilly dan Brown, 2012). Menggunakan kedua nilai rasio tersebut, aset dengan rasio yang lebih tinggi menunjukkan performa investasi yang lebih unggul (lebih menguntungkan) pada tingkat risiko yang sama.

Hasil dan Pembahasan

Dalam bagian ini mula-mula dipaparkan prinsip mata uang *crypto* serta perbedaan antar mata uang *crypto* yang ada di pasaran. Selanjutnya dari data perubahan harga mata uang *crypto* akan dipaparkan potensi keuntungan maupun risiko dari investasi dalam mata uang *crypto*.

Cara kerja mata uang Crypto

Zimmermann (2019) menyatakan bahwa mata uang *crypto* merupakan aset atau harta digital tanpa wujud fisik. Keepemilikan aset ini diatur dalam suatu pencatatan tak terpusat (terdesentralisasi) yang dinamakan *blockchain*.

Pengelolaan *blockchain* melibatkan jaringan komputer global yang dinamakan *miners*. Pencatatan ini bersifat terbuka, sehingga setiap orang di seluruh dunia yang memiliki komputer terhubung internet dapat mengunduh perangkat lunak yang diperlukan, menjadi *miner*, dan bergabung dalam jaringan *block chain* tersebut.

Pemilik atau pemegang mata uang *crypto* menyimpan mata uang tersebut dalam suatu perangkat lunak yang disebut *wallet* (dompet). Suatu kunci (*private key*) rahasia yang diketahui oleh pengguna *wallet* diperlukan untuk menggunakan isi *wallet* tersebut. Tanpa kunci tersebut, transaksi mata uang *crypto* selalu ditolak oleh sistem *miners*.

Untuk memperoleh sejumlah mata uang *crypto*, seseorang harus melakukan penambangan (*mining*), yaitu proses menyelesaikan suatu permasalahan matematis dengan bantuan komputer. Tingkat kesulitan permasalahan dapat bervariasi, sehingga untuk mata uang *crypto* tertentu penambangan harus dilakukan dengan komputer berkecepatan tinggi. Demikian pula terdapat variasi algoritma dan beragam perangkat lunak untuk berbagai mata uang tersebut (Danial, 2019).

Dibandingkan uang “biasa”, mata uang *crypto* memiliki sejumlah keunggulan. Beberapa keunggulan tersebut antara lain nilai yang tidak dipengaruhi oleh kebijakan pemerintah, berkurangnya biaya perantara pada transaksi keuangan, meniadakan risiko penyitaan oleh negara, serta tidak memerlukan bank tertentu sebagai penyelenggara atau pengelola mata uang *crypto*. Alasan-alasan tersebut menyebabkan sejumlah orang menilai mata uang *crypto* merupakan alat tukar alternatif yang potensial. Di sisi lain, tidak semua orang mampu melakukan proses penambangan mata uang *crypto* tersebut, mengingat diperlukan komputer dengan kecepatan tinggi dan algoritma komputasi yang rumit.

Oleh karena itulah, muncul perdagangan mata uang *crypto*, sehingga terdapat kurs antar mata uang *crypto* maupun kurs atau harga mata uang *crypto* bila dinilai dengan mata uang biasa. Sudah tentu harga ini dipengaruhi oleh permintaan dan penawaran mata uang tersebut. Timbulnya berbagai mata uang *crypto* umumnya terjadi melalui proses percabangan (*forks*).

Sebagai produk dari suatu program komputer, masing-masing mata uang *crypto* memiliki aturan dalam ukuran *blocks*, hasil yang diperoleh dari *mining*, dan sebagainya. Ketidakpuasan terhadap aturan pada suatu mata uang *crypto* mendorong pembentukan cabang menjadi mata uang *crypto* lainnya (Danial, 2019). Oleh karena itulah, beberapa mata uang *crypto* memiliki nama yang mirip, misalnya *bitcoin* (BTC) dan *bitcoin cash* (BCH).

Tabel 1.

Rentang dan Rata-Rata Harga Berbagai Jenis Cryptocurrency dalam Rupiah pada periode 2018-2019

No.	Nama <i>Cryptocurrency</i>	Harga 2018		Harga 2019	
		Rerata (Rp)	Min (Rp)	Max(Rp)	Rerata (Rp)
1	Bitcoin (BTC)	106.768.612	47.400.064	184.133.171	104.093.879
2	Ethereum (ETH)	6.789.589	1.474.000	4.985.000	2.591.460
3	XRP	9.417	2.583	6.892	4.416
4	Tether (USDT)	14.235	13.874	14.578	14.150
5	Bitcoin Cash (BCH)	12.128.670	1.546.346	6.863.876	3.686.396
6	Ethereum Classic	230.831	48.467	136.283	78.457
7	Litecoin (LTC)	1.474.431	418.659	2.003.160	982.686
8	EOS	111.218	30.725	123.026	56.725
9	Binance Coin (BNB)	157.946	76.926	549.693	283.155
10	Tezos (XTZ)	19.166	5.070	26.613	14.208
11	DASH	4.721.803	552.126	2.514.739	1.360.268
12	Stellar (XLM)	3.999	610	2.066	1.242
13	Chainlink (LINK)	5.804	4.276	53.578	21.593
14	Cardano (ADA)	2.926	444	1.386	784
15	Tron (TRX)	581	174	550	318

Sumber: www.coingecko.com

Karakteristik Mata Uang Crypto

Tabel 1 menunjukkan sebaran harga 15 mata uang *Crypto* dengan kapitalisasi relatif besar bila dibandingkan dengan sekitar 2000 mata uang *crypto* di seluruh dunia. Terlihat bahwa harga mata uang *crypto* sangatlah beragam. *Bitcoin* memiliki harga tertinggi dibandingkan mata uang *crypto* lainnya. Selain *bitcoin*, uang *crypto* dengan harga jutaan meliputi Ethereum, DASH, Bitcoin Cash, serta Litecoin. Pada kelompok bawah, terdapat mata uang *crypto* yang harganya kurang dari Rp 10.000,00, misalnya Cardano, Stellar, Tron, dan XRP.

Ragam fluktuasi harga mata uang *crypto* dapat terlihat jelas pada tabel 1. Pada mata uang *chainlink* (LINK), misalnya, terlihat jelas bahwa harga terendah mata uang *crypto* dapat mencapai 20% dari nilai rata-ratanya, sedangkan harga tertingginya mencapai 200%-250% dari rata-ratanya. Sebaliknya, Tether (USDT) pada tahun 2019 merupakan mata uang *crypto* dengan fluktuasi harga relatif kecil. Selisih harga terendah dan harga tertinggi dengan nilai rata-ratanya berturut-turut sebesar 2% dan 3%.

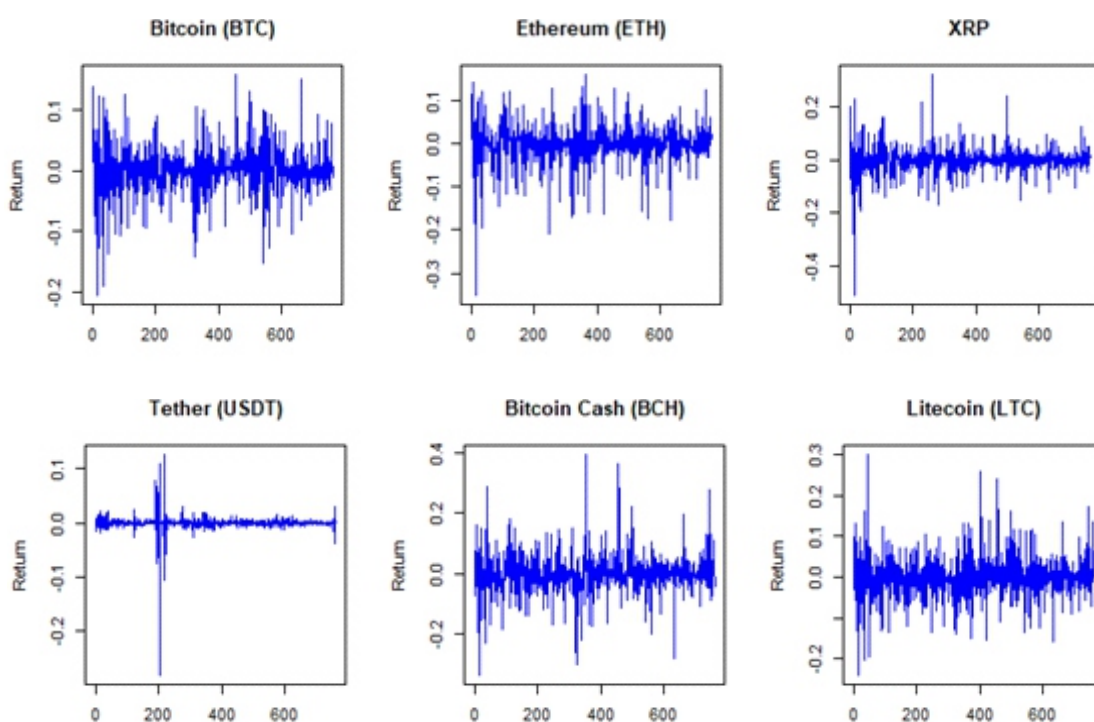
Ditinjau dari rata-rata harga pada tahun 2018 dan 2019, penurunan harga terbesar dijumpai pada *Chainlink* (LINK), sedangkan penurunan terkecil dijumpai pada *Tether* (USDT). Sebaliknya, kenaikan harga terbesar dijumpai pada mata uang *Binance Coin* (BNB), yakni sebesar 79%. Menarik pula dicermati bahwa rata-rata harga tahun 2018 tidak selalu tercakup pada rentang harga tahun 2019, seperti terlihat pada mata uang *ethereum* (ETH), *XTC*, *bitcoin cash* (BCH), *ethereum classic*, dan sebagainya. Hal ini mengindikasikan bahwa mata uang tersebut mengalami penurunan harga.

Perbedaan rerata harga maupun fluktuasi harga mata uang *crypto* berimplikasi pada perbedaan risiko maupun potensi laba/keuntungan investasi pada masing-masing mata uang tersebut. Kedua hal ini akan diperdalam pada sub bagian berikut.

Risiko Investasi Mata Uang Crypto

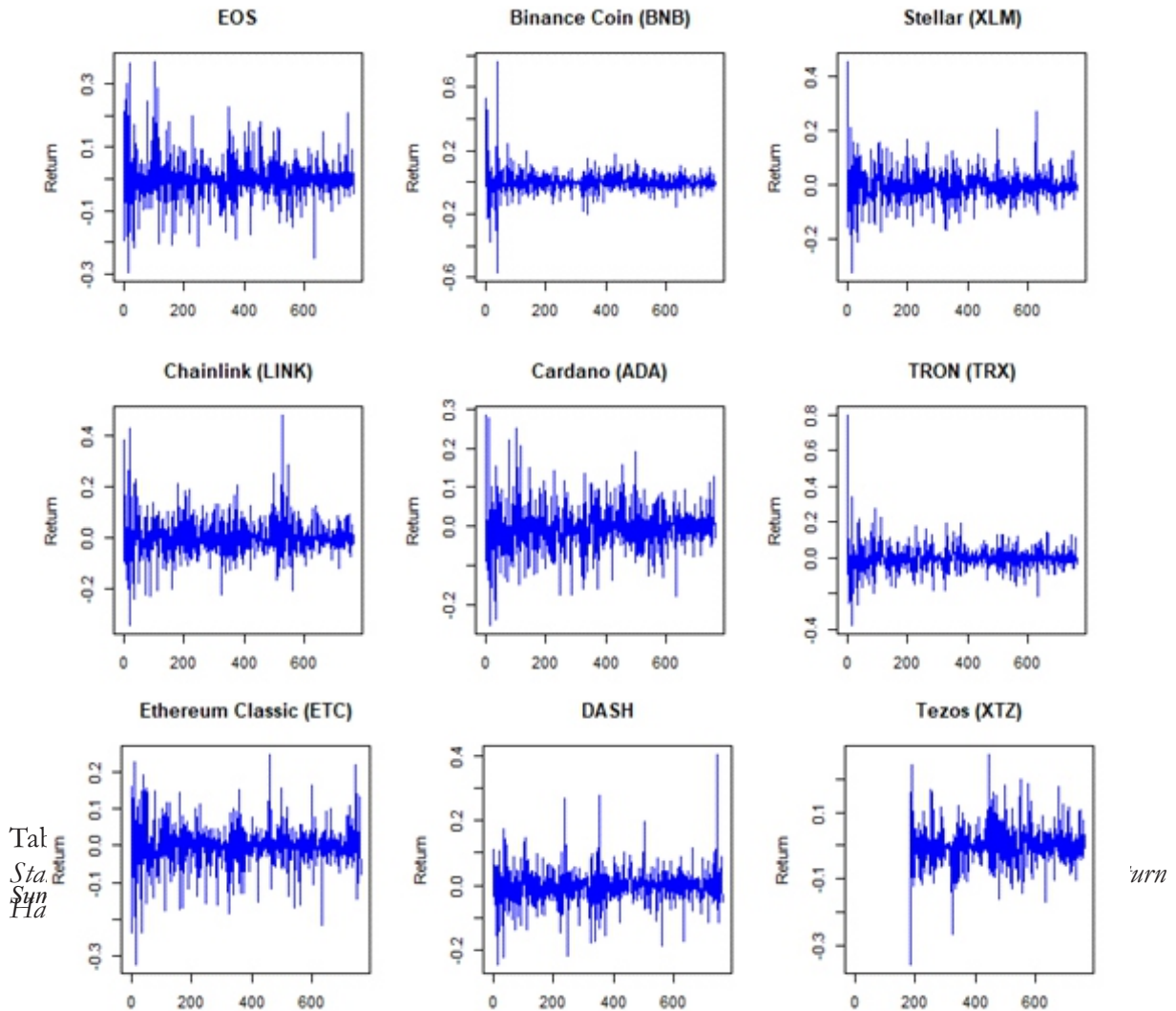
Pembahasan mengenai risiko investasi pada mata uang *crypto* difokuskan pada risiko terkait perubahan harga, yang dapat dimodelkan berdasar data harga mata uang *crypto*. Adapun risiko-risiko lain yang berkaitan dengan aspek legal dan sebagainya dapat dilihat pada sejumlah literatur, misalnya Rinaldi dan Huda (2016) serta Yohandi *et al.* (2017).

Dari kedua artikel tersebut, secara ringkas dapat dinyatakan bahwa mata uang *crypto* dinyatakan legal sebagai komoditas yang dapat diperdagangkan di Indonesia, namun bukan sebagai alat tukar layaknya mata uang asing (*foreign currencies*). Sebagai komoditas, mata uang *crypto* bukanlah alat pembayaran, sehingga bank atau lembaga keuangan lainnya tidak harus melayani penukaran atau jual-beli mata uang *crypto* layaknya mata uang asing. Risiko investasi pada mata uang *crypto* sepenuhnya menjadi tanggung jawab investor.



Gambar 1.

Grafik *Return* harian 15 Mata Uang *Crypto*, tanggal 1 Januari 2018 s.d. 31 Desember 2019 (kecuali *Tezos*, mulai Juli 2018). (sumber: olahan penulis).



Gambar 1. (Sambungan)

Grafik *Return* harian 15 Mata Uang *Crypto*, tanggal 1 Januari 2018 s.d. 31 Desember 2019 (kecuali Tezos, mulai Juli 2018). (sumber: olahan penulis).

Berdasarkan gambar 1, terlihat bahwa investasi pada mata uang *crypto* memberikan hasil (*return*) harian yang beragam. Pada mata uang TRX, terlihat bahwa nilai *return* pernah mencapai 80%, sedangkan *return* pada mata uang XRP dan Litecoin (LTC) tidak pernah lebih dari 30%. *Return* negatif atau kerugian (*loss*) harian lebih dari 40% pernah terjadi pada mata uang XRP dan Binance Coin (BNB), sedangkan kerugian investasi pada mata uang lainnya tidak pernah melebihi nilai tersebut. Terlihat pula bahwa pada awal tahun 2018 terjadi fluktuasi yang cu-kup tajam pada *return* sebagian besar mata uang *crypto*.

Tabel 2 menunjukkan besarnya risiko investasi pada masing-masing mata uang *crypto*. Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai simpangan baku atau standar deviasi (SD) *return* aset tidak jauh berbeda, baik pada tahun 2018 maupun 2019. Akan tetapi, bila ditinjau dengan ukuran risiko lain seperti VaR dan ETL, terdapat risiko yang beragam pada mata uang *crypto* tersebut. Tampak jelas bahwa risiko mata uang USDT jauh lebih rendah dibandingkan mata uang lain yang diamati dalam penelitian ini.

Tabel 2.

Statistik Simpangan Baku (SD), Value-at-Risk (VaR), dan Expected Tail Loss (ETL) berdasar Data Return Harian Sejumlah Mata Uang Crypto pada Tahun 2018-2019.

No.	Nama <i>Cryptocurrency</i>	2018			2019		
		SD	VaR _{0,95}	ETL _{0,95}	SD	VaR _{0,95}	ETL _{0,95}
1	Bitcoin (BTC)	4,348	7,776	11,397	3,546	4,552	8,128
2	Ethereum (ETH)	5,435	9,113	14,257	3,888	6,557	10,305
3	XRP	6,601	10,524	15,102	3,422	5,336	8,165
4	Tether (USDT)	2,313	1,297	4,857	0,412	0,650	0,933
5	Bitcoin Cash (BCH)	7,337	12,181	18,019	5,310	6,720	12,081
6	Ethereum Classic	6,646	11,719	16,732	4,398	6,684	10,851
7	Litecoin (LTC)	5,586	8,643	13,055	4,875	7,254	10,534
8	EOS	7,996	11,554	17,785	5,091	8,041	12,431
9	Binance Coin (BNB)	8,758	10,972	18,573	4,406	6,172	9,203
10	Tezos (XTZ)	6,941	11,173	17,359	5,622	8,059	10,687
11	DASH	6,014	10,303	14,496	4,020	5,742	9,794
12	Stellar (XLM)	6,982	11,821	15,760	4,211	6,677	8,991
13	Chainlink (LINK)	8,205	12,328	18,262	6,514	7,847	11,325
14	Cardano (ADA)	6,938	11,905	15,548	4,620	7,470	10,351
15	Tron (TRX)	9,277	14,308	19,364	4,892	8,208	11,402

Sumber: Diolah dari www.coingecko.com

Adakah hubungan antara tingkat risiko dengan harga mata uang *crypto*? Dengan membandingkan tabel 1 dan tabel 2, dapat dilihat bahwa besarnya risiko *return* tidak dipengaruhi oleh rerata harga masing-masing mata uang *crypto*. Sebagai contoh, Ethereum Classic dan Stellar pada tahun 2018 memiliki risiko yang mirip, walaupun rerata harga Stellar hanyalah sekitar 2% dari rerata harga Ethereum Classic.

Hal ini juga teramati pada mata uang *crypto* lainnya. Komparasi nilai ukuran risiko SD, VaR_{0,95}, dan ETL_{0,95} pada tabel 2 dan tabel 3 menunjukkan bahwa risiko investasi pada mata uang *crypto* cenderung lebih besar dibandingkan risiko investasi pada pasar modal dalam bentuk pembelian saham pada tahun 2018-2019. Dari 15 mata uang *crypto* yang dikaji dalam riset ini, sepiantas terlihat bahwa hanya mata uang Tether (USDT) yang memiliki ukuran risiko tidak berbeda jauh dengan risiko investasi pada pasar saham di Indonesia.

Berlainan dengan prosedur pada riset Mahessara dan Kartawinata (2018), dalam penelitian ini tidak dilaku-kan uji beda *t-test* karena data *return* berupa deret waktu (*time series*), sehingga asumsi independensi antar sampel tidak dipenuhi. Di samping itu, dalam peneliti-an ini digunakan data *return* harian alih-alih data *return* tahunan (Mahessara dan Kartawinata, 2018). Penggunaan data *return* harian menunjukkan bahwa risiko investasi pada mata uang *crypto* cenderung lebih tinggi dibandingkan investasi pada pasar modal.

Lebih lanjut, dari tabel 4 terlihat pula bahwa risiko investasi pada sebagian besar mata uang *crypto* lebih tinggi dibandingkan risiko pada investasi pada beberapa mata uang asing yakni Dollar Australia (AUD), Dollar AS (USD), Yen (JPY), Poundsterling (GBP), maupun Euro (EUR). Hal ini mengindikasikan bahwa investasi mata uang *crypto* tidak dapat disamakan dengan investasi pada mata uang asing.

Tabel 3.

Statistik Ukuran Risiko Simpangan Baku (SD), Value-at-Risk (VaR), dan Expected Tail Loss (ETL) Return Harian Berbagai Indeks Saham di Pasar Modal Indonesia

No.	Nama Indeks	2018			2019		
		SD	VaR _{0,95}	ETL _{0,95}	SD	VaR _{0,95}	ETL _{0,95}
1	IHSG	1,016	1,834	2,399	0,712	1,168	1,483
2	LQ-45	1,318	2,286	3,036	0,946	1,558	1,889
3	JII-30	1,297	2,298	2,983	1,006	1,760	2,123
4	Sektoral pertanian	1,226	1,811	2,240	1,047	1,431	1,902
5	Sektoral konsumsi	1,366	2,375	3,040	1,010	1,588	2,364
6	Sektoral keuangan	1,267	2,030	3,053	0,823	1,333	1,700
7	Sektoral infrastruktur	1,411	2,450	3,216	1,110	1,660	2,337
8	Sektoral manufaktur	1,208	2,048	2,685	0,907	1,599	2,061
9	Sektoral tambang	1,383	2,479	3,349	1,103	1,732	2,224
10	Sektoral property	1,117	1,847	2,639	1,001	1,555	1,858
11	Sektoral perdagangan & jasa	0,797	1,459	2,016	0,581	0,987	1,266
12	Sektoral industri dasar	1,490	2,448	3,320	1,273	1,995	2,480
13	Sektoral aneka industri	1,628	2,471	3,276	1,365	2,052	2,895

Sumber: diolah dari www.yahoo.com/finance

Tabel 4.

Risiko Investasi di Pasar Valuta Asing Indonesia

No.	Nama Valuta Asing	2018			2019		
		SD	VaR _{0,95}	ETL _{0,95}	SD	VaR _{0,95}	ETL _{0,95}
1	US Dollar (USD)	0,377	0,578	0,789	0,329	0,523	0,832
2	Euro (EUR)	0,430	0,725	0,914	0,366	0,548	0,778
3	Poundsterling (GBP)	0,512	0,751	1,080	0,514	0,716	1,007
4	Yen (JPY)	0,546	0,806	1,025	0,489	0,718	1,039
5	Australian Dollar (AUD)	0,448	0,778	1,097	0,374	0,490	0,752

Sumber: Diolah dari data <http://bi.go.id>

Perbedaan besar antara nilai simpangan baku *return* tahun 2018 dan 2019 sebagaimana terlihat pada tabel 2 memunculkan dugaan adanya fenomena *volatility clustering*, yakni variasi pada nilai-nilai variansi bersyarat sebagai fungsi waktu. Berdasarkan tabel 5, terlihat bahwa *return* sebagian besar mata uang *crypto* menunjukkan fenomena tersebut. Dengan kata lain, volatilitas *return* mata uang *crypto* saat ini dapat diprediksi dari volatilitas *return* periode sebelumnya. Hal ini ditandai oleh nilai *p-value* yang sangat kecil pada kedua parameter model GARCH.

Hasil tersebut sejalan dengan temuan Sahoo (2017), di mana nilai $(\alpha + \beta)$ yang mendekati 1 menunjukkan adanya *high persistence* pada volatilitas. Tingginya volatilitas *return* harus diperhatikan oleh investor karena berimplikasi pada variasi *return* yang cukup besar pada waktu-waktu tertentu. Riset lebih lanjut dapat dilakukan menurut Dyhrberg (2016), yakni mengidentifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi volatilitas harga mata uang *crypto* serta menggunakan model heteroskedastik yang lebih kompleks.

Tabel 5.

Pengujian Efek GARCH(1,1) pada Data Return Mata Uang Crypto. ditampilkan Nilai Dugaan Parameter α dan β sesuai Persamaan (2) beserta Nilai P-Value Uji Signifikansinya.

No.	Nama <i>Cryptocurrency</i>	Data 2018		Data 2019	
					β
1	Bitcoin (BTC)	0,060 (0,001)	0,888 (0,000)	0,174 (0,006)	0,558 (0,000)
2	Ethereum (ETH)	0,059 (0,008)	0,887 (0,000)	0,000 (1,000)	0,999 (0,000)
3	XRP	0,118 (0,002)	0,842 (0,000)	0,000 (1,000)	0,999 (0,000)
4	Tether (USDT)	0,547 (0,000)	0,452 (0,000)	0,570 (0,000)	0,012 (0,213)
5	Bitcoin Cash (BCH)	0,063 (0,072)	0,899 (0,000)	0,000 (0,999)	0,999 (0,000)
6	Ethereum Classic	0,075 (0,025)	0,882 (0,000)	0,000 (1,000)	0,999 (0,000)
7	Litecoin (LTC)	0,053 (0,016)	0,922 (0,000)	0,000 (0,999)	0,999 (0,000)
8	EOS	0,047 (0,005)	0,934 (0,000)	0,000 (1,000)	0,999 (0,000)
9	Binance Coin (BNB)	0,092 (0,002)	0,888 (0,000)	0,004 (0,000)	0,995 (0,000)
10	Tezos (XTZ)	0,106 (0,021)	0,717 (0,000)	0,081 (0,032)	0,855 (0,000)
11	DASH	0,088 (0,001)	0,882 (0,000)	0,432 (0,000)	0,459 (0,000)
12	Stellar (XLM)	0,062 (0,054)	0,894 (0,000)	0,000 (0,999)	0,999 (0,000)
13	Chainlink (LINK)	0,038 (0,007)	0,939 (0,000)	0,083 (0,000)	0,903 (0,000)
14	Cardano (ADA)	0,026 (0,078)	0,958 (0,000)	0,015 (0,002)	0,969 (0,000)
15	Tron (TRX)	0,152 (0,001)	0,770 (0,000)	0,168 (0,003)	0,628 (0,000)

Sumber: Olahan penulis

Di samping volatilitas yang tinggi, analisis menunjukkan bahwa nilai korelasi *return* antar mata uang *crypto* tidak selalu sama. Sebagaimana ditunjukkan pada *correlogram* dalam gambar 2, beberapa mata uang *crypto* memiliki korelasi positif yang relatif tinggi (> 0,8) misalnya antara Bitcoin (BTC) dengan Litecoin (LTC) serta DASH. Sebaliknya, sejumlah mata uang *crypto* lainnya dapat

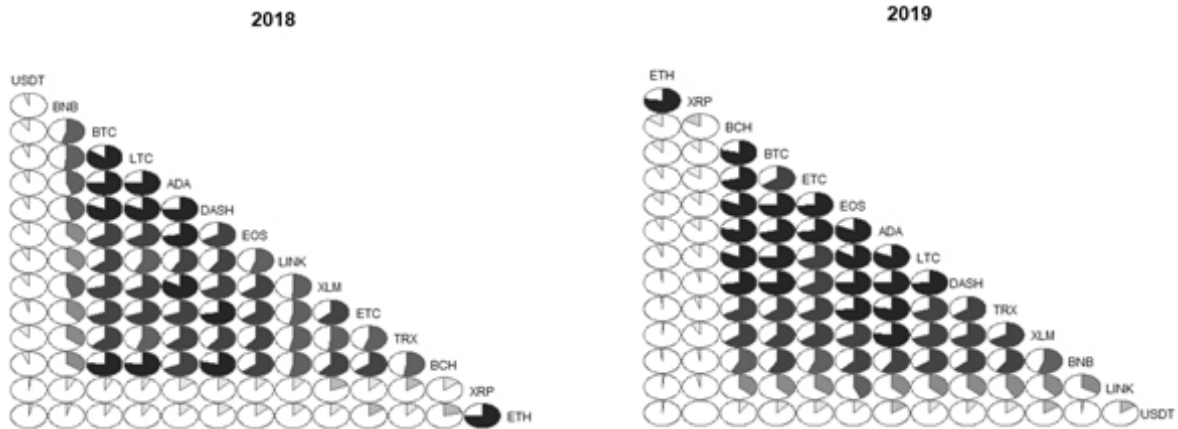
memiliki korelasi yang dekat dengan nol, misalnya USDT dan XRP. Rendahnya korelasi *return* pada mata uang *crypto* tertentu cenderung bersifat konsisten selama dua tahun. Riset lebih lanjut dapat dilakukan guna memperdalam pola hubungan antar mata uang *crypto*, lebih-lebih pada mata uang *crypto* yang berasal dari satu *fork* yang sama dan/atau memiliki algoritma kerja yang hampir sama.

Tabel 6.

Perbandingan Performa Investasi Mata Uang Crypto dan Aset-Aset lainnya Berdasarkan Nilai Return Harian.

No.	Bentuk Investasi	2018			2019		
		Rerata return	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Rerata return	Sharpe Ratio	Sortino Ratio
Mata uang <i>Crypto</i>							
1	Bitcoin (BTC)	-0,349	-8,223	-10,947	0,171	4,591	6,721
2	Ethereum (ETH)	-0,481	-9,004	-11,951	-0,04	-1,249	-1,688
3	XRP	-0,499	-7,679	-10,844	-0,195	-5,944	-8,834
4	Tether (USDT)	0,016	0,348	0,441	-0,012	-5,000	-7,204
5	Bitcoin Cash (BCH)	-0,747	-10,296	-14,716	0,076	1,265	1,874
6	Ethereum Classic	-0,477	-7,299	-9,939	-0,037	-1,042	-1,452
7	Litecoin (LTC)	-0,542	-9,855	-14,018	0,08	1,461	2,202
8	EOS	-0,287	-3,692	-5,579	-0,003	-0,220	-0,310
9	Binance Coin (BNB)	-0,084	-1,058	-1,650	0,210	4,588	6,764
10	Tezos (XTZ)	-0,010	-1,057	-1,468	0,289	5,000	7,766
11	DASH	-0,696	-11,718	16,55	-0,184	-4,774	-6,697
12	Stellar (XLM)	-0,394	-5,759	-8,384	-0,255	-6,253	-9,614
13	Chainlink (LINK)	-0,238	-3,000	-4,391	0,483	7,283	11,994
14	Cardano (ADA)	-0,782	-11,389	-16,532	-0,063	-1,549	-2,218
15	Tron (TRX)	-0,262	-2,914	-4,654	-0,105	-2,315	-3,285
Saham							
1	IHSG	-0.006	-2.252	-3.018	0.009	-1.024	-1.422
2	LQ-45	-0.028	-3.425	-4.689	0.017	0.015	0.022
3	JII-30	-0.033	-3.853	-5.239	0.013	-0.379	-0.534
Valuta Asing							
1	US Dollar (USD)	0,027	2,844	4,044	-0,017	-10,086	-13,115
2	Euro (EUR)	0,004	-2,875	-3,966	-0,022	-10,471	-15,197
3	Poundsterling (GBP)	-0,003	-3,815	-5,230	0,002	-2,904	-4,367
4	Yen (JPY)	0,047	5,623	8,239	-0,021	-7,737	-11,294
5	Australian Dollar (AUD)	-0,022	-8,660	-11,686	0,012	-7,759	-11,386

Sumber: Olahan penulis



Gambar 2.

Correlogram struktur korelasi *return* mata uang *crypto*. Area gelap yang lebih luas pada *pie* menunjukkan korelasi yang lebih tinggi. Warna putih di sebelah kiri menandakan korelasi positif, sedangkan warna putih di sebelah kanan menandakan korelasi negatif.

(sumber: olahan penulis)

Potensi Investasi Mata Uang *Crypto*

Pada bagian ini ditinjau potensi keuntungan yang diperoleh dari investasi tersebut. Terdapat dua ukuran kinerja investasi yang akan dibandingkan, yakni rasio Sharpe dan rasio Sortino. Kedua rasio ini dipilih karena hanya bergantung pada rata-rata *return* dan ukuran risiko, yakni simpangan baku untuk rasio Sharpe dan semideviasi untuk rasio Sortino.

Berdasarkan tabel 1 di muka, terlihat bahwa harga sejumlah mata uang *crypto* pada akhir tahun 2019 adalah lebih rendah dibandingkan harga pada tahun 2018. Konsekuensinya, investor yang menahan mata uang *crypto* selama setahun akan mengalami kerugian, sebagaimana ditunjukkan oleh rata-rata *return* yang bernilai negatif pada tabel 6. Dengan membandingkan nilai rasio Sharpe dan rasio Sortino, terlihat bahwa sebagian besar investasi pada mata uang *crypto* pada masa ini menunjukkan kinerja kurang baik bila dibandingkan dengan indeks harga saham gabungan (IHSG), valuta US Dollar (USD), serta Yen (JPY). Pada tahun 2019, beberapa mata uang *crypto* mengalami kenaikan harga, yang ditunjukkan dengan nilai *return* positif seperti pada Bitcoin (BTC), Bitcoin cash (BCH), Litecoin (LTC), Binance Coin (BNB), Tezos (XTZ), dan Chain link (LINK).

Mata uang *crypto* tersebut menghasilkan *return* yang lebih tinggi dibandingkan *return* pada beberapa indeks pasar modal di Indonesia maupun *return* dari sejumlah mata uang asing. Di sisi lain, terdapat pula sejumlah mata uang *crypto* yang kembali mengalami penurunan harga sepanjang tahun 2019, misalnya Ethereum, XRP, dan Tether. Pada masa ini, terlihat bahwa nilai rasio Sharpe dan rasio Sortino pada mata uang *crypto* terlihat relatif besar, terutama pada saat harga mata uang tersebut mengalami peningkatan.

Uraian tersebut menunjukkan bahwa pasar mata uang *crypto* dapat menghasilkan keuntungan yang relatif tinggi. Di sisi lain, adanya fenomena *volatility clustering* juga harus diwaspadai, mengingat harga mata uang tersebut jug dapat mengalami penurunan yang relatif besar. Hal ini menandakan bahwa mata uang *crypto* bukan merupakan investasi jangka panjang yang sangat aman. Investasi ini lebih cocok bagi investor yang menyukai risiko (*risk seeker*), namun tidak cocok bagi investor yang tidak ingin menanggung risiko terlalu besar (*risk averse*). Riset lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengidentifikasi jangka waktu optimal untuk menyimpan aset mata uang *crypto* serta strategi investasi mata uang *crypto* yang menguntungkan.

Adanya pola berbeda antara *return* pada mata uang *crypto* dengan *return* pada valuta asing berimplikasi pada dua hal. Pertama, investasi pada mata uang *crypto* tidak seharusnya diperlakukan seperti investasi pada valuta asing. Sungguh tepat kebijakan pemerintah Indonesia yang menempatkan mata uang *crypto* sebagai komoditas dan bukan sebagai alat tukar maupun alat pembayaran yang sah. Kedua, pengukuran risiko dan potensi investasi mata uang *crypto* bagi investor dari Indonesia harus dilakukan langsung terhadap mata uang rupiah, mengingat pengukuran risiko terhadap mata uang lain mengandung risiko perubahan kurs mata uang tersebut terhadap rupiah.

Hingga artikel ini disusun, belum ada riset potensi dan risiko investasi dari berbagai mata uang *crypto* dengan mengacu pada rupiah (IDR). Penelitian ini juga memberikan pandangan serta wawasan baru terhadap hasil riset sebelumnya (Mahessara dan Kartawinata, 2018), yakni bahwa investasi mata uang *crypto* memiliki baik *return* maupun risiko yang lebih tinggi daripada investasi pada pasar saham. Secara praktis, penelitian ini menunjukkan bahwa investasi pada mata uang *crypto* harus dilakukan dengan hati-hati untuk memilih mata uang dengan performa bagus. Riset ini hanya dilakukan pada 15 sampel dari ribuan mata uang *crypto* di seluruh dunia. Dengan demikian, sangat mungkin dijumpai mata uang *crypto* lain dengan performa yang berlainan dari pembahasan dalam artikel ini.

Dari segi teoritis, masih banyak sifat maupun permasalahan terkait mata uang *crypto* yang belum diungkap melalui penelitian. Sebagai contoh, belum diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi keragaman pola *return* mata uang *crypto*. Riset lebih lanjut juga diperlukan untuk menjelaskan penyebab korelasi antar mata uang *crypto*, yang telah ditunjukkan dalam gambar 2, maupun korelasi *return* mata uang *crypto* dengan berbagai variabel makroekonomi. Hasil riset-riset ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi investor dalam memilih investasi pada mata uang *crypto* tertentu, seperti halnya analisis fundamental pada pemilihan saham di pasar modal.

Untuk memperoleh hasil yang dapat digeneralisasi, pengambilan sampel mata uang *crypto* yang diteliti harus ditentukan lebih lanjut. Dalam dataran praktis, riset lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengevaluasi penggunaan mata uang *crypto* sebagai instrumen investasi dengan beragam tujuan. Bila terdapat lebih dari satu macam aset, riset juga dapat dilakukan untuk mengkaji pembentukan portofolio optimum dengan berbagai aset.

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa berbagai mata uang *crypto* memiliki beragam tingkat keuntungan maupun risiko. Di samping itu, *return* aset ini menunjukkan pola *volatility clustering* sehingga besarnya risiko tidaklah konstan. Beberapa mata uang *crypto* menghasilkan keuntungan relatif tinggi dengan risiko yang relatif besar, sehingga lebih cocok bagi investor penyuka risiko. Walaupun demikian, hasil penelitian ini terbatas pada 15 mata uang *crypto* dari ribuan mata uang *crypto* yang beredar di seluruh dunia.

Riset lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengukur volatilitas mata uang *crypto* dengan model heteroskedastik yang lebih rumit, mengidentifikasi variabel-variabel makroekonomi (khususnya di Indonesia) yang berpengaruh terhadap kurs mata uang *crypto*, serta menentukan strategi efektif untuk investasi dalam bentuk mata uang *crypto*.

Daftar Pustaka

- Aldi, M. W. P., Jondri, J., & Aditsania, A. (2018). Analisis dan implementasi long short term memory neural network untuk prediksi harga bitcoin. *eProceedings of Engineering*, 5(2), 3548-3555.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M., & Heath, D. (1999). Coherent measures of risk. *Mathematical finance*, 9(3), 203-228. doi: 10.1111/1467-9965.00068

- Ausop, A. Z., & Aulia, E. S. N. (2018). Teknologi cryptocurrency bitcoin dalam transaksi bisnis menurut syariat islam. *Jurnal Sosioteknologi, 17*(1), 74-92. doi: 10.5614/2Fsos.tek.itbj.2018.17.1.8
- Baek, C. & Elbeck, M. (2015). Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look. *Applied Economics Letter, 22*(1), 30-34. doi: 10.1080/13504851.2014.916379
- Borri, N. (2019). Conditional tail-risk in cryptocurrency markets. *Journal of Empirical Finance, 50*, 1-19. doi: 10.1016/j.jempfin.2018.11.002
- Carrick, J. (2016). Bitcoin as a complement to emerging market currencies. *Emerging Markets Finance and Trade, 52*(10), 2321-2334. doi: 10.1080/1540496X.2016.1193002
- Chu, J., Chan, S., Nadarajah, S. & Osterrieder, J. (2017). GARCH modelling of cryptocurrencies, *Journal of Risk and Financial Management, 10*(4), 1-15. doi: 10.3390/jrfm10040017
- Chuen, DLK., Guo, L., Wang, Y. (2018). Cryptocurrency: a new investment opportunity? *Journal of Alternative Investment, 20*(3), 16-40. doi: 10.3905/jai.2018.20.3.016
- Danial, K. (2019). *Cryptocurrency Investing for Dummies*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Darnila, E., & Fikry, M. (2019). Aplikasi peramalan kurs bitcoin-rupiah dengan menggunakan metode double exponential smoothing. *TECHSI-Jurnal Teknik Informatika, 11*(1), 114-124. doi: 10.29103/techsi.v11i1.1295
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar-A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters, 16*, 85-92. doi: 10.1016/j.frl.2015.10.008
- ElBahrawy A, Alessandretti L, Kandler A, Pastor-Satorras R, & Baronchelli A. (2017). Evolutionary dynamics of the cryptocurrency market. *Royal Society open Science, 4*, 170623. doi: 10.1098/rsos.170623
- Faizal, R., Setiawan, B. D., & Cholisso-din, I. (2019). Prediksi nilai *cryptocurrency* bitcoin menggunakan algoritme extreme learning machine (ELM). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer 3*(5), 4226-4233.
- Feng, W., Wang, Y., & Zhang, Z. (2018). Can cryptocurrencies be a safe haven: a tail risk perspective analysis, *Applied Economics, 50*(44), 4745-4762. doi: 10.1080/00036846.2018.1466993
- Folkinshteyn, D., Lennon, M. M., & Reilly, T. (2015). The Bitcoin mirage: an oasis of financial remittance. *Journal of Strategic and International Studies, 10*(2), 118-124.
- Gideon, A. (2019, April, 10). *Cegah penipuan, edukasi Cryptocurrency perlu ditingkatkan. Liputan 6*. Retrieved from <https://www.liputan6.com/bisnis/read/3942809/cegah-penipuan-edukasi-cryptocurrency-perlu-ditingkatkan>
- Gronwald, M. (2014). *The economics of bitcoins market characteristics and price jumps. (December 29, 2014)*. CESifo Working Paper Series No. 5121. <https://ssrn.com/abstract=2548999>
- Hileman, G., & Rauchs, M. (2017). Global cryptocurrency benchmarking study. *Cambridge Centre for Alternative Finance, 33*.
- Lansky, J. (2016). Analysis of cryptocurrencies price development. *Acta Informatica Pragensia 5*(2), 118-137.
- Mahessara, R. D., & Kartawinata, B. R. (2018). Comparative analysis of cryptocurrency in forms of bitcoin, stock, and gold as alternative investment portfolio in 2014–2017. *Jurnal Sekretaris dan Administrasi Bisnis, 2*(2), 38-51. doi: 10.31104/jsab.v2i2.58
- Marjaya, D. (2019, January, 11). *Investasi Bitcoin 200 Warga Bangka Belitung Senilai Rp 89 Miliar Tak Jelas, Investor Lapor ke Polisi*. Tribunnews. pp 1-4. Retrieved from <https://bangka.tribunnews.com/2019/01/11/investasi-bitcoin-warga-babel-senilai-rp-89-milyar-lebih-tak-jelas?>

- Nian, L. P., & Chuen, D. L. K. (2015). Introduction to bitcoin. In Chuen, D.L. (Ed). *Handbook of digital currency* (pp. 5-30). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-802117-0.00001-1
- Nurhisam, L. (2017). Bitcoin dalam kacamata hukum islam. *Ar Raniry: International Journal of Islamic Studies*, 4(1), 165-186.
- Pahlevi, A. (2019, November, 28). *Anggota TNI jadi pelaku penipuan Bitcoin Rp 9 miliar*. Tempo, p.1. Retrieved from <https://bisnis.tempo.co/read/1277416/anggota-tni-jadi-pelaku-penipuan-bitcoin-rp-9-miliar>
- Plassaras, N. A. (2013). Regulating digital currencies: bringing bitcoin within the reach of the IMF. *Chicago Journal of International Law*, 14(1), 377-407.
- Reilly, F.K & Brown, K.C. (2012). *Invest-ment Analysis & Portfolio Management 10th ed*. South Western: Cengage Learning.
- Rinaldi, D. A., & Huda, M. K. (2016). Bitcoin sebagai alat pembayaran online dalam perdagangan internasional. *Perspektif Hukum*, 16(1), 122-138. doi: 10.30649/phj.v16i1.60
- Sahoo, PK. (2017). Bitcoin as a digital money: Its growth and sustainability. *Theoretical and Applied Economics*, 24(4), 53-64.
- Salwa, N., Tatsara, N., Amalia, R., & Zohra, A. F. (2018). Peramalan harga bitcoin menggunakan metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). *Journal Of Data Analysis*, 1(1), 21-31. doi: 10.24815/jda.v1i1.11874
- Shahzad, S. J. H., Bouri, E., Roubaud, D., Kristoufek, L., & Lucey, B. (2019). Is Bitcoin a better safe-haven investment than gold and commodities?. *International Review of Financial Analysis*, 63, 322-330. doi: 10.1016/j.irfa.2019.01.002
- Sovia, R., Yanto, M., Budiman, A., Mayola, L., & Saputra, D. (2019). Backpropagation neural network prediction for cryptocurrency bitcoin prices. In *Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1339, No. 1, p. 012060)*. London: IOP Publishing. doi: 10.1088/1742-6596/1339/1/012060
- Yohandi, A., Trihastuti, N., & Hartono, D. (2017). Implikasi yuridis penggunaan mata uang virtual bitcoin sebagai alat pembayaran dalam transaksi komersi-al. *Diponegoro Law Journal*, 6(2), 1-19.