

ANALISIS EFEKTIVITAS *HEDGING* INDEKS ANTARA PASAR MAJU DAN PASAR BERKEMBANG MENGGUNAKAN KONTRAK *FUTURES* DENGAN VECM

Hang Dien Pinto¹, Endar Hasafah Nugrahani², and Fendy Septyanto³

^{1,2}Program Studi Aktuaria, Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika

³Institut Pertanian Bogor, Indonesia

corresponding author: pintohangdien@apps.ipb.ac.id

Copyright © 2026 Hang Dien Pinto, Endar Hasafah Nugrahani, and Fendy Septyanto. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract (Bahasa Inggris)

This study analyzes the hedging effectiveness of developed and emerging market indices using futures contracts with the Vector Error Correction Model (VECM) approach. The data consist of weekly spot and futures prices of the S&P 500 and Bovespa indices from January 2020 to December 2022. The analysis includes the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test, optimal lag determination, Granger causality test, Johansen cointegration test, VECM estimation, and calculation of optimal hedge ratio and hedging effectiveness. The results show that all variables are stationary at the first difference and have a long-run cointegration relationship. The optimal hedge ratio values for the S&P 500 and Bovespa indices are 0.9671 and 0.9956, respectively, while the hedging effectiveness values are 96.50% and 99.36%. These results indicate that futures contracts are effective instruments for reducing portfolio risk.

Keywords: Bovespa, Futures Contract, Hedging, S&P 500, VECM.

Abstrak

Penelitian ini menganalisis efektivitas *hedging* indeks pasar maju dan pasar berkembang menggunakan kontrak *futures* dengan pendekatan *Vector Error Correction Model* (VECM). Data yang digunakan berupa harga *spot* dan *futures* mingguan indeks S&P 500 dan Bovespa periode Januari 2020–Desember 2022. Analisis meliputi uji Augmented Dickey-Fuller (ADF), penentuan *lag* optimal, uji kausalitas Granger, uji kointegrasi Johansen, estimasi VECM, serta perhitungan *optimal hedge ratio* dan efektivitas *hedging*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh variabel stasioner pada diferensiasi pertama dan memiliki hubungan kointegrasi jangka panjang. Nilai *optimal hedge ratio* indeks S&P 500 dan Bovespa masing-masing sebesar 0,9671 dan 0,9956, sedangkan efektivitas *hedging*

sebesar 96,50% dan 99,36%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kontrak *futures* efektif digunakan untuk mengurangi risiko portofolio.

Kata Kunci: Bovespa, Kontrak *Futures*, lindung Nilai, S&P 500, VECM.

1. Pendahuluan

Perkembangan pasar keuangan global meningkatkan volatilitas harga aset dan risiko investasi, terutama pada pasar saham yang sensitif terhadap kondisi ekonomi global (Sánchez García and Cruz Rambaud, 2023). Salah satu strategi yang umum digunakan untuk mengurangi risiko investasi adalah *hedging* menggunakan kontrak *futures* maupun instrumen derivatif lainnya (Hull, 2018; Ayudiah et al., 2018).

Kontrak *futures* memungkinkan investor melindungi nilai portofolio dari fluktuasi harga aset keuangan (Yu et al., 2023). Efektivitas *hedging* dipengaruhi oleh hubungan harga *spot* dan harga *futures* dalam jangka pendek maupun jangka panjang sehingga diperlukan pendekatan ekonometrika yang mampu menangkap hubungan dinamis antar variabel (Gujarati and Porter, 2009).

Vector Error Correction Model (VECM) merupakan pengembangan *Vector Autoregressive* (VAR) yang digunakan ketika variabel time series memiliki hubungan kointegrasi (Widarjono, 2022). Model ini mampu menjelaskan hubungan jangka pendek sekaligus mekanisme penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang sehingga sesuai digunakan untuk menganalisis hubungan harga *spot* dan *futures* (Rosadi, 2013).

Penelitian ini membandingkan efektivitas *hedging* antara pasar maju dan pasar berkembang menggunakan indeks S&P 500 sebagai representasi pasar maju dan indeks Bovespa sebagai representasi pasar berkembang (Polat, 2024). Tujuan penelitian adalah menganalisis hubungan *spot* dan *futures* menggunakan VECM serta menentukan efektivitas *hedging* berdasarkan *optimal hedge ratio* yang diperoleh (Zainudin and Mohamad, 2023).

2. Metodologi

2.1 Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa harga *spot* dan *futures* mingguan indeks S&P 500 sebagai representasi pasar maju dan indeks Bovespa sebagai representasi pasar berkembang (Go et al., 2023). Data yang digunakan mencakup periode Januari 2020 hingga Desember 2022 dengan total 156 observasi untuk masing-masing variabel diperoleh dari website *Investing.com*.

Data indeks Bovespa yang dinyatakan dalam *Brazilian Real* (BRL) dikonversi ke *United States Dollar* (USD) agar memiliki satuan yang sama dengan indeks S&P 500. Pengolahan data dilakukan menggunakan

Microsoft Excel dan EViews 12 (Rosadi, 2013). Data mingguan dipilih karena mampu menggambarkan dinamika pasar secara lebih stabil dibandingkan data harian serta tetap mampu menangkap perubahan harga selama periode penelitian (Alshammari and Obeid, 2023).

2.2 Vector Error Correction Model (VECM)

VECM digunakan ketika variabel time series memiliki hubungan kointegrasi dan mampu menjelaskan hubungan jangka pendek maupun penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang (Widarjono et al., 2022; Lin, 2023). Model ini sesuai digunakan untuk menganalisis hubungan harga *spot* dan *futures* yang umumnya tidak stasioner pada level namun memiliki hubungan keseimbangan jangka panjang (Gujarati and Porter, 2009). Bentuk umum model VECM adalah sebagai berikut:

$$\Delta Y_t = \alpha \varepsilon_{t-1} + \sum_i \beta_i \Delta Y_{t-1} + u_t$$

dengan ΔY_t adalah vektor diferensiasi pertama variabel *dependen*, ΔY_{t-1} adalah vektor diferensiasi pertama variabel *dependen* pada *lag* ke- i , ε_{t-1} adalah *error correction term*, dan u_t adalah vektor *time series* residual sistem persamaan VECM.

Model hubungan harga *spot* dan harga *futures* dituliskan sebagai berikut (Rosadi, 2013):

$$\Delta S_t = c_S + \beta_S S_{t-1} + \gamma_F F_{t-1} + \sum_i \delta_i \Delta S_{t-i} + \sum_j \theta_j \Delta F_{t-j} + u_S \quad (1)$$

$$\Delta F_t = c_F + \beta_F F_{t-1} + \gamma_S S_{t-1} + \sum_i \delta_i \Delta F_{t-i} + \sum_k \theta_k \Delta S_{t-k} + u_F \quad (2)$$

Tahapan analisis meliputi uji stasioneritas, penentuan *lag* optimal, uji kausalitas, dan uji kointegrasi (Gujarati and Porter, 2009).

2.3 Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas dilakukan menggunakan Augmented Dickey-Fuller (ADF) untuk memastikan data tidak mengandung *unit root* (Gujarati and Porter, 2009). Bentuk umum model ADF adalah:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \alpha_1 \Delta Y_{t-1} + \alpha_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + e_t.$$

Hipotesis pengujiannya dinyatakan sebagai berikut:

- $H0: \delta = 0$ (Y_t tidak stasioner),
- $H1: \delta < 0$ (Y_t stasioner).

Data dinyatakan stasioner apabila nilai ADF *statistic* lebih kecil dari nilai kritis 5% atau memiliki p-value < 0,05. Jika data belum stasioner pada level, dilakukan diferensiasi hingga stasioner (Rosadi, 2013).

2.4 Penentuan Lag Optimal

Lag optimal ditentukan menggunakan *Akaike Information Criterion* (AIC) untuk memperoleh model yang mampu menangkap dinamika hubungan antar variabel secara optimal (Enders, 2015). Nilai AIC dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$AIC = T \log |\Sigma| + 2N$$

dengan T adalah banyaknya pengamatan yang digunakan, $|\Sigma|$ adalah determinan matriks ragam-peragam dari sisaan, N adalah total banyaknya parameter yang diduga dalam semua persamaan. *Lag* optimal dipilih berdasarkan nilai AIC terkecil (Enders, 2015).

2.5 Uji Kausalitas Granger

Uji kausalitas dilakukan untuk mengetahui hubungan kausalitas antara harga *spot* dan harga *futures* (Gujarati and Porter, 2009). Statistik uji yang digunakan adalah:

$$F_{hitung} = (n - k) \frac{(RSS_R - RSS_{UR})}{m(RSS_R)},$$

Hipotesis nol ditolak apabila nilai *p-value* < 0,05 (Gujarati and Porter, 2009).

2.6 Uji Kointegrasi Johansen

Uji kointegrasi Johansen dilakukan untuk mengetahui hubungan jangka panjang antara harga *spot* dan *futures* (Rosadi, 2013). Pengujian menggunakan *trace statistic* dan *max-eigen statistic* sebagai berikut:

$$\lambda_{trace}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i),$$

$$\lambda_{max}(r, r + 1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}),$$

Hipotesis nol ditolak apabila nilai *trace statistic* atau *max-eigen statistic* lebih besar dibandingkan nilai kritis 5% (Rosadi, 2013).

2.7 Optimal Hedge Ratio

Optimal hedge ratio digunakan untuk menentukan proposisi kontrak *futures* yang mampu meminimalkan risiko portofolio (Hull, 2018). Nilai *hedge ratio* dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$h = \frac{cov(u_S, u_F)}{var(u_F)}. \quad (3)$$

dengan $cov(u_S, u_F)$ adalah kovarians residual harga *spot* dan *futures*, dan $var(u_F)$ adalah varians residual persamaan harga *futures*. Nilai *hedge ratio* yang mendekati satu menunjukkan bahwa jumlah kontrak *futures* yang digunakan hampir setara dengan posisi pada pasar *spot* (Elsayed et al., 2024).

2.8 Efektivitas *Hedging*

Efektivitas *hedging* digunakan untuk mengukur kemampuan strategi *hedging* dalam mengurangi risiko portofolio (Sharma and Karmakar, 2023). Efektivitas *hedging* dihitung menggunakan persamaan berikut (Floros and Vougas, 2008):

$$E = \frac{\text{var}(U) - \text{var}(H)}{\text{var}(U)} \quad (4)$$

Varians portofolio *unhedged* dan *hedged* dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{var}(U) = \sigma_S^2 \quad (5)$$

$$\text{var}(H) = \sigma_S^2 + h^2 \sigma_F^2 - 2h\sigma_{SF} \quad (6)$$

dengan $\text{var}(U)$ adalah varians portofolio *unhedged*, $\text{var}(H)$ adalah varians portofolio *hedged*, σ_S^2 adalah varians harga *spot*, σ_F^2 adalah varians harga *futures*, σ_{SF} adalah kovarians residual harga *spot* dan harga *futures*, dan h adalah *optimal hedge ratio*.

Strategi *hedging* dikatakan efektif apabila nilai efektivitas *hedging* bernilai positif dan menunjukkan penurunan varians setelah *hedging* (Sharma and Karmakar, 2023).

2.9 Metodologi

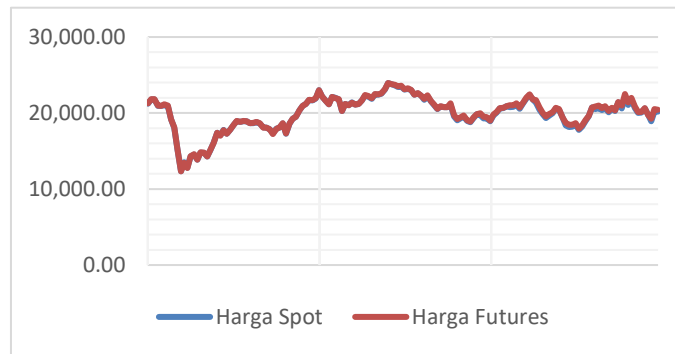
Tahapan analisis penelitian adalah sebagai berikut:

- Mengumpulkan data mingguan harga *spot* dan *futures* indeks S&P 500 dan Bovespa periode Januari 2020–Desember 2022.
- Mengonversi data Bovespa dari BRL ke USD.
- Melakukan uji ADF dan menentukan *lag* optimal berdasarkan AIC.
- Melakukan uji kausalitas Granger dan uji kointegrasi Johansen.
- Mengestimasi model VECM untuk memperoleh varians dan kovarians residual.
- Menghitung optimal hedge ratio dan efektivitas *hedging*.

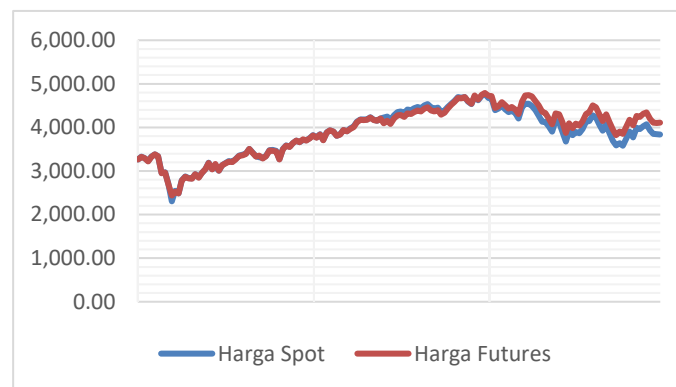
Membandingkan efektivitas *hedging* pasar maju dan pasar berkembang.

3. Hasil dan Pembahasan

Data harga *spot* dan *futures* indeks S&P 500 dan Bovespa terlebih dahulu dikonversi dan diperiksa untuk memastikan tidak terdapat *missing value* maupun inkonsistensi format data. Pergerakan harga *spot* dan *futures* selama periode penelitian disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1: Fluktuasi harga indeks S&P 500 periode 2020-2022.



Gambar 2: Fluktuasi harga indeks Bovespa periode 2020-2022.

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, harga *spot* dan *futures* pada kedua indeks menunjukkan pola pergerakan yang cenderung searah dengan fluktuasi cukup tinggi selama periode penelitian. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh ketidakstabilan pasar global selama pandemi dan proses pemulihan ekonomi dunia (Avinash and Mallikarjunappa, 2024).

3.1 Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas dilakukan menggunakan ADF untuk memastikan data tidak mengandung unit root. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1: Tabel gabungan hasil uji stasioneritas data harga *spot* dan *futures* indeks S&P 500 dan Bovespa menggunakan uji ADF.

Indeks	Tahapan Data	Variabel	ADF Statistik	Nilai Kritis 5%	Hasil
S&P 500	Data Aktual	Harga <i>Spot</i>	-1,504980	-2,880088	Tidak Stasioner
S&P 500	Data Aktual	Harga <i>Futures</i>	-1,466633	-2,880088	Tidak Stasioner
S&P 500	Diferensiasi Pertama	Harga <i>Spot</i>	-13,04976	-2,880211	Stasioner
S&P 500	Diferensiasi	Harga	-13,06313	-2,880211	Stasioner

	Pertama	<i>Futures</i>			
Bovespa	Data Aktual	Harga <i>Spot</i>	-1,996454	-2,880088	Tidak Stasioner
Bovespa	Data Aktual	Harga <i>Futures</i>	-1,976958	-2,880088	Tidak Stasioner
Bovespa	Diferensiasi Pertama	Harga <i>Spot</i>	-11,60589	-2,880211	Stasioner
Bovespa	Diferensiasi Pertama	Harga <i>Futures</i>	-11,58797	-2,880211	Stasioner

Berdasarkan Tabel 1, seluruh variabel belum stasioner pada level, namun menjadi stasioner pada diferensiasi pertama sehingga memenuhi syarat pembentukan model VECM.

3.2 Penentuan *Lag* Optimal

Penentuan *lag* optimal dilakukan menggunakan AIC. Hasil disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2: Penentuan panjang *lag* optimal data harga *spot* dan *futures* indeks S&P 500 dan indeks Bovespa.

<i>Lag</i>	Nilai AIC S&P 500	Nilai AIC Bovespa
0	21,60982	27,53906
1	21,51514	27,57213
2	21,49416*	27,51286
3	21,53059	27,51803
4	21,57694	27,51863
5	21,61928	27,51778
6	21,62701	27,42339
7	21,64866	27,12157
8	21,66862	26,93481*

Berdasarkan Tabel 2, nilai AIC terkecil pada indeks S&P 500 diperoleh pada *lag* 2, sedangkan Bovespa pada *lag* 8. Perbedaan panjang *lag* menunjukkan dinamika hubungan harga *spot* dan *futures* pada pasar berkembang lebih kompleks dibandingkan pasar maju (Chang, 2025).

3.3 Uji Kausalitas Granger

Setelah diperoleh *lag* optimal, dilakukan uji kausalitas Granger (Sridhar, 2024). Hasil uji kausalitas granger disajikan pada Tabel 3

Tabel 3: Hasil uji kausalitas data harga *spot* dan *futures* indeks S&P500 dan Indeks Bovespa menggunakan uji kausalitas Granger.

S&P 500		
H_0	p -value	Hasil
Harga <i>spot</i> mempengaruhi harga <i>futures</i>	0,4082	Terima H_0
Harga <i>futures</i> mempengaruhi harga <i>spot</i>	0,4205	Terima H_0
Bovespa		
H_0	p -value	Hasil
Harga <i>spot</i> mempengaruhi harga <i>futures</i>	0,5763	Terima H_0
Harga <i>futures</i> mempengaruhi harga <i>spot</i>	0,3937	Terima H_0

Berdasarkan Tabel 3, seluruh p -value lebih besar dari 0,05 sehingga tidak terdapat hubungan kausalitas Granger antara harga *spot* dan *futures* pada kedua indeks.

3.4 Uji Kointegrasi Johansen

Hasil uji kointegrasi Johansen disajikan pada Tabel 4

Tabel 4: Hasil uji kointegrasi Johansen dengan nilai *trace statistic* dan *max-eigen statistic*.

Indeks	H_0	Trace Statistic	5% nilai kritis	Max-eigen Statistic	5% nilai kritis
S&P 500	$r = 0$	106,3565	15,49471	65,62832	14,264460
	$r \leq 1$	40,72819	3,841465	40,72819	3,841465
Bovespa	$r = 0$	71,68084	15,49471	50,39525	14,26460
	$r \leq 1$	21,28559	3,841465	21,28559	3,841465

Berdasarkan Tabel 4, nilai trace statistic dan max-eigen statistic pada kedua indeks lebih besar dibandingkan nilai kritis 5%, sehingga terdapat hubungan kointegrasi antara harga *spot* dan *futures*. Hasil ini menunjukkan adanya hubungan keseimbangan jangka panjang sehingga model VECM dapat digunakan.

3.5 Model Persamaan VECM

Hasil estimasi model VECM untuk indeks S&P 500 adalah sebagai berikut:

$$\Delta S_t = -0,6680(F_{t-1} - 0,9871S_{t-1} - 1,7382) + 0,2017\Delta F_{t-1} - 0,2177\Delta F_{t-2} - 0,9430\Delta S_{t-1} - 0,1812\Delta F_{t-2} + 0,1770 \quad (7)$$

$$\Delta F_t = -2,2385(F_{t-1} - 0,9871S_{t-1} - 1,7382) + 0,3943\Delta F_{t-1} - 0,1232\Delta F_{t-2} - 1,1275\Delta S_{t-1} - 0,2412\Delta F_{t-2} + 0,2942 \quad (8)$$

Hasil estimasi model VECM untuk indeks Bovespa adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\Delta S_t = & -3,7189(F_{t-1} - 1,0021S_{t-1} - 1,6523) + 4,1924\Delta F_{t-1} + \\ & 2,9255\Delta F_{t-2} + 2,7817\Delta F_{t-3} + 2,1545\Delta F_{t-4} + 1,2549\Delta F_{t-5} + \\ & 1,8871\Delta F_{t-6} + 2,2399\Delta F_{t-7} + 1,2989\Delta F_{t-8} - 5,0718\Delta S_{t-1} - \\ & 3,5436\Delta S_{t-2} - 3,3954\Delta S_{t-3} - 2,6737\Delta S_{t-4} - 1,6605\Delta S_{t-5} - \\ & 2,1829\Delta S_{t-6} - 2,4867\Delta S_{t-7} - 1,4067\Delta S_{t-8} + 33,9769\end{aligned}\quad (9)$$

$$\begin{aligned}\Delta F_t = & -9,4592(F_{t-1} - 1,0021S_{t-1} - 1,6523) + 8,2273\Delta F_{t-1} + \\ & 6,2817\Delta F_{t-2} + 5,5035\Delta F_{t-3} + 4,1939\Delta F_{t-4} + 2,6542\Delta F_{t-5} + \\ & 2,6293\Delta F_{t-6} + 2,3447\Delta F_{t-7} + 1,0931\Delta F_{t-8} - 9,1213\Delta S_{t-1} - \\ & 6,9151\Delta S_{t-2} - 6,1220\Delta S_{t-3} - 4,7118\Delta S_{t-4} - 3,0617\Delta S_{t-5} - \\ & 2,9222\Delta S_{t-6} - 2,5814\Delta S_{t-7} - 1,1929\Delta S_{t-8} + 30,0836\end{aligned}\quad (10)$$

Koefisien *error correction term* pada kedua indeks bernilai negatif yang menunjukkan adanya mekanisme penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang (Lee et al., 2023). Berdasarkan hasil estimasi model VECM, diperoleh nilai varians dan kovarians residual harga *spot* dan harga *futures*. Hasil estimasi tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5: Hasil estimasi varians dan kovarians.

Indeks	Estimasi Residual	Nilai
S&P 500	Varians Residual Harga <i>Spot</i>	17.242,28
S&P 500	Varians Residual Harga <i>Futures</i>	16.489,41
S&P 500	Kovarians Residual Harga <i>Spot</i> dan <i>Futures</i>	16.583,09
Bovespa	Varians Residual Harga <i>Spot</i>	523.398,8
Bovespa	Varians Residual Harga <i>Futures</i>	521.393,5
Bovespa	Kovarians Residual Harga <i>Spot</i> dan <i>Futures</i>	521.098,7

3.6 Optimal hedge ratio

Perhitungan *optimal hedge ratio* untuk indeks S&P 500 adalah sebagai berikut:

Tabel 6: Hasil perhitungan *optimal hedge ratio*.

Indeks	Perhitungan <i>Optimal Hedge Ratio</i>	Nilai h
S&P 500	16.583,09	0,9671
	17.242,28	
	521.098,7	
Bovespa	523.398,8	0,9956

Nilai *optimal hedge ratio* masing-masing sebesar 0,9671 dan 0,9956 menunjukkan bahwa kontrak *futures* yang digunakan hampir setara dengan posisi pasar *spot*, khususnya pada indeks Bovespa.

3.7 Efektivitas Hedging

Nilai *optimal hedge ratio* digunakan untuk menghitung efektivitas *hedging*. Hasil perhitungan varians portofolio sebelum dan sesudah *hedging*

disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7: Nilai varians portofolio pasar maju dan pasar berkembang.

Indeks	Varians Portofolio <i>Unhedged</i>	Varians Portofolio <i>Hedged</i>
S&P 500	521.491,5	3.352,8
Bovespa	17.242,28	602,83

Berdasarkan Tabel 7, varians portofolio setelah *hedging* mengalami penurunan pada kedua indeks, menunjukkan bahwa strategi *hedging* menggunakan kontrak *futures* mampu mengurangi risiko portofolio secara signifikan (Kočenda and Moravcová, 2024). Selanjutnya, hasil perhitungan efektivitas *hedging* disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8: Nilai efektivitas *hedging* indeks pasar maju dan pasar berkembang.

Indeks	Efektivitas <i>Hedging</i>
S&P 500	0,9650
Bovespa	0,9936

Berdasarkan Tabel 8, Efektivitas *hedging* pada indeks S&P 500 sebesar 96,50%, sedangkan pada indeks Bovespa sebesar 99,36%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kontrak *futures* sangat efektif dalam memitigasi risiko pada kedua indeks, dengan efektivitas pasar berkembang lebih tinggi dibandingkan pasar maju.

4. Simpulan dan Saran

Seluruh variabel harga *spot* dan *futures* indeks S&P 500 dan Bovespa tidak stasioner pada level, namun stasioner pada diferensiasi pertama sehingga memenuhi syarat pembentukan model VECM. Uji kointegrasi Johansen menunjukkan adanya hubungan jangka panjang antara harga *spot* dan *futures* pada kedua indeks, sedangkan hasil estimasi VECM menunjukkan adanya mekanisme penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang yang ditunjukkan oleh koefisien *error correction term* bernilai negatif..

Nilai *optimal hedge ratio* yang diperoleh sebesar 0,9671 untuk indeks S&P 500 dan 0,9956 untuk indeks Bovespa. Strategi *hedging* menggunakan kontrak *futures* terbukti efektif mengurangi risiko portofolio dengan efektivitas *hedging* sebesar 96,50% pada indeks S&P 500 dan 99,36% pada indeks Bovespa, sehingga efektivitas *hedging* pada pasar berkembang lebih tinggi dibandingkan pasar maju.

Penelitian ini menggunakan data periode 2020–2022 yang mencakup kondisi pandemi COVID-19, *market crash*, dan fase pemulihan ekonomi global sehingga volatilitas pasar selama periode penelitian relatif tinggi. Kondisi tersebut dapat memengaruhi stabilitas hubungan antara harga *spot* dan *futures* serta efektivitas *hedging* yang diperoleh. Namun demikian, periode tersebut relevan untuk menguji kemampuan strategi *hedging*

dalam kondisi ketidakpastian pasar yang tinggi.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan periode observasi yang lebih panjang atau membandingkan beberapa kondisi pasar yang berbeda agar diperoleh hasil yang lebih *robust* dan memiliki tingkat generalisasi yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Alshammari, S., Obeid, H., 2023. Analyzing commodity futures and stock market indices: Hedging strategies using asymmetric dynamic conditional correlation models. *Financ. Res. Lett.* 56, 104081. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104081>
- Avinash, Mallikarjunappa, T., 2024. Do Spot, Futures, and Options Markets Exhibit Price and Volatility Interdependence? Evidence from India. *Jindal Journal of Business Research* 13, 100–117. <https://doi.org/10.1177/22786821231188028>
- Ayudiah, W., Lesmana, D., Nugrahani, E., 2018. Penentuan Harga Opsi Sebagai Alat Lindung Nilai Petani Gabah Menggunakan Metode Monte Carlo dan Teknik Control Variate. *Journal of Mathematics and Its Applications* 16, 39. <https://doi.org/10.29244/jmap.16.1.39-54>
- Chang, K.-L., 2025. Do the impacts of the futures-spot spread and skewness on the interdependence between spot and futures markets differ across regimes and energy commodities markets? *Appl. Econ.* 57, 2979–2997. <https://doi.org/10.1080/00036846.2024.2331970>
- Elsayed, A.H., Asutay, M., ElAlaoui, A.O., Bin Jusoh, H., 2024. Volatility spillover across spot and futures markets: Evidence from dual financial system. *Res. Int. Bus. Finance* 71, 102473. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102473>
- Enders, W., 2015. *Applied Econometric Time Series*, 4th ed. Wiley, Hoboken (US).
- Floros, C., Vougas, D., 2008. Hedging effectiveness in Greek stock index futures market, 1999-2001. *International Research Journal of Finance and Economics* 5.
- Go, Y., Teo, J., Chan, K.F., 2023. The effectiveness of crude oil futures hedging during infectious disease outbreaks in the 21st century. *Journal of Futures Markets* 43, 1559–1575.
- Gujarati, D.N., Porter, D.C., 2009. *Basic Econometrics* 5th Edition, 5th ed. McGraw-Hill/Irwin, New York (US).
- Kočenda, E., Moravcová, M., 2024. Frequency volatility connectedness and portfolio hedging of U.S. energy commodities. *Res. Int. Bus. Finance* 69, 102274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102274>

- Lee, H.-C., Lien, D., Sheu, H.-J., 2023. Hedging performance of volatility index futures: a partial cointegration approach. *Review of Quantitative Finance and Accounting* 61, 265–294. <https://doi.org/10.1007/s11156-023-01153-4>
- Lin, F.-L., 2023. A Comparative Analysis of Hedging Determination for Three Alternative International Equity Index Futures. *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies (RPBFMP)* 26, 1–22.
- Polat, O., 2024. Interlinkages across US sectoral returns: time-varying interconnectedness and hedging effectiveness. *Financial Innovation* 10, 51. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00581-4>
- Rosadi, D., 2013. *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan Dengan Eviews*.
- Sánchez García, J., Cruz Rambaud, S., 2023. Volatility spillovers between oil and financial markets during economic and financial crises: A dynamic approach. *Journal of Economics and Finance* 47, 1018–1040. <https://doi.org/10.1007/s12197-023-09634-x>
- Sharma, U., Karmakar, M., 2023. Measuring minimum variance hedging effectiveness: Traditional vs. sophisticated models. *International Review of Financial Analysis* 87, 102621. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102621>
- Sridhar, L.S., 2024. An Empirical Analysis of Price Discovery and Causal Relationship Between Futures and Spot Market in India. *Asia-Pacific Journal of Management Research and Innovation* 20, 40–46. <https://doi.org/10.1177/2319510X241255246>
- Yu, X., Li, Y., Lu, J., Shen, X., 2023. Futures hedging in crude oil markets: A trade-off between risk and return. *Resources Policy* 80, 103147. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103147>
- Zainudin, A.D., Mohamad, A., 2023. Pandemic impact on the co-movement and hedging effectiveness of the global futures markets. *Investment Analysts Journal* 52, 132–152. <https://doi.org/10.1080/10293523.2023.2185188>