

Analisis Kinerja Model Parametrik, Non-Parametrik, dan Semi-Parametrik Value at Risk Saham Perbankan KBMI IV pada Periode Stabil dan Krisis Covid-19

Dewi Sekar Ayu¹, Layyinaturobaniyah²

^{1,2}Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

Email: ¹*dewi21004@mail.unpad.ac.id, ² layyinaturobaniyah@unpad.ac.id

Abstract

This study aims to analyze and compare the accuracy of three Value at Risk (VaR) models in estimating market risk across four systemic banking stocks in Indonesia categorized under the Bank Group based on Core Capital (KBMI) IV, namely BBKA, BBRI, BBNI, and BMRI. A comparative analysis was conducted by dividing the timeframe into two contrasting market conditions: the crisis period driven by the Covid-19 pandemic (2019-2021), representing a Black Swan event, and the stable period (2016-2018). The VaR calculation methods examined include the parametric, non-parametric (Historical Simulation), and semi-parametric (Filtered Historical Simulation) approaches. To evaluate the consistency and robustness of each model against volatility shifts, a formal Backtesting procedure was performed using the Christoffersen Conditional Coverage joint test alongside a Severity analysis (measuring the magnitude of extreme losses). The test results demonstrate that during the stable period, the conventional parametric and non-parametric approaches were efficient for BBKA and BBNI stocks, as they successfully achieved a valid status while minimizing severity values. Conversely, during the Covid-19 crisis period, both traditional models completely failed due to the phenomenon of risk underestimation. Amidst the crisis turbulence, the semi-parametric FHS model proved to be superior and the most robust, where the FHS-Student-t specification successfully secured validity and minimized the severity of extreme losses for BBRI and BBKA stocks, followed by the performance of the FHS-Normal model on the BMRI stock.

Keywords: Value at Risk, KBMI IV, Covid-19 Pandemic, Stable Period, Backtesting.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan akurasi tiga model *Value at Risk* (VaR) dalam mengestimasi risiko pasar pada empat saham perbankan sistemik di Indonesia yang tergabung dalam Kelompok Bank berdasarkan Modal Inti (KBMI) IV, yaitu BBKA, BBRI, BBNI, dan BMRI. Analisis dilakukan secara komparatif dengan membagi periode ke dalam dua kondisi pasar yang kontras: periode krisis akibat pandemi Covid-19 (2019-2021) sebagai bentuk *Black Swan event* dan periode stabil (2016-2018). Metode perhitungan VaR yang diuji mencakup pendekatan parametrik, non-parametrik (*Historical Simulation*), dan semi-parametrik (*Filtered Historical Simulation*). Untuk mengevaluasi konsistensi dan ketangguhan (*robustness*) dari masing-masing model dalam menghadapi pergeseran volatilitas, dilakukan prosedur *Backtesting* formal menggunakan uji gabungan *Christoffersen Conditional Coverage Test* serta analisis *Severity* (tingkat keparahan kerugian ekstrem). Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada periode stabil, pendekatan parametrik dan non-parametrik konvensional efisien digunakan untuk saham BBKA dan BBNI karena menghasilkan status valid sekaligus meminimalkan nilai *severity*. Sebaliknya, pada periode krisis Covid-19, kedua model tradisional tersebut mengalami kelumpuhan total akibat fenomena *underestimation risk*. Di tengah turbulensi krisis, model semi-parametrik FHS terbukti unggul dan paling *robust* di mana spesifikasi FHS-Student-t mampu mengamankan validitas serta menekan tingkat keparahan kerugian minimum bagi saham BBRI dan BBKA, diikuti oleh performa FHS-Normal pada saham BMRI.

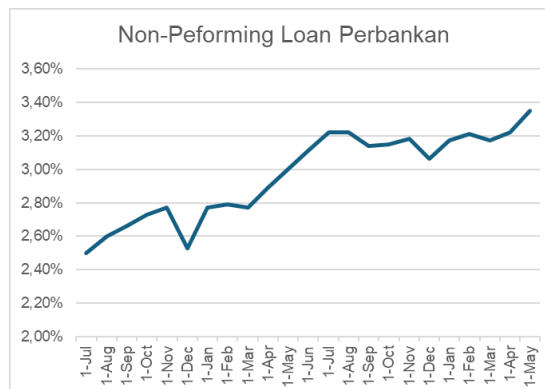
Kata Kunci: Value at Risk, KBMI IV, Pandemi Covid-19, Periode Stabil, Backtesting.

1. PENDAHULUAN



Gambar 1. Tren Volume Perdagangan Saham tahun 2020 di Indonesia
Sumber: Bursa Efek Indonesia (2025)

Aktivitas investasi pada aset finansial seperti saham selalu berorientasi pada optimalisasi ekspektasi *return* dan pengelolaan risiko pasar (*high risk, high return*) [1]. Di Indonesia, partisipasi masyarakat dalam pasar keuangan tumbuh sangat pesat, tercermin dari data Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI) yang mencatat jumlah investor pasar modal mencapai 15,16 juta *Single Investor Identification* (SID) pada Januari 2025 yang juga terlihat dampaknya pada volume perdagangan saham yang meningkat pada Gambar 1 [2]. Walaupun demikian, pertumbuhan pasar modal domestik ini tetap rentan terhadap guncangan eksternal dan perubahan kondisi makroekonomi global. Dinamika pasar saham Indonesia secara historis sempat dihadapkan pada dua kondisi lingkungan makro yang sangat kontras, yaitu periode krisis akibat pandemi Covid-19 sebagai bentuk *Black Swan event* yang memicu ketidakpastian ekstrem serta periode normal pasca-krisis yang cenderung stabil dengan volatilitas yang lebih terkendali. Sebagai pusat sistem keuangan, sektor perbankan mengalami berbagai akibat pandemi Covid-19 melalui transmisi risiko makro ke mikro yang kompleks. Kebijakan pembatasan mobilitas secara masif melumpuhkan aktivitas sektor riil, yang seketika memicu penurunan tajam arus kas konsumen korporasi maupun UMKM. Bagi perbankan, kondisi ini berdampak langsung pada lonjakan risiko kredit akibat penurunan kemampuan debitur dalam memenuhi kewajibannya, yang tercermin dari tren kenaikan rasio *Non-Performing Loan* (NPL) pada periode Covid-19 yang dapat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tren *Non-Performing Loan* (NPL) Juli 2019 - Mei 2021 di Indonesia
Sumber: Otoritas Jasa Keuangan (2025)

Dalam menghadapi transmisi guncangan ekonomi makro tersebut, sektor perbankan bertindak sebagai sektor yang paling sensitif terhadap perubahan pasar sekaligus vital dalam menjaga stabilitas keuangan. Dalam merumuskan strategi investasi, akurasi informasi dan analisis probabilitas merupakan pilar esensial untuk memitigasi ketidakpastian, memastikan bahwa setiap penempatan modal dilandasi oleh rasionalitas fundamental yang solid [3]. Otoritas Jasa Keuangan (OJK) melalui POJK Nomor 12/POJK.03/2021 mengklasifikasikan industri perbankan nasional berdasarkan modal inti ke dalam Kelompok Bank berdasarkan Modal Inti (KBMI). Kategori tertinggi, yaitu KBMI IV (modal inti di atas Rp70 triliun), ditempati oleh empat bank terbesar di Indonesia: PT Bank Central Asia Tbk (BBCA), PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk (BBRI), PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk (BBNI), dan PT Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI). Keempat bank ini menguasai kapitalisasi pasar (*market capitalization*) yang masif di

Bursa Efek Indonesia (BEI) dan memiliki struktur pendanaan yang jauh lebih stabil serta keunggulan kapasitas penyerapan risiko (*risk absorption capacity*) dibandingkan kelompok bank di bawahnya. Namun, besarnya skala fundamental tersebut tidak membuat harga saham BBKA, BBRI, BBNI, dan BMRI kebal terhadap risiko pasar. Ketika terjadi guncangan makro seperti pandemi Covid-19, penyeimbangan portofolio global (*portfolio rebalancing*) oleh investor asing tetap memicu volatilitas harga saham yang tinggi pada keempat emiten ini.

Perubahan karakteristik pasar yang drastis dari periode stabil menuju periode krisis menuntut penggunaan alat ukur risiko pasar yang akurat dan adaptif [4]. *Value at Risk* (VaR) menjadi metode standar manajemen risiko modern yang paling luas diimplementasikan oleh lembaga keuangan global untuk mengestimasi potensi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan tertentu [5]. Secara historis, akar konseptual VaR berdasar pada teori optimalisasi portofolio oleh Harry Markowitz, yang kemudian berevolusi sebagai respons atas krisis keuangan dan pengetatan regulasi perbankan pasca Great Depression. Regulasi ini dipertegas oleh Securities Exchange Commission (SEC) melalui Uniform Net Capital Rule (UNCR) pada tahun 1975, hingga akhirnya pada tahun 1980, SEC mulai mengaitkan persyaratan modal minimum bank dengan potensi kerugian pada tingkat kepercayaan 95%. Seiring pesatnya perkembangan pasar derivatif dan volatilitas portofolio, standarisasi metode ini mencapai puncaknya ketika J.P. Morgan merilis sistem RiskMetrics pada tahun 1995 pasca-kegagalan sistemik Barings Bank. Sejak saat itu, VaR diadopsi secara internasional sebagai perangkat mutakhir untuk mengukur kerugian yang menyangkut risiko pasar dalam kondisi normal [6]. Berdasarkan pembahasan fundamental, pengukuran risiko ini berpusat pada karakteristik distribusi probabilitas dan korelasi aset untuk mengestimasi potensi kerugian ekstrem (*downside risk*). Secara teknis, validitas VaR ditentukan oleh dua parameter utama, yaitu periode waktu (*time horizon*) dan tingkat kepercayaan (*confidence level*) [7]. Sebagai ilustrasi, jika nilai VaR saham bank sebesar Rp1 juta dalam horizon 1 hari dengan tingkat kepercayaan 95%, hal ini mengimplikasikan bahwa terdapat probabilitas sebesar 5% bahwa kerugian riil yang akan dihadapi bank dalam 1 hari ke depan akan melebihi estimasi Rp1 juta tersebut.

Tabel 1. Metode Value at Risk (VaR) pada Bank di Indonesia

Nama	Metode Pengukuran VaR
PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk	<i>VaR Historical Simulation</i>
PT Bank Mandiri (Persero) Tbk	<i>VaR Historical Simulation</i>
PT Bank Central Asia Tbk	<i>VaR Historical Simulation</i>
PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk	<i>VaR Parametric</i>

Sumber: Alam dan Wibowo (2024)

Di Indonesia sendiri, riset pada Tabel 1 mengonfirmasi bahwa pengungkapan risiko pasar oleh mayoritas bank besar masih didominasi oleh penggunaan VaR Non-Parametrik dengan pendekatan *Historical Simulation*. Meskipun demikian, efektivitas model VaR sangat bergantung pada kesesuaian asumsi distribusi data return dan kestabilan volatilitas pasar yang digunakan [8]. Ketika pasar mengalami transisi ke kondisi krisis (seperti fase Covid-19), model VaR parametrik konvensional kerap meremehkan (*underestimate*) potensi kerugian ekstrem karena tidak mampu menangkap fenomena ekor gemuk (*fat tails*) dan lonjakan volatilitas asimetris. Sebaliknya, pada periode stabil, model yang terlalu konservatif justru dapat menghasilkan estimasi risiko yang tidak efisien bagi pengelolaan portofolio. Mengingat saham KBMI IV memiliki pengaruh sistemik terhadap pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), ketidakakuratan dalam mengestimasi risiko pasar saham mereka dapat berdampak luas pada bias keputusan investor dan stabilitas pasar modal secara keseluruhan. Urgensi mengenai pentingnya melakukan evaluasi komparatif terhadap model risiko didasarkan pada kenyataan bahwa setiap metode *Value at Risk* (VaR) memiliki batasan saringan yang berbeda dalam merespons perubahan pasar. Evaluasi komprehensif oleh [9] menegaskan bahwa tidak ada satu pun metode estimasi risiko yang mampu unggul secara absolut di setiap kriteria pengukuran. Karakteristik model tradisional seperti metode parametrik varian-kovarian terbukti efisien, sederhana, dan stabil dalam memproyeksikan risiko ketika pergerakan pasar tidak terlalu volatil serta sebaran data return aset memenuhi asumsi distribusi normal baku [10]. Namun, ketergantungan yang tinggi pada asumsi ideal tersebut membuat pendekatan parametrik konvensional menjadi kurang adaptif dan cenderung meremehkan potensi kerugian (*underestimation risk*) saat pasar dihadapkan pada dinamika guncangan makroekonomi yang agresif.

Untuk mengatasi kelemahan asumsi normalitas tersebut, penggunaan metode non-parametrik seperti *Historical Simulation* (HS) sering kali diandalkan karena sifatnya yang menghasilkan data return empiris berdasarkan distribusinya sendiri. Penelitian [11] dan [12] menunjukkan bahwa

fleksibilitas metode non-parametrik ini mampu memberikan estimasi risiko saham sektor perbankan yang akurat dan representatif, baik pada periode stabil maupun saat terjadi lonjakan volatilitas akibat krisis. Ketangguhan pendekatan historis ini dalam menangkap fenomena *skewness* dan *fat tails* didukung pula oleh [13], yang mengonfirmasi bahwa metode non-parametrik mampu menyajikan estimasi yang jauh lebih realistis dalam menghadapi peristiwa ekstrem (*Black Swan events*) seperti pandemi Covid-19 dibandingkan model konvensional yang kaku.

Walaupun demikian, pendekatan non-parametrik konvensional memiliki kelemahan berupa sifatnya yang lambat dalam merespons perubahan struktural pasar yang mendadak karena memberikan bobot setara pada setiap data historis. Untuk mengatasi kesenjangan antara kekakuan metode parametrik dan kelambatan metode non-parametrik, pengaplikasian metode semi-parametrik seperti *Filtered Historical Simulation* (FHS) menjadi sebuah solusi gabungan yang krusial. Metode semi-parametrik *Value at Risk* (VaR) merupakan pendekatan yang menggabungkan keunggulan metode parametrik dan non-parametrik. Pendekatan ini dirancang untuk mengatasi kelemahan asumsi normalitas dan varians konstan pada model parametrik, sekaligus memperbaiki keterbatasan model historis murni agar lebih responsif terhadap perubahan volatilitas pasar terkini [7]. Dalam metode semi-parametrik, distribusi empiris *return* digunakan sebagaimana dalam pendekatan non-parametrik, namun volatilitas dari data terlebih dahulu dimodelkan menggunakan pendekatan parametrik, seperti model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH). Dengan cara ini, volatilitas yang berubah-ubah dari waktu ke waktu dapat diperhitungkan, sehingga estimasi risiko menjadi lebih akurat dan realistis. Sebagaimana dibuktikan oleh [14] pada pasar keuangan dengan tingkat volatilitas tinggi, integrasi model parametrik bersyarat ke dalam simulasi historis mampu menghasilkan estimasi risiko yang jauh lebih konsisten, fleksibel, dan *robust* dalam menangkap struktur volatilitas yang dinamis. Studi oleh [15] membuktikan bahwa integrasi GJR-GARCH, *Extreme Value Theory* (EVT), dan *copula* mampu menghasilkan estimasi *Conditional Value-at-Risk* (CVaR) yang lebih konservatif dan akurat.

Meskipun literatur terdahulu telah banyak menguji fungsionalitas dari ketiga jenis metode VaR tersebut, sebagian besar studi masih berfokus pada pengujian frekuensi kegagalan semata dan belum mengintegrasikan analisis tingkat keparahan pelanggaran (*severity*) secara mendalam. Selain itu, terdapat kekosongan penelitian dalam memetakan performa model gabungan semi-parametrik FHS berspesifikasi distribusi bersyarat *Student-t* terhadap kelompok saham perbankan sistemik di Indonesia yang memiliki kapitalisasi pasar dominan (KBMI IV). Berdasarkan data IDX (2026), saham bank yang terdapat pada KBMI IV memiliki *market capitalization* sebesar 15,39% dari total nilai saham yang melantai di Bursa Efek Indonesia (BEI) dan 58,02% dari total nilai saham pada sektor keuangan. Dari sudut pandang tata kelola keuangan perbankan, pemetaan ini sangat mendesak mengingat bank-bank KBMI IV memiliki eksposur yang masif dan peran sentral dalam stabilitas sistem keuangan nasional. Kegagalan model dalam mengantisipasi risiko ekstrim (*tail risk*) tidak hanya berakibat pada kerugian institusi, tetapi dapat memicu risiko sistemik. Selain itu, pengujian antara ketiga metode ini menjadi esensial untuk membedakan kelemahan operasional model konvensional yang sering kali berujung pada pengelolaan modal yang kurang optimal. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan melakukan analisis komparatif performa pendekatan parametrik (*Variance-Covariance*), pendekatan non-parametrik (*Historical Simulation*), dan pendekatan semi-parametrik (*Filtered Historical Simulation*) pada saham BBKA, BBRI, BBNI, dan BMRI. Melalui pembagian periode yang kontras antara periode krisis akibat pandemi Covid-19 dan periode stabil, serta pengujian *Backtesting* formal berbasis *Conditional Coverage Test* dan analisis *severity*, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi ilmiah mengenai konfigurasi model risiko pasar yang paling andal bagi stabilitas modal industri perbankan nasional. Berdasarkan konteks tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan akurasi tiga model *Value at Risk* (VaR) dalam mengukur risiko saham kelompok bank KBMI IV pada periode Covid-19 dan periode stabil. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam literatur manajemen risiko serta memberikan rekomendasi empiris yang berharga bagi manajemen perbankan, investor, dan regulator dalam memetakan model risiko pasar yang paling andal di tengah perubahan kondisi ekonomi makro yang cepat. Namun demikian, studi empiris ini memiliki batasan yang perlu diperhatikan. Pertama, ruang lingkup studi berfokus eksklusif pada risiko pasar di sektor perbankan, sehingga temuannya tidak dapat digeneralisasi untuk industri maupun jenis risiko lain (seperti risiko kredit, likuiditas, dan operasional). Kedua, rentang observasi harian mengambil secara spesifik dinamika krisis Covid-19 menggunakan data historis harga saham penutupan. Oleh karena itu, analisis belum

menginkorporasikan indikator fundamental keuangan, aksi korporasi, maupun sentimen pasar. Ketiga, pengujian metodologi dibatasi pada komparasi tiga pendekatan VaR utama (*Variance-Covariance*, *Historical Simulation*, dan *Filtered Historical Simulation*) pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%, tanpa mengeksplorasi model pengukuran alternatif seperti Simulasi Monte Carlo.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif serta desain *ex post facto*. Pendekatan deskriptif-kuantitatif dioptimalkan untuk mendeskripsikan dan menggambarkan karakteristik risiko pasar pada saham perbankan secara sistematis, faktual, dan akurat berdasarkan data numerik. Penelitian ini tidak bertujuan untuk mencari hubungan sebab-akibat (kausalitas) antarvariabel ataupun melakukan generalisasi terhadap seluruh industri perbankan [16]. Sehingga, hipotesis yang diajukan bukan merupakan hipotesis hipotesis atau kausal untuk penelitian, melainkan hipotesis pengujian statistik yang diorientasikan pada pengujian asumsi klasik (seperti normalitas dan stasioneritas) serta validitas model keuangan.

Fokus utama analisis adalah menguraikan karakteristik risiko pasar yang diukur melalui model *Value at Risk* (VaR), serta mengevaluasi tingkat akurasi model tersebut berdasarkan jumlah kegagalan (*failure rate*) melalui uji *Backtesting*. Desain *ex post facto* diterapkan karena peneliti tidak memiliki kendali langsung terhadap variabel penelitian, di mana fenomena guncangan makroekonomi (seperti pandemi Covid-19) dan pergerakan harga saham historis merupakan peristiwa yang telah terjadi secara alami di masa lalu, sehingga peneliti hanya melakukan observasi serta pengukuran kuantitatif terhadap data historis tersebut [17]. Data yang digunakan adalah data kuantitatif sekunder berupa harga penutupan saham harian (*daily closing price*) yang diperoleh melalui studi kepustakaan dan dokumentasi sumber daring resmi Yahoo Finance (www.finance.yahoo.com). Penentuan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* dari total populasi 46 saham bank yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI). Kriteria sampel yang ditetapkan meliputi bank yang masuk dalam kategori Kelompok Bank berdasarkan Modal Inti (KBMI) IV dengan modal inti di atas Rp70 triliun sesuai POJK Nomor 12/POJK.03/2021 tentang Bank Umum, serta telah aktif diperdagangkan di bursa secara konsisten sejak Desember 2012 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Sampel Saham Penelitian

No.	Kode Saham	Nama Bank
1	BBCA	PT Bank Central Asia Tbk
2	BBRI	PT Bank Rakyat Indonesia Tbk
3	BMRI	PT Bank Mandiri Tbk
4	BBNI	PT Bank Negara Indonesia Tbk

Sumber: diolah Peneliti, (2026)

Mengikuti pendekatan yang digunakan oleh [18] dan [13] dalam perbandingan estimator volatilitas, setiap metode memiliki persyaratan yang berbeda - beda. Unit analisis dalam penelitian ini adalah return harian yang diolah dari harga penutupan saham harian dari Januari 2013 hingga Desember 2021. Dengan periode yang dibagi sebagai berikut:

1. Periode estimasi: Januari 2013 – Desember 2015 (733 hari)

Periode ini sebagai periode estimasi atau in-sample, yang berlangsung selama 733 hari dari Januari 2013 hingga Desember 2015. Periode ini diambil karena data pasar yang stabil sebagai fondasi model perhitungan VaR dibentuk.

2. Periode uji: Januari 2016 – Desember 2021 (1508 hari)

Pada periode ini dibagi menjadi 2 bagian, diantaranya; Periode stabil (Januari 2016 – Desember 2018) yang berlangsung 761 hari dan Periode Covid-19 (Januari 2019 – Desember 2021) yang berlangsung 747 hari. Hasil perhitungan model VaR akan diuji melalui *Backtesting* (Christofferson), yang akan mengevaluasi performa masing-masing metode VaR pada kondisi pasar yang berbeda.

Pengolahan data dibantu dengan *software* Eviews 13 dan Microsoft Excel. Data harga penutupan saham harian yang telah diperoleh akan melalui beberapa proses sebagai berikut:

- 2.1. Persiapan dan pengujian asumsi data

Data return saham harian akan melalui pengujian asumsi data berupa uji stasioneritas dan uji normalitas data sebagai syarat untuk estimasi model VaR. Berikut ini adalah langkah-langkah pengujian asumsi data:

- 1) Menghitung *return* (R_t) harian masing-masing saham pada seluruh periode dengan rumus sebagai berikut [19]:

$$R_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (1)$$

di mana R_t merepresentasikan tingkat *return* aset pada periode waktu t , P_t merupakan harga penutupan (*closing price*) aset pada periode t , dan P_{t-1} merupakan harga penutupan aset pada periode sebelumnya ($t - 1$).

- 2) Data *return* periode estimasi yang diperoleh akan melalui pengujian asumsi stasioneritas dan normalitas data. Stasioneritas data diuji menggunakan tes *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan hipotesis jika $p\text{-value} < 5\%$, maka H_0 ditolak, data stasioner. Normalitas diuji menggunakan tes Jarque-Berra dengan hipotesis $p\text{-value} < 5\%$, maka H_0 ditolak, data tidak berdistribusi normal. Jika data tidak stasioner diperlukan *differencing* sedangkan jika tidak normal, terkhusus untuk metode parametrik, perlu menggunakan koreksi *Cornish-Fisher Expansion* [20].

$$w_\alpha = z_\alpha + \frac{1}{6}(z_\alpha^2 - 1)S + \frac{1}{24}(z_\alpha^3 - 3z_\alpha)(K - 3) - \frac{1}{36}(2z_\alpha^3 - 5z_\alpha)S^2 \quad (2)$$

Dalam persamaan tersebut, w_α merepresentasikan nilai kuantil terkoreksi pada tingkat signifikansi α , z_α adalah nilai kuantil dari distribusi normal standar, S melambangkan koefisien *skewness* (kemiringan), dan K melambangkan koefisien *kurtosis* (keruncingan) dari data *return*.

2.2. Perhitungan dan analisis VaR Parametrik

Setelah pengujian stasioneritas dan normalitas data dilakukan, data yang sudah memenuhi syarat akan dilanjutkan ke pemodelan VaR Parametrik berikut:

- 1) Pemodelan (VaR Variance - Covariance)

Metode Variance-Covariance merupakan pendekatan parametrik yang mengasumsikan data *return* aset berdistribusi normal [21]. Potensi kerugian maksimum diestimasi berdasarkan parameter rata-rata (μ_t) dan simpangan baku (σ_t) dari data historis. Standar deviasi atau volatilitas aset dihitung menggunakan formula:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \mu_t)^2} \quad (3)$$

σ_t merepresentasikan nilai deviasi standar pada periode t , R_t adalah tingkat *return* aset pada periode t , μ_t merupakan rata-rata (*mean*) *return* aset, dan n menunjukkan jumlah observasi dalam periode pengamatan. Nilai VaR untuk tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ kemudian ditentukan melalui persamaan:

$$\text{VaR}_{(1-\alpha),t} = \mu_t - \sigma_t \cdot w_\alpha \quad (4)$$

di mana w_α merupakan nilai kuantil dari distribusi normal standar pada tingkat signifikansi α .

- 2) *Forecasting* (VaR Variance - Covariance)

Untuk mengakomodasi sifat volatilitas pasar yang dinamis (*time-varying volatility*), teknik peramalan jendela bergerak (*Rolling Window*) diterapkan dengan panjang 250 hari perdagangan bursa dalam satu tahun dengan dasar model dari periode uji. Estimasi volatilitas untuk hari ke- $(t + 1)$ diproyeksikan berdasarkan data historis 250 hari sebelumnya, di mana jendela observasi akan bergeser satu hari ke depan (*roll forward*) secara konsisten sepanjang periode pengujian.

2.3. Perhitungan dan analisis VaR Non-Parametrik

Metode ini tidak memerlukan asumsi normalitas karena model mengestimasi berdasarkan distribusi data empiris sehingga setelah pengujian stasioneritas. Estimasi VaR dilakukan dengan menentukan persentil *return* historis sesuai taraf kepercayaan yang diinginkan, sehingga model secara inheren mampu merangkum risiko *fat-tail* dan gejolak harga di masa [22]. Data akan dimodelkan ke Non-Parametrik sebagai berikut:

1) *Pemodelan (VaR Historical Simulation)*

Metode *Historical Simulation* merupakan pendekatan non-parametrik yang bekerja dengan asumsi bahwa pola pergerakan harga historis dapat merepresentasikan potensi risiko di masa depan. Kelebihan utama metode ini adalah kemampuannya menangkap karakteristik *fat tails* (ekor gemuk) dan *skewness* (kemiringan) distribusi data keuangan tanpa bergantung pada asumsi normalitas [23]. Secara teknis, data return harian dalam periode observasi (n) dikumpulkan dan diurutkan secara *ascending* dari nilai terkecil hingga terbesar ($R_{(1)}, R_{(2)}, \dots, R_{(n)}$). Posisi kuantil (k) yang merepresentasikan tingkat signifikansi α ditentukan melalui persamaan:

$$k = \alpha \times n \quad (5)$$

Nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ adalah nilai *return* aktual yang berada pada posisi urutan ke- k tersebut, yang dirumuskan dengan:

$$\text{VaR}_{\alpha,t} = R_{(k)} \quad (6)$$

2) *Forecasting (VaR Historical Simulation)*

Untuk menangkap perubahan struktur pasar secara dinamis, peramalan risiko dilakukan menggunakan skema jendela bergerak (*Rolling Window*) diterapkan dengan panjang 250 hari perdagangan bursa dalam satu tahun dengan dasar model dari periode uji. Proses proyeksi untuk hari ke- $(t + 1)$ diawali dengan mengambil data return aktual dari 250 hari sebelumnya ($m = 250$), kemudian mengurutkan seluruh data di dalam jendela tersebut dari yang terkecil hingga terbesar. Nilai prediksi VaR_{t+1} diambil langsung dari nilai persentil ke- α dari distribusi empiris tersebut. Prosedur ini diulang dengan menggeser jendela data satu langkah ke depan (*roll forward*) setiap harinya hingga akhir periode pengujian, sehingga estimasi risiko menjadi sangat responsif terhadap gejolak pasar terbaru.

2.4. Perhitungan dan analisis VaR Semi-Parametrik

Metode ini gabungan dari metode Parametrik dan Non-Parametrik, setelah dilakukan kedua pengujian asumsi, maka data dapat dimodelkan dengan langkah yang lebih kompleks daripada metode sebelumnya, sebagai berikut:

1) Pengujian autokorelasi data return

Tahapan awal dalam pemodelan data deret waktu (*time series*) dilakukan untuk mendeteksi keberadaan autokorelasi, yaitu korelasi antara nilai data *return* saham perbankan pada waktu tertentu dengan nilai data itu sendiri pada periode sebelumnya (*lag*). Pengujian statistik diterapkan menggunakan uji *Ljung-Box Q-statistic* dan didasarkan pada kriteria keputusan di mana jika nilai probabilitas *Q-statistic* pada lag tertentu $< 5\%$, maka hipotesis nol (H_0) ditolak, sehingga data menunjukkan adanya autokorelasi. Penolakan H_0 menunjukkan bahwa data *return* saham bank KBMI IV memiliki pola dependensi linier yang dapat dimodelkan lebih lanjut melalui persamaan rata-rata (*Mean Equation*).

2) Pemilihan ordo ARMA

Setelah dependensi linier atau autokorelasi terkonfirmasi pada data *return*, langkah berikutnya adalah menentukan spesifikasi ordo model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) (p, q) yang paling optimal untuk persamaan rata-rata. Penentuan ordo ini menggunakan pendekatan iteratif Box-Jenkins yang meliputi beberapa langkah:

- Identifikasi Model Tentatif: Mengamati pola *cut-off* pada grafik PACF untuk menentukan ordo $\text{AR}(p)$ dan pola *cut-off* pada grafik ACF untuk menentukan ordo $\text{MA}(q)$.
- Estimasi dan Evaluasi Kandidat: Menguji beberapa kombinasi model kompetitor secara simultan (seperti $\text{ARMA}(1,0)$, $\text{ARMA}(0,1)$, atau $\text{ARMA}(1,1)$).
- Kriteria Parsimoni: Model terbaik dipilih berdasarkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Schwarz Criterion* (SIC) yang paling minimum.
- Uji Signifikansi dan Diagnostik: Koefisien parameter AR dan MA yang terpilih wajib signifikan secara statistik ($p\text{-value} < 5\%$), serta harus menghasilkan sisaan (*residual*) yang telah bersih atau bersifat *white noise*/ tidak ada autokorelasi.

3) Pengujian heterokedastisitas

Prasyarat mutlak sebelum menerapkan model GARCH adalah membuktikan adanya gejala heteroskedastisitas, yaitu kondisi di mana varians dari sisaan model ARMA tidak konstan sepanjang waktu atau mengandung efek ARCH (*ARCH Effect*). Pengujian formal dilakukan secara ketat menggunakan uji *ARCH-Lagrange Multiplier* (ARCH-LM) untuk mendeteksi keberadaan korelasi serial pada kuadrat residu. Berdasarkan hipotesis pengujian statistik, jika nilai probabilitas dari $Obs \times R^2$ (*p-value*) lebih kecil dari taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$), maka hipotesis nol (H_0) yang menyatakan residu bersifat homoskedastisitas (tidak ada efek ARCH) ditolak. Penolakan H_0 mengonfirmasi bahwa residu persamaan rata-rata saham perbankan mengandung efek ARCH, sehingga pemodelan volatilitas bersyarat menggunakan keluarga model GARCH perlu dilakukan.

4) Pemilihan model *GARCH Family Model*

Untuk menyusun persamaan varians (*Variance Equation*), penelitian ini melakukan analisis komparatif terhadap beberapa spesifikasi model GARCH, baik yang bersifat simetris maupun asimetris, yaitu ARCH, GARCH, TGARCH, dan EGARCH. Pemilihan model terbaik (*Best Fitting Model*) dinilai secara komprehensif berdasarkan kombinasi kriteria berikut:

- Kriteria Informasi dan *Likelihood*: Memilih spesifikasi model yang menghasilkan nilai AIC dan SIC paling minimum, serta memaksimalkan fungsi nilai *Log-Likelihood*.
- Signifikansi Parameter: Seluruh koefisien dalam persamaan varians (konstanta ω , komponen ARCH α , komponen GARCH β , serta parameter asimetris γ) dipersyaratkan signifikan secara statistik (*p-value* < 5%).
- Uji Diagnostik Akhir: Model GARCH yang terpilih harus mampu memurnikan sisaan, yang dibuktikan dengan hilangnya efek ARCH pada residu yang telah distandardisasi (*standardized residuals*) melalui pengujian ulang ARCH-LM di tahap akhir.
- Model yang lolos kriteria ini dianggap paling akurat dalam menangkap karakteristik volatilitas harian saham bank KBMI IV, termasuk dalam mendeteksi keberadaan efek pengungkit (*leverage effect*) saat pasar mengalami guncangan.

5) *Forecasting (VaR Filtered Historical Simulation)*

Penelitian ini menerapkan metode *Filtered Historical Simulation* (FHS) sebagai pendekatan semi-parametrik yang mengombinasikan keunggulan pemodelan parametrik GARCH untuk menangkap volatilitas bersyarat (*volatility clustering*) dengan fleksibilitas non-parametrik dari Simulasi Historis untuk mengakomodasi bentuk distribusi data yang tidak normal (*fat tails*) [24]. Tahapan peramalan VaR_{t+1} dilakukan melalui mekanisme berikut:

- Proses Filtering (Standardisasi Residu): Efek kluster volatilitas pada data historis dinetralkan melalui proses penyaringan (*devolatilization*), yaitu membagi data *return* aktual (R_t) dengan volatilitas kondisional (σ_t) hasil estimasi model GARCH terbaik guna menghasilkan residu terstandarisasi (z_t) yang bersifat *independent and identically distributed* (i.i.d) melalui persamaan:

$$z_t = \frac{R_t}{\sigma_t} \quad (7)$$

- Penentuan Kuantil Residu Empiris: Berbeda dengan metode parametrik yang mengasumsikan distribusi normal murni, metode FHS membiarkan data membentuk distribusinya sendiri. Himpunan residu terstandarisasi $\{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ diurutkan secara *ascending*, lalu diambil nilai kuantil empiris pada persentil ke- α ($\text{Quantile}(z, \alpha)$). Jika data memiliki karakteristik *fat tails*, nilai kuantil empiris ini akan lebih negatif dibandingkan nilai kritis normal standar sehingga menghasilkan estimasi risiko yang lebih konservatif.
- Peramalan Volatilitas dan Perhitungan VaR (*Re-volatilization*): Nilai volatilitas bersyarat untuk satu hari ke depan (σ_{t+1}) diproyeksikan menggunakan persamaan varians model GARCH terbaik sebagai faktor skala (*scaling factor*) kondisi pasar terkini. Nilai akhir peramalan VaR harian selama periode pengujian dihitung dengan mengalikan hasil ramalan volatilitas terhadap kuantil residu empiris tersebut melalui proses *re-volatilization* dengan rumus:

$$VaR_{t+1} = \sigma_{t+1} \times \text{Quantile}(z, \alpha) \quad (8)$$

Dimana Z_t adalah *standardized return* pada periode t , R_t merupakan tingkat *return* aset, σ_t adalah estimasi volatilitas, VaR_{t+1} merupakan proyeksi kerugian maksimum pada periode $t + 1$, σ_{t+1} adalah volatilitas yang diprediksi untuk periode mendatang, dan $\text{Quantile}(z, \alpha)$ adalah nilai kuantil dari distribusi *residual* pada tingkat signifikansi α .

2.5. Pengujian Backtesting

Backtesting merupakan tahap akhir dari pemodelan *Value at Risk* (VaR) yang digunakan untuk mengevaluasi akurasi dan keandalan model melalui perbandingan empiris antara kerugian prediksi (*predicted losses*) dan kerugian aktual (*actual losses*) pada periode pengujian (*out-of-sample period*). Pengujian ini menerapkan kerangka kerja komprehensif *Joint Test* (*Christoffersen Conditional Coverage Test*) yang mengintegrasikan frekuensi sekaligus pola sebaran kegagalan melalui dua komponen utama [25].

Komponen pertama, *Unconditional Coverage Test*, menilai kesesuaian jumlah pelanggaran VaR (*failure rate*) terhadap tingkat signifikansi (α) ekspektasi model. Proporsi pelanggaran aktual dihitung menggunakan persamaan $\hat{p} = \frac{N_1}{T}$, di mana N_1 mewakili jumlah pelanggaran dan T adalah total observasi. Statistik uji *Likelihood Ratio* (LR_{uc}) diformulasikan sebagai berikut:

$$LR_{uc} = -2 \ln \left[\frac{(1-\alpha)^{T-N_1} \alpha^{N_1}}{(1-\hat{p})^{T-N_1} \hat{p}^{N_1}} \right] \quad (9)$$

Nilai LR_{uc} mengikuti distribusi *Chi-Square* (χ^2) derajat bebas 1, di mana model VaR dinyatakan akurat jika nilai *p-value* > 5%. Komponen kedua, *Independence Test*, mengevaluasi keacakan sebaran kegagalan menggunakan statistik uji LR_{ind} untuk memastikan pelanggaran VaR bersifat independen dan tidak mengelompok (*clustering*) akibat persistensi pasar. Integrasi akhir dari kedua komponen ini membentuk uji gabungan *Conditional Coverage Likelihood Ratio* yang dirumuskan melalui :

$$LR_{cc} = LR_{uc} + LR_{ind} \quad (10)$$

Akurasi model VaR dinyatakan valid secara menyeluruh jika nilai *p-value* > 0,05 dan model VaR dinyatakan valid secara menyeluruh jika nilai hitung $LR_{cc} \leq 5,991$. Namun, jika pengujian statistik diperketat menggunakan signifikansi 1% ($\alpha = 0,01$), nilai batas kritis tabel *Chi-Square* bergeser menjadi sebesar 9,210, di mana model risiko dikategorikan akurat apabila nilai hitung $LR_{cc} \leq 9,210$ atau menghasilkan nilai *p-value* > 0,01.

Sebagai langkah pelengkap yang komprehensif, analisis tingkat keparahan (*severity*) dihitung berdasarkan konsep *loss beyond VaR* untuk mengukur magnitudo selisih matematis antara estimasi VaR dan kerugian aktual pada hari-hari terjadinya pelanggaran. Pendekatan ini memastikan deteksi yang akurat terhadap potensi guncangan *underestimation* risiko ekstrem, sehingga keandalan ketiga model VaR pada saham bank KBMI IV lintas kondisi ekonomi dapat terpetakan secara objektif dan mendalam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Rangkuman Hasil Pengujian *Validity* (*Conditional Coverage Test*)

Ticker	Validity							
	5%				1%			
	Parametrik	Non-Parametrik	Semi-Parametrik		Parametrik	Non-Parametrik	Semi-Parametrik	
			Normal	Student-t			Normal	Student-t
Panel A: 2016 - 2018 (Periode Stabil)								
BBRI	7,413105	7,413105	13,44474	12,67737	3,120079	3,997008	3,358852	3,358852
BBCA	1,727185	1,727185	19,50576	7,816126	0,457989	0,956703	2,134248	2,134248
BBNI	3,062741	0,024774	0,895706	3,06511	7,782025	6,254405	9,443024	4,868488
BMRI	9,344562	8,492407	3,06511	0,360178	3,168035	3,997008	4,730327	0,457989
Panel B: 2019 - 2021 (Periode Covid-19)								
8BBRI	23,2254	23,2254	2,72839	4,232587	9,078097	14,66506	0,162945	0,210335
BBCA	6,113137	9,853598	11,93688	11,93688	3,229755	3,143381	2,00252	5,720107
BBNI	16,52143	22,2524	8,341017	11,25989	4,798093	22,57955	16,08306	10,51921
BMRI	8,869754	10,81077	2,72839	0,753765	3,875343	14,95554	4,136013	3,847383

Sumber: diolah Peneliti (2026)

Evaluasi komprehensif terhadap keandalan pengujian model dilakukan melalui analisis komparatif performa uji gabungan *Conditional Coverage* (LR_{cc}) antara Panel A (Periode Stabil 2016 - 2018) dan Panel B (Periode Covid-19 2019 - 2021). Pada Tabel 3, kondisi pasar normal atau periode stabil (Panel A), hasil pengujian dengan taraf nyata 5% (batas kritis 5,991) menunjukkan bahwa pendekatan parametrik dan non-parametrik (*Historical Simulation*) secara konsisten terbukti akurat dalam mengestimasi risiko pasar saham BBKA dan BBNI. Keberhasilan model parametrik pada periode normal ini memperkuat temuan empiris [10] yang membuktikan bahwa metode Varian-Kovarian (parametrik) mampu menghasilkan estimasi VaR yang valid dan akurat (khususnya pada tingkat kepercayaan 95%) di bawah kondisi pasar yang stabil. Hal ini tecermin dari nilai hitung LR_{cc} saham BBKA (1,727) dan BBNI (3,062 untuk parametrik; 0,024 untuk non-parametrik) yang berada jauh di bawah ambang batas penolakan. Sebaliknya, emiten BBRI (7,413) dan BMRI (9,344 untuk parametrik; 8,492 untuk non-parametrik) mengalami kegagalan estimasi pada kedua metode konvensional tersebut karena adanya penetapan risiko yang tidak mampu mengimbangi fluktuasi harga lokal.

Namun, penggunaan metode semi-parametrik *Filtered Historical Simulation* (FHS) pada periode stabil memberikan hasil yang bervariasi. Pendekatan FHS dengan asumsi distribusi *Student-t* memberikan status validitas saham BMRI secara mutlak dengan nilai LR_{cc} yang sangat minim (0,360), namun berbalik menghasilkan penolakan pada saham BBRI (12,677) dan BBKA (7,816) akibat sifat pemodelannya yang terlampaui konservatif (*overestimation* risiko). Ketika parameter ambang batas keputusan dilonggarkan ke taraf pengujian 1% (batas kritis 9,210), hampir seluruh kombinasi model pada periode stabil bertransformasi menjadi valid (berwarna hijau). Fenomena ini menyisakan model FHS-Normal pada saham BBNI sebagai satu-satunya sistem yang gagal memenuhi kriteria keandalan dengan nilai LR_{cc} sebesar 9,443.

Memasuki fase krisis akibat hantaman guncangan pandemi Covid-19 (Panel B), terjadi pergeseran ekstrem pada performa dan akurasi masing-masing alat ukur risiko di sektor perbankan KBMI IV. Metode parametrik konvensional dan *Historical Simulation* non-parametrik mengalami kegagalan total pada seluruh emiten bank besar di bawah pengujian taraf nyata 5%. Nilai statistik hitung LR_{cc} melonjak melampaui batas aman 5,991, dengan penolakan tertinggi ditemukan pada saham BBRI (23,225) dan BBNI (16,521 untuk parametrik; 22,252 untuk non-parametrik). Kegagalan masif ini membuktikan secara empiris bahwa kedua metode konvensional tersebut mengalami *underestimation* risiko yang parah akibat ketidakmampuannya beradaptasi secara instan terhadap lonjakan volatilitas asimetris dan fenomena ekor gemuk (*fat tails*) yang dipicu oleh kepanikan pasar selama pandemi. Kegagalan sistemik ini didukung kuat oleh [13] yang menemukan bahwa di bawah peristiwa ekstrem (*Black Swan* seperti Covid-19), metode VaR tradisional secara konsisten gagal menangkap ekor distribusi dan sangat meremehkan (*underestimate*) potensi kerugian ekstrem pasar.

Meskipun demikian, kegagalan *Historical Simulation* pada pengujian empiris ini membuka ruang perdebatan akademis (*academic gap*), mengingat beberapa studi terbaru mencontohkan hasil yang sangat bertolak belakang. Penelitian [26] serta [11] yang mengkaji saham perbankan di masa krisis Covid-19 menyimpulkan bahwa berdasarkan uji *backtesting*, metode *Historical Simulation* justru masih dapat diterima dan terbukti akurat dalam mengestimasi VaR. Namun, data dalam evaluasi ini membuktikan bahwa volatilitas tinggi pada periode Covid-19 ini berhasil diestimasi secara optimal oleh model semi-parametrik FHS. Integrasi penyaringan komponen ARCH/GARCH dalam FHS terbukti *robust* dalam menangkap struktur *volatility clustering*. Efektivitas penggunaan pemodelan ini ditegaskan oleh [8], yang menyatakan bahwa model GARCH (terutama asimetris) sangat krusial karena mampu mengakomodasi efek *leverage* dan menjelaskan mengapa volatilitas pasar melonjak jauh lebih tinggi secara ekstrem selama guncangan krisis. Hal ini dibuktikan oleh lolosnya saham BBRI dan BMRI dari uji validitas 5% menggunakan FHS-Normal (2,728) serta FHS-*Student-t* (4,232 untuk BBRI; 0,753 untuk BMRI).

Ketika dievaluasi lebih lanjut pada taraf pengujian 1% (batas kritis 9,210) di masa krisis, keunggulan model semi-parametrik FHS semakin mendominasi sektor perbankan. Saham BBRI dan BMRI tercatat dapat mempertahankan status validitasnya di seluruh model FHS dengan nilai LR_{cc} yang sangat aman mendekati nol (0,162 dan 0,210 untuk BBRI; 4,136 dan 3,847 untuk BMRI). Saham BBKA pun memperlihatkan resiliensi yang kuat di bawah pengujian 1%, di mana model FHS-Normal (2,002) dan FHS-*Student-t* (5,720) terbukti akurat dalam mengantisipasi risiko pasar terburuknya. Di sisi lain, saham BBNI tercatat sebagai emiten yang memiliki sensitivitas risiko pasar paling rentan selama pandemi Covid-19; saham ini gagal memulihkan status validitasnya baik pada metode non-parametrik (22,579) maupun seluruh variasi metode FHS (16,083 untuk FHS-Normal; 10,519 untuk FHS-*Student-t*) karena intensitas pelanggaran

yang melampaui batas toleransi teoretis model. Secara teoretis, temuan lintas periode ini menegaskan bahwa tidak ada satu pun metode VaR yang bersifat unggul secara absolut di setiap kondisi ekonomi. Metode parametrik dan non-parametrik efisien digunakan saat kondisi industri perbankan berada dalam fase makro yang stabil, namun model gabungan semi-parametrik seperti *Filtered Historical Simulation* menjadi instrumen manajemen risiko yang andal diimplementasikan guna menjaga stabilitas modal dan akurasi prediksi ketika pasar modal dihadapkan pada situasi krisis ekstrem.

Tabel 4. Rangkuman Gabungan Hasil Pengujian *Validity* dan *Severity Taraf Signifikansi 5%*

Validity and Severity				
Ticker	5%			
	Parametrik	Non-Parametrik	Semi-Parametrik	
			Normal	Student-t
Panel A: 2016 - 2018 (Periode Stabil)				
BBRI	-5,292%	-5,292%	-3,011%	-2,968%
BBCA	-26,191%	-28,524%	-10,337%	-15,382%
BBNI	-10,787%	-9,441%	-7,025%	-5,904%
BMRI	-56,281%	-46,728%	-30,698%	-34,276%
Panel B: 2019 - 2021 (Periode Covid-19)				
BBRI	-8,488%	-8,488%	-3,033%	-2,876%
BBCA	-48,138%	-36,916%	-14,508%	-13,604%
BBNI	-12,302%	-12,697%	-8,007%	-6,507%
BMRI	-66,929%	-61,709%	-39,620%	-42,981%

Sumber: diolah Peneliti (2026)

Tabel 5. Rangkuman Gabungan Hasil Pengujian *Validity* dan *Severity Taraf Signifikansi 1%*

Validity and Severity				
Ticker	1%			
	Parametrik	Non-Parametrik	Semi-Parametrik	
			Normal	Student-t
Panel A: 2016 - 2018 (Periode Stabil)				
BBRI	-1,234%	-1,616%	-1,026%	-1,078%
BBCA	-5,182%	-5,018%	-0,942%	-2,699%
BBNI	-2,747%	-2,739%	-3,614%	-2,720%
BMRI	-11,684%	-14,215%	-12,976%	-11,813%
Panel B: 2019 - 2021 (Periode Covid-19)				
BBRI	-1,147%	-1,038%	-0,256%	-0,521%
BBCA	-8,574%	-10,834%	-2,446%	-0,995%
BBNI	-2,268%	-2,650%	-4,647%	-3,716%
BMRI	-14,804%	-17,365%	-17,996%	-14,915%

Sumber: diolah Peneliti (2026)

Sebagai analisis lanjutan dari evaluasi frekuensi dan independensi kegagalan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5 di atas, pengukuran tingkat keparahan (*severity*) pelanggaran dipetakan secara kuantitatif untuk mengukur rata-rata persentase magnitudo kerugian yang melampaui batas estimasi model (*loss beyond VaR*). Berdasarkan pemetaan data empiris pada model-model yang dinyatakan valid (sel berwarna hijau), analisis *severity* membuktikan bahwa pemilihan spesifikasi model yang akurat mampu menekan magnitudo kerugian ekstrem pasar secara signifikan. Pada Tabel 4 kondisi pasar normal atau periode stabil (Panel A: 2016–2018), pendekatan kuantitatif menunjukkan bahwa pertahanan risiko modal PT Bank Central Asia Tbk (BBCA) berada pada level paling optimal ketika menggunakan model Parametrik dengan modifikasi *Cornish-Fisher* pada taraf pengujian 5%. Model ini mencatatkan efisiensi *severity* kerugian minimum sebesar -26,1909%.

Sementara itu, untuk saham PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk (BBNI), estimasi risiko yang paling presisi bergeser pada spesifikasi semi-parametrik *Filtered Historical Simulation* (FHS) berbasis distribusi *Student-t*. Model FHS *Student-t* tersebut dapat mengestimasi tingkat keparahan risiko BBNI sebesar -5,9045% pada taraf nyata 5%, dan menyusut hingga menyentuh angka -2,7201% ketika dievaluasi lebih ketat pada taraf nyata 1%. Di sisi lain, fluktuasi harga saham PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk (BBRI) dan PT Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) selama periode stabil memberikan pola akurasi yang berbeda. Saham BBRI menuntut

pendekatan pemodelan yang lebih ketat, di mana tingkat *severity* kerugian minimumnya baru tercapai pada pengujian 1% menggunakan model FHS-Normal sebesar -1,0259%. Sebaliknya, volatilitas pada saham BMRI berhasil diredam secara sempurna melalui model gabungan FHS-Normal pada taraf pengujian 5% dengan mencatatkan nilai magnitudo keparahan terkendali sebesar -30,6985%, serta bergeser secara linear pada spesifikasi Parametrik dengan nilai *severity* sebesar -11,6842% di taraf pengujian 1%.

Memasuki fase krisis makroekonomi akibat hantaman guncangan pandemi Covid-19 (Panel B: 2019-2021), urgensi penekanan magnitudo *severity* menjadi parameter krusial bagi manajemen aset perbankan untuk menghindari fenomena *underestimation risk* yang dapat menggerus kecukupan modal. Di tengah tingginya volatilitas pasar selama krisis, model gabungan semi-parametrik FHS terbukti mendominasi efisiensi pengelolaan risiko *tail risk* perbankan. Melalui penetapan filter volatilitas bersyarat ARCH/GARCH, model FHS *Student-t* berhasil mengamankan pertahanan modal saham BBRI dengan mencatatkan tingkat keparahan kerugian terendah sebesar -2,8765% pada tingkat pengujian 5%. Ketika dievaluasi pada pengujian 1% di masa krisis, performa model FHS-Normal pada saham BBRI tampil semakin dominan dengan menekan *severity* hingga menyentuh level ekstrem rendah sebesar -0,2560%. Hal ini mengindikasikan apabila divisi *treasury* mengelola eksposur portofolio saham senilai Rp1 triliun dengan VaR 99%, maka pada periode tersebut portofolio memiliki potensi untuk mengalami kerugian lebih dari estimasi VaR 99% hanya mencapai nilai kisaran Rp2,56 Miliar dalam periode tersebut.

Konsistensi ketahanan yang impresif juga ditunjukkan oleh saham BBKA selama turbulensi pandemi berlangsung. Risiko pasar saham BBKA berhasil diestimasi secara optimal oleh model gabungan FHS *Student-t*, yang menghasilkan batas keparahan minimum masing-masing sebesar -13,6040% pada taraf pengujian 5% dan sebesar -0,9945% pada taraf pengujian 1%. Selanjutnya, saham BMRI mencatatkan level resiliensi modal terbaiknya di masa krisis melalui pengaplikasian model FHS-Normal pada pengujian 5% dengan tingkat *severity* sebesar -39,6196%, serta model Parametrik pada pengujian 1% dengan capaian angka keparahan sebesar -14,8043%. Karakteristik unik berbalik diperlihatkan oleh saham BBNI yang tercatat sebagai emiten dengan tingkat kerentanan paling sensitif selama krisis makroekonomi. Saham BBNI tidak mampu merespons filter model secara optimal pada rumpun non-parametrik maupun FHS, namun mampu menyeimbangkan parameter risikonya di bawah pemodelan Parametrik konvensional pada tingkat pengujian 1% dengan tingkat *severity* akhir sebesar -2,2685%. Dari perspektif fundamental keuangan, anomali volatilitas BBNI pada masa krisis tersebut terkonfirmasi oleh guncangan ekstrem pada aspek efisiensi operasional dan profitabilitasnya. Berdasarkan data historis kinerja bank, BBNI mencatatkan lonjakan rasio Biaya Operasional terhadap Pendapatan Operasional (BOPO) tertinggi di kelompok KBMI IV, memburuk secara drastis dari 73,20% pada tahun 2019 menjadi 93,30% pada puncak pandemi di tahun 2020 akibat tingginya beban pencadangan kerugian. Tekanan efisiensi ini berimbas langsung pada jatuhnya *Return on Equity* (ROE) BBNI ke terendah sebesar 2,98% di tahun 2020, terpuruk sangat jauh dibandingkan bank lain seperti BBKA (14,70%) maupun BMRI (9,36%). Pemburuan fundamental yang ekstrem dan direspons secara panik oleh pelaku pasar ini menciptakan pergerakan harga saham yang liar (*erratic*) dan memicu patahan struktural (*structural break*) pada deret waktu.

Secara teoretis dan praktis, temuan integratif dari visualisasi data tabel ini menegaskan relevansi pendekatan *loss beyond VaR* yang dibahas pada penelitian oleh [27] serta [14]. Hasil empiris membuktikan bahwa pengujian keandalan sistem manajemen risiko instansi keuangan tidak boleh bertumpu hanya pada kuantitas frekuensi kegagalan, melainkan wajib mengintegrasikan persentase nilai keparahannya. Pengaplikasian model semi-parametrik FHS terbukti bertindak sebagai instrumen manajemen risiko yang paling andal karena mampu meminimalkan *severity* kerugian nyata secara sistemik saat industri perbankan dihadapkan pada situasi krisis ekstrem.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini ditujukan untuk menjawab analisis mengenai akurasi dan perbandingan tiga model *Value at Risk* (VaR) pada empat saham perbankan sistemik KBMI IV lintas dua jenis volatilitas yang kontras. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada periode pasar stabil (2016-2018), pendekatan konvensional terbukti memadai untuk mengestimasi risiko pasar saham PT Bank Central Asia Tbk (BBKA) dan PT Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk (BBNI). Model Parametrik *Cornish-Fisher* menjadi spesifikasi paling optimal untuk saham BBKA dengan mempertahankan validitas statistik serta menghasilkan tingkat keparahan (*severity*) minimum sebesar -26,1909%.

Sementara itu, model gabungan semi-parametrik *Filtered Historical Simulation* (FHS) berbasis distribusi *Student-t* tampil sebagai model terbaik untuk mengestimasi risiko saham BBNI dengan nilai *severity* terkendali sebesar -5,9045% pada taraf 5% dan -2,7201% pada taraf 1%. Pada periode stabil ini, fluktuasi saham PT Bank Mandiri (Persero) Tbk (BMRI) juga berhasil diredam secara optimal oleh model FHS-Normal pada taraf 5% dengan nilai keparahan sebesar -30,6985%, sedangkan saham PT Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk (BBRI) menggunakan batas penetapan risiko yang lebih ketat dengan tingkat *severity* minimum sebesar -1,0259% di bawah pemodelan FHS-Normal pada taraf pengujian 1%. Sebaliknya, ketika pasar modal dihantam oleh guncangan ekstrem pandemi Covid-19 (2019–2021) sebagai bentuk *Black Swan event*, seluruh model tradisional parametrik dan non-parametrik mengalami kegagalan total secara sistemik pada keempat saham akibat fenomena *underestimation risk*. Di tengah turbulensi krisis tersebut, keunggulan model semi-parametrik FHS terbukti mendominasi sektor perbankan KBMI IV dalam mengelola risiko ekor (*tail risk*). Model FHS *Student-t* sukses memulihkan validitas sekaligus mencatatkan tingkat keparahan kerugian terendah bagi saham BBRI sebesar -2,8765% pada taraf 5%, yang kemudian menyusut pada model FHS-Normal sebesar -0,2560% pada taraf 1%. Pola resiliensi serupa ditunjukkan oleh saham BBKA melalui model FHS *Student-t* dengan batas keparahan minimum sebesar -13,6040% (taraf 5%) dan -0,9945% (taraf 1%). Saham BMRI juga memiliki performa model VaR terbaiknya di masa krisis melalui model FHS-Normal pada pengujian 5% dengan tingkat *severity* sebesar -39,6196%. Anomali unik ditemukan pada saham BBNI yang tercatat sebagai emiten paling sensitif selama pandemi, di mana parameter risikonya baru mampu diseimbangkan di bawah pemodelan Parametrik konvensional pada tingkat pengujian 1% dengan tingkat *severity* akhir sebesar -2,2685%. Hal ini dapat dijelaskan dengan memburuknya performa keuangan BBNI. Meskipun secara teoretis model FHS dirancang memiliki keunggulan untuk merespons guncangan volatilitas pasar dengan sangat cepat, sensitivitas ini justru menjadi kelemahan ketika dihadapkan pada data yang terlampau acak (*chaotic*). Rentetan guncangan ekstrem tanpa pola pada saham BBNI membuat filter GARCH di dalam model FHS menjadi terlalu reaktif (*over-reactive*). Hal ini menyebabkan model gagal mencapai titik konvergensi dan justru memproyeksikan estimasi risiko yang tidak realistis.

Aplikasi yang dapat dilakukan dari temuan ini adalah pemanfaatan model gabungan FHS pada divisi *treasury* perbankan untuk mendeteksi potensi guncangan modal secara seketika. Untuk memperkuat deteksi dini tersebut, komite audit dan manajemen risiko perbankan direkomendasikan untuk secara dinamis melakukan penyesuaian model VaR dengan indikator makroekonomi, khususnya ketika terjadi pergeseran dari kondisi ekonomi stabil menuju fase krisis dengan model VaR FHS yang terbukti stabil dalam perubahan kondisi pasar. Implikasi dari penelitian ini menegaskan bahwa kebijakan regulator maupun standar operasional internal bank dalam menetapkan pencadangan modal minimum tidak boleh hanya terpaku pada kuantitas frekuensi kegagalan, melainkan wajib mengintegrasikan persentase nilai keparahan aktual (*loss beyond VaR*). Terkait dengan kemampuan generalisasi temuan terhadap sektor perbankan secara luas, implikasi manajerial dari riset ini dapat bertindak sebagai *benchmark* yang sangat relevan bagi arsitektur perbankan nasional. Mengingat bank-bank KBMI IV menguasai mayoritas permodalan dan menjadi tulang punggung stabilitas sistemik, pola resiliensi risiko yang mereka tunjukkan merupakan proksi yang kuat untuk merepresentasikan arah industri keuangan secara makro. Walaupun demikian, adopsi kerangka pemodelan ini pada bank-bank di kelompok KBMI I hingga III tetap memerlukan kehati-hatian dan penyesuaian spesifikasi. Hal tersebut dikarenakan bank dengan kapitalisasi pasar yang lebih kecil cenderung memiliki tingkat likuiditas saham yang lebih rendah, frekuensi transaksi yang tidak merata, serta karakteristik risiko fundamental yang lebih asimetris, sehingga profil *tail risk* mereka tidak selalu berbanding lurus dengan bank sistemik. Terdapat dugaan bahwa karakteristik struktural dan tingkat likuiditas masing-masing saham bank KBMI IV, seperti tingkat volatilitas asimetris lokal, memengaruhi sensitivitas saringan model terhadap volatilitas, yang menjelaskan mengapa saham BBNI menunjukkan anomali respon pemodelan yang berbeda selama masa krisis.

Di sisi lain, penelitian ini memiliki ruang lingkup yang secara spesifik berfokus pada pemodelan pergerakan harga historis. Oleh sebab itu, tidak adanya analisis terkait indikator fundamental perbankan serta pasar diakui sebagai salah satu batasan dalam studi ini. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, analisis dapat dikembangkan dengan memperluas cakupan instrumen pada aset likuid lainnya di sektor keuangan, analisis faktor fundamental lainnya seperti rasio keuangan, dan menguji efektivitas model gabungan FHS yang dikombinasikan dengan pendekatan *Expected Shortfall* (ES) guna menangkap magnitudo kerugian ekstrem secara lebih baik, serta mengintegrasikan teknologi untuk meningkatkan kecepatan adaptasi filter volatilitas terhadap perubahan pasar yang mendadak.

REFERENCES

- [1] W. Vimelia, Riaman and Sukono, "Mean-Variance Portfolio Optimization with Lot Size Constraints in Energy Stocks: A Monte Carlo Approach," *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi*, 2025. doi:<https://doi.org/10.18860/cauchy.v10i1.32159>
- [2] Kustodian Sentral Efek Indonesia, "Statistik Pasar Modal Indonesia," 2025.
- [3] A. W. Putra and M. E. Wayan, "Financial Literacy, Risk Perception, and Investment Preferences: A Study on Millennials in Jakarta," *BISNIS & BIROKRASI: Jurnal Ilmu Administrasi Dan Organisasi*, 2023. doi:<https://doi.org/10.20476/jbb.v30i1.1315>
- [4] A. C. Kurniadi, T. F. Sutrisno and I. H. Kenang, "The Influence of Financial Literacy and Financial Behaviour on Investment Decision for Young Investor in Badung District, Bali," *Jurnal Manajemen, Strategi Bisnis dan Kewirausahaan*, 2022. doi:<https://doi.org/10.24843/matrik:jmbk.2022.v16.i02.p11>
- [5] M. R. R. Singadipoera and V. I. Dewi, "Analisis Value at Risk (VaR) pada Sektor Perdagangan Ritel Barang Konsumsi dengan Simulasi Monte Carlo," *Jurnal Manajemen Bisnis Dan Kewirausahaan*, 2023. doi:<https://doi.org/10.24912/jmbk.v7i6.24132>
- [6] G. A. Holton, *Value-at-Risk: Theory and Practice*, Second Edition, San Diego: Academic Press., 2013.
- [7] J. C. Hull, *Risk management and financial institutions* (6th ed.), John Wiley dan Sons, 2023.
- [8] G. C. Alam and B. Wibowo, "Comparative analysis of value-at-risk in market risk prediction in banks using GARCH volatility," *Quantitative Economics and Management Studies*, 2024. doi:<https://doi.org/10.35877/454RI.qems2661>
- [9] H. Lestdwinato, "Perbandingan Metode Value at Risk antara Metode Risk Metric, Historical Back Simulation, dan Monte Carlo Simulation dalam Rangka Memprediksi Risiko Investasi pada Properti Periode 2008-2014," *Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Perbankan*, pp. Vol. 2 No. 1 April 2016: 18-30, 2016. doi:<https://doi.org/10.35384/jemp.v2i1.64>
- [10] K. M. Anam and P. Kartikasari, "Pengukuran Value at Risk pada portofolio obligasi dengan metode varian - kovarian," *Jurnal Gaussian*, 9(4), pp. 434-443, 2021. doi:<https://doi.org/10.14710/j.gauss.v9i4.29012>
- [11] P. E. Astuti and T. Gunarsih, "Value - at - Risk analysis in risk measurement and formation of optimal portfolio in banking share," *JBTI: Jurnal Bisnis: Teori dan Implementasi*, pp. 103-114, 2021. doi:<https://doi.org/10.18196/jbti.v12i2.12263>
- [12] D. F. Hidayat and D. Hulu, "Analisis Risiko Pasar Value at Risk (VaR) dan Kinerja Keuangan PT Telkom," *Business and Investment Review (BIREV)*, 2025. doi:<https://doi.org/10.61292/birev.243>
- [13] L. Vadim, "How well Value at Risk and Average Value at Risk methods perform under Black Swan events," Erasmus School of Economics, 2023. <https://thesis.eur.nl/pub/66946/Thesis-VaR-BlackSwan-v5-Final.pdf>
- [14] M. Müller and M. B. Righi, "Comparing parametric, non-parametric and semi-parametric VaR models in Latin American bond and equity markets," *Computational Economics*, 2022. doi:<https://doi.org/10.1007/s10614-022-10330-x>
- [15] D. Maulana, K. Dharmawan and I. G. A. M. Srinadi, "Estimasi CVaR pada Portofolio Saham Menggunakan Metode GJR-EVT dengan Pendekatan D-Vine Copula," *E-Jurnal Matematika*, 2022. doi:<https://doi.org/10.24843/MTK.2022.v11.i02.p372>
- [16] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan RdanD*, Vols. Vol.4, No.2., Sidoarjo: Bandung: Alfabeta., 2020.
- [17] R. W. D. Paramita, N. Rizal and R. B. Sulistyan, *Metode Penelitian Kuantitatif*, WIDYA GAMA PRESS, 2019.

- [18] E. E. Husein, "Analisa perbandingan metode perhitungan Value at Risk untuk mata uang USD/IDR untuk periode 1 Januari 2018 - 31 Desember 2020 (Pendekatan estimator volatilitas return based dan range based) [," Universitas Padjadjaran, 2022.
- [19] L. Mufaridho, D. Susanawati and A. Nuraini, "Backtesting of the Value-at-Risk Based on GARCHModel(VaR-GARCH)in Measuring Stock Market Risk," *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 2026. doi:<https://doi.org/10.35580/eyqd4722>
- [20] D. A. I. Maruddani, Value at Risk untuk Pengukuran Risiko Investasi Saham Aplikasi dengan Program R, Ponorogo: WADE Group, 2019.
- [21] V. Waruwu and A. Supriyadi, "STUDI SAHAM TUNGGAL DAN PORTOFOLIO: ANALISIS VALUE AT RISKDENGAN METODE VARIANCE-COVARIANCE (SAHAM INDEKS IDX30)," *Jurnal Binapatria*, 2025. ISSN No. 1978-3787 Open Journal Systems
- [22] Solihatun, A., Gubu, L., Aswani, Cahyono, E., & Saidi, L. O. (2023). Perhitungan Value at Risk (VaR) pada Portofolio Saham IDX Sektor Keuangan (IDXFİNANCE) menggunakan Metode Simulasi Historis. *Jurnal Matematika, Komputasi, Dan Statistika*(10.33772/jmks.v3i1.32).
- [23] Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan RdanD* (Vols. Vol.4, No.2.). Sidoarjo: Bandung: Alfabeta.
- [24] Syalsabila, A., Ikhwana, N., Utomo, A. T., Rahmanda, L. R., & Rais, Z. (2025). Perbandingan Model Value-at-Risk (VaR) Hybrid GARCH-EVT dan Model Standar dalam Pengukuran Risiko Ekstrem pada Portofolio Saham Sektoral di Indonesia. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*. doi:<https://doi.org/10.35580/variasiunm461>
- [25] Vadim, L. (2023). *How well Value at Risk and Average Value at Risk methods perform under Black Swan events*. Erasmus School of Economics. Retrieved from <https://thesis.eur.nl/pub/66946/Thesis-VaR-BlackSwan-v5-Final.pdf>
- [26] Vimelia, W., Riaman, & Sukono. (2025). Mean-Variance Portfolio Optimization with Lot Size Constraints in Energy Stocks: A Monte Carlo Approach. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi*. doi:<https://doi.org/10.18860/cauchy.v10i1.32159>
- [27] Solihatun, A., Gubu, L., Aswani, Cahyono, E., & Saidi, L. O. (2023). Perhitungan Value at Risk (VaR) pada Portofolio Saham IDX Sektor Keuangan (IDXFİNANCE) menggunakan Metode Simulasi Historis. *Jurnal Matematika, Komputasi, Dan Statistika*(10.33772/jmks.v3i1.32).