

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam manajemen risiko keuangan, pengukuran risiko kuantitatif merupakan elemen krusial dalam mendukung pengambilan keputusan. Dua ukuran risiko yang paling banyak digunakan hingga saat ini adalah Value at Risk (VaR) dan Expected Shortfall (ES). Secara konseptual, VaR mengestimasi kerugian maksimum yang mungkin terjadi dalam suatu periode tertentu pada tingkat kepercayaan tertentu (misalnya 95% atau 99%). Sebagai contoh, VaR 99% sebesar X menunjukkan bahwa dengan tingkat keyakinan 99%, kerugian tidak akan melebihi X dalam kondisi pasar normal. Karena kemudahan perhitungan dan interpretasinya, VaR telah diadopsi secara luas dan menjadi standar global, termasuk dalam regulasi perbankan internasional seperti Basel II dan Basel III (Chen, 2018).

Expected Shortfall (ES), atau Conditional VaR, dikembangkan sebagai pelengkap VaR dengan sensitivitas yang lebih tinggi terhadap risiko ekstrem. ES mengukur rata-rata kerugian pada persentil terburuk di luar ambang VaR, sehingga mampu memberikan informasi mengenai besarnya kerugian ekstrem yang tidak tertangkap oleh VaR. Oleh karena itu, ES dipandang lebih relevan untuk memahami risiko ekor (tail risk), khususnya dalam konteks krisis keuangan.

Meskipun memiliki tujuan yang sama, VaR dan ES mempunyai karakteristik yang berbeda. VaR memiliki keterbatasan utama karena tidak memperhitungkan besarnya kerugian di luar ambang batas dan tidak memenuhi sifat coherent risk measure, terutama prinsip sub-additivity (Chen, 2018). Kondisi ini menyebabkan VaR berpotensi meremehkan manfaat diversifikasi serta mengestimasi risiko secara tidak akurat pada distribusi kerugian ekstrem. Sebaliknya, ES memenuhi prinsip koherensi dan secara eksplisit menangkap risiko kerugian ekstrem, sehingga dinilai lebih unggul dalam mengukur tail risk, terutama setelah pengalaman krisis keuangan global.

Kesadaran akan keterbatasan VaR mendorong regulator internasional untuk mengadopsi ES sebagai standar pengukuran risiko pasar. Kerangka Basel III, misalnya, merekomendasikan penggunaan ES pada tingkat kepercayaan 97,5% sebagai pengganti VaR 99% dalam perhitungan modal risiko pasar (Burdorf & Vuuren, 2018; Chen, 2018). Namun demikian, ES juga memiliki kelemahan, terutama dalam aspek backtesting, karena tidak memenuhi sifat elicibility seperti VaR, sehingga pengujian akurasi prediksinya secara empiris menjadi lebih menantang (Chen, 2018). Kondisi ini menunjukkan adanya trade-off antara kedua ukuran risiko tersebut, sehingga beberapa penelitian menyarankan penggunaan VaR dan ES secara paralel agar saling melengkapi (Chen, 2018).

Selain aspek metodologis, penelitian ini juga dilatarbelakangi oleh perubahan dinamika pasar keuangan akibat pandemi Covid-19. Pandemi tersebut diakui sebagai pemicu krisis pasar finansial tahun 2020, yang ditandai oleh penurunan tajam pasar saham global dan lonjakan volatilitas yang sangat tinggi

(Zhang, Hu, & Ji, 2020; Vo, Ho, & Dang, 2022). Selain itu, pandemi Covid-19 juga menyebabkan peningkatan ketidakpastian ekonomi global serta perubahan perilaku investor di pasar keuangan, yang tercermin dari meningkatnya volatilitas dan korelasi antar pasar keuangan selama periode krisis pandemi (Sharif, Aloui, & Yarovaya, 2020). Indikator volatilitas seperti CBOE Volatility Index (VIX) mencapai rekor tertinggi pada Maret 2020, mencerminkan kepanikan investor dan meningkatnya ketidakpastian pasar.

Selama fase awal pandemi, pasar keuangan menunjukkan perilaku herding dan transmisi risiko yang kuat antar pasar global, sehingga guncangan di satu pasar dengan cepat menyebar ke pasar lain (Vo, Ho, & Dang, 2022). Namun, seiring berjalannya waktu, pasar mulai beradaptasi. Volatilitas berangsur menurun meskipun pandemi masih berlangsung, dan pengaruh faktor pandemi terhadap volatilitas pasar terbukti melemah pada tahun kedua pandemi. Penurunan indeks VIX dari level ekstrem pada Maret 2020 menuju kondisi yang lebih stabil sepanjang 2021 mengindikasikan berkurangnya unsur kepanikan serta terbentuknya pola perilaku pasar yang lebih rasional (Vo, Ho, & Dang, 2022).

Perbedaan dinamika pasar sebelum dan sesudah pandemi menunjukkan adanya potensi perubahan struktur risiko (regime shift) di pasar keuangan. Studi Zhang et al. (2020) juga menemukan bahwa korelasi antar pasar saham global mengalami perubahan yang signifikan antara periode pra-pandemi dan pasca-pandemi. Oleh karena itu, perbandingan lintas-periode menjadi penting untuk menilai ketahanan pasar serta keefektifan model pengukuran risiko yang digunakan dalam kondisi pasar yang berbeda.

Berdasarkan uraian tersebut, analisis VaR dan ES dalam konteks perbandingan kondisi pasar sebelum dan sesudah pandemi Covid-19 menjadi sangat relevan. Evaluasi kinerja kedua ukuran risiko ini pada rezim pasar normal dan krisis diperlukan untuk menilai akurasi serta keterbatasannya dalam menghadapi perubahan pola volatilitas. Pemahaman tersebut diharapkan dapat memberikan landasan yang lebih kuat bagi pengelolaan risiko keuangan yang adaptif dan robust di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana tingkat risiko pasar yang diukur menggunakan *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) pada Indeks LQ45 selama periode pra dan pasca Covid-19?
2. Apakah terdapat perbedaan tingkat risiko pasar Indeks LQ45 pada periode pra dan pasca Covid-19 berdasarkan nilai *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) yang diestimasi menggunakan metode Regresi Kuantil?
3. Seberapa baik metode Regresi Kuantil dalam mengestimasi *Value at Risk* (VaR) berdasarkan hasil pengujian Kupiec *Proportion of Failures* (POF) *Test* dan Christoffersen *Independence Test*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengestimasi nilai *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) pada Indeks LQ45 menggunakan metode Regresi Kuantil.
2. Membandingkan hasil estimasi risiko pasar antara periode pra dan pasca Covid-19.
3. Menilai ketepatan dan reliabilitas model Regresi Kuantil dalam mengestimasi *Value at Risk* (VaR) melalui pengujian Kupiec *Proportion of Failures* (POF) *Test* dan Christoffersen *Independence Test*.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada pengukuran risiko pasar saham yang diestimasi menggunakan *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) pada Indeks LQ45. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data return harian Indeks LQ45 selama periode sebelum pandemi Covid-19, yaitu 1 Januari 2016 hingga 31 Desember 2019, dan periode setelah pandemi Covid-19, yaitu 1 Januari 2021 hingga 31 Desember 2024. Periode tahun 2020 tidak disertakan dalam penelitian ini guna menghindari distorsi ekstrem akibat fase awal pandemi yang bersifat transisi dan penuh ketidakpastian.

Metode estimasi risiko yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi kuantil, sehingga penelitian ini tidak membahas pendekatan estimasi risiko lainnya, seperti metode parametrik klasik, simulasi *Monte Carlo*, maupun model volatilitas di luar regresi kuantil. Pengukuran *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) dilakukan pada tingkat kepercayaan tertentu yang telah ditetapkan, sehingga penelitian ini tidak mencakup analisis sensitivitas pada berbagai tingkat kepercayaan. Penelitian ini berfokus pada risiko pasar secara agregat yang tercermin dalam pergerakan Indeks LQ45, sehingga tidak membahas risiko spesifik masing-masing saham ataupun pembentukan portofolio saham.

Evaluasi kinerja model estimasi *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) dilakukan melalui metode backtesting, yaitu Kupiec *Proportion of Failures* (POF) *Test* dan Christoffersen *Independence Test*, sehingga pengujian model dalam penelitian ini dibatasi pada kedua metode tersebut.

1.5 Landasan Teori

1.5.1 Pasar Modal

Pasar modal merupakan bagian dari sistem keuangan yang berfungsi sebagai sarana penghimpunan dana jangka panjang melalui perdagangan berbagai instrumen keuangan, seperti saham. Keberadaan pasar modal memungkinkan pihak yang memiliki kelebihan dana untuk menyalurkannya kepada pihak yang membutuhkan, sehingga mendukung kegiatan investasi dan mendorong pertumbuhan ekonomi (Tandelilin, 2010).

Selain sebagai sarana investasi, pasar modal memiliki fungsi *price discovery*, yaitu proses pembentukan harga saham yang mencerminkan interaksi antara permintaan dan penawaran berdasarkan informasi publik yang tersedia. Fungsi ini sejalan dengan hipotesis pasar efisien yang menyatakan bahwa harga aset keuangan dengan cepat merefleksikan informasi terbaru (Malkiel, 2003). Oleh karena itu, pergerakan indeks saham sering digunakan sebagai indikator kondisi pasar secara agregat.

Namun demikian, aktivitas di pasar modal tidak terlepas dari risiko pasar, yaitu risiko kerugian portofolio yang timbul akibat perubahan kondisi pasar secara menyeluruh (IFC, 2018). Fluktuasi harga saham menyebabkan return bersifat tidak pasti dan berpotensi menimbulkan kerugian, terutama pada kondisi pasar yang ekstrem. Dengan demikian, pasar modal menjadi objek yang relevan untuk analisis risiko melalui pengukuran risiko pasar, seperti *Value at Risk* dan *Expected Shortfall*.

1.5.2 Indeks LQ45

Indeks LQ45 merupakan salah satu indeks saham yang diterbitkan oleh Bursa Efek Indonesia (BEI) dan terdiri atas 45 saham dengan tingkat likuiditas tinggi serta kapitalisasi pasar yang besar. Indeks ini dirancang untuk mencerminkan kinerja saham-saham unggulan di BEI dan sering digunakan sebagai indikator pergerakan pasar saham Indonesia secara umum (IDX, 2023). Pemilihan saham dalam Indeks LQ45 didasarkan pada kriteria likuiditas perdagangan, kapitalisasi pasar, serta evaluasi terhadap fundamental dan prospek pertumbuhan perusahaan. Komposisi indeks ini ditinjau dan diperbarui secara berkala setiap enam bulan guna memastikan representativitasnya terhadap kondisi pasar terkini (IDX, 2023).

Saham-saham yang tergabung dalam Indeks LQ45 umumnya memiliki frekuensi dan volume transaksi yang tinggi serta menarik minat investor domestik maupun asing. Karakteristik tersebut menyebabkan harga saham LQ45 relatif lebih responsif terhadap perubahan informasi dan kondisi ekonomi, sehingga pergerakannya kerap mencerminkan dinamika risiko pasar di Indonesia. Dengan tingkat likuiditas yang tinggi dan diversifikasi yang memadai, Indeks LQ45 dipilih sebagai objek penelitian karena dianggap representatif untuk mengukur risiko pasar saham Indonesia menggunakan pendekatan *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES).

1.5.3 Return Saham

Return saham merupakan tingkat keuntungan atau kerugian yang diperoleh investor sebagai akibat dari perubahan harga saham dalam suatu periode tertentu. Dalam analisis keuangan, return sering dinyatakan dalam bentuk *log return*, yaitu logaritma natural dari rasio harga saham pada periode berjalan terhadap harga saham pada periode sebelumnya, sebagaimana dirumuskan:

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

di mana P_t adalah harga saham pada waktu t dan P_{t-1} harga pada waktu sebelumnya. Penggunaan log return umum dilakukan karena memiliki sifat aditif antar waktu, sehingga memudahkan analisis deret waktu dan memberikan konsistensi dalam pengukuran risiko. Selain itu, *log return* mampu merepresentasikan perubahan harga secara proporsional, khususnya pada fluktuasi harga yang besar (Tsay, 2010).

Distribusi return saham secara empiris sering kali menyimpang dari asumsi normalitas. Banyak penelitian menunjukkan bahwa return saham memiliki karakteristik distribusi dengan ekor tebal (*fat tails*) dan asimetri, yang menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya kejadian ekstrem lebih besar dibandingkan distribusi normal. (Cont, 2001; Harvey & Siddique, 2020) Return sering menunjukkan distribusi dengan ekor tebal (*fat tails*) dan tingkat kemiringan (*skewness*) yang tidak sama dengan nol, yang mengindikasikan bahwa probabilitas terjadinya return ekstrem lebih besar dibandingkan dengan distribusi normal (Cont, 2001). Selain itu, volatilitas return bersifat dinamis dan menunjukkan fenomena *volatility clustering*, yaitu kecenderungan periode dengan volatilitas tinggi diikuti oleh periode volatilitas tinggi, dan sebaliknya.

Fluktuasi return saham memiliki keterkaitan erat dengan risiko pasar. Semakin tinggi volatilitas return, semakin besar tingkat ketidakpastian yang dihadapi investor, sehingga potensi kerugian yang mungkin terjadi juga meningkat. Oleh karena itu, return saham digunakan sebagai dasar utama dalam perhitungan ukuran risiko pasar, khususnya *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES), yang berfokus pada perilaku return di bagian ekor distribusi. Dalam praktik manajemen risiko modern, Value at Risk (VaR) banyak digunakan oleh institusi keuangan untuk mengukur potensi kerugian maksimum dalam horizon waktu tertentu karena memberikan ukuran risiko yang mudah dipahami dan dapat digunakan sebagai dasar penentuan kebutuhan modal risiko (Danielsson, 2018).

1.5.4 Risiko Pasar

Risiko pasar merupakan risiko kerugian yang timbul pada posisi aset atau portofolio sebagai akibat dari perubahan variabel pasar secara keseluruhan, seperti harga saham, suku bunga, dan nilai tukar. Risiko ini merupakan salah satu komponen utama dalam manajemen risiko keuangan karena fluktuasi variabel pasar dapat secara langsung memengaruhi nilai portofolio investasi (Hull, 2022). Risiko ini muncul karena fluktuasi harga yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kondisi makroekonomi, kebijakan moneter, sentimen investor, serta kejadian global yang bersifat tidak terduga. Indikator utama risiko pasar umumnya tercermin pada tingginya volatilitas harga dan meningkatnya ketidakpastian return.

Salah satu karakteristik penting risiko pasar adalah adanya kemungkinan terjadinya kerugian ekstrem yang lebih sering dibandingkan prediksi berdasarkan asumsi distribusi normal. Hal ini berkaitan dengan sifat distribusi return yang cenderung non-normal dan memiliki ekor tebal (*fat tails*) (Cont, 2001). Dengan demikian, meskipun pergerakan pasar harian pada umumnya relatif kecil, terdapat peluang terjadinya gejolak besar yang dapat menimbulkan kerugian signifikan. Kondisi tersebut menuntut penggunaan pendekatan pengukuran risiko yang mampu menangkap perilaku ekstrem pada bagian ekor distribusi return secara akurat. Oleh karena itu, ukuran risiko berbasis kuantil, seperti *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES), banyak digunakan dalam praktik manajemen risiko pasar.

1.5.4.1 *Value at Risk* (VaR)

Value at Risk (VaR) merupakan ukuran risiko pasar yang menyatakan batas maksimum kerugian yang diperkirakan tidak akan terlampaui dalam suatu periode waktu tertentu pada tingkat kepercayaan tertentu. Secara konseptual, VaR mengukur kerugian terburuk yang mungkin terjadi dalam horizon waktu tertentu dengan probabilitas tertentu, dengan asumsi kondisi pasar berada dalam keadaan normal (Duffie & Pan, 1997).

Secara matematis, *Value at Risk* pada tingkat signifikansi α (misal 5% atau 0,05) didefinisikan sebagai kuantil ke- α dari distribusi kerugian. Misalkan r_t menyatakan return pada waktu $ke - t$ dengan fungsi distribusi kumulatif F , maka VaR didefinisikan melalui hubungan probabilitas sebagai berikut:

$$P(r_t \leq q_\alpha) = \alpha, \quad (2)$$

di mana $q_\alpha = F^{-1}(\alpha)$ adalah nilai kuantil ke- α dari distribusi return. Karena fokus pengukuran pada kerugian, VaR biasanya dinyatakan sebagai bilangan positif yang mewakili besarnya kerugian. Dengan demikian, VaR ekuivalen dengan negasi kuantil kiri return (Duffie & Pan, 1997):

$$VaR_\alpha = -q_\alpha. \quad (3)$$

Nilai VaR_α ini memenuhi:

$$P(r_t \leq -VaR_\alpha) = \alpha. \quad (4)$$

Kaidah di atas berarti probabilitas return turun melewati ambang kerugian VaR adalah α (sesuai tingkat signifikansi). Tingkat kepercayaan sering dinyatakan sebagai $(1 - \alpha)$. Sebagai ilustrasi, $\alpha = 0.05$ (5%) memberikan confidence level 95%.

Pendefinisian VaR sebagai kuantil distribusi return menunjukkan bahwa ukuran ini berfokus pada perilaku ekor distribusi (*tail risk*). Dalam praktik, VaR banyak digunakan pada tingkat kepercayaan 95% dan 99% (Acerbi & Tasche, Expected Shortfall: A Natural Coherent Alternative to Value at Risk, 2002). Keunggulan utama VaR terletak pada kesederhanaan konsep serta kemudahannya dalam interpretasi

dan implementasi. Namun demikian, VaR memiliki keterbatasan teoretis karena tidak memenuhi sifat *sub-additivity*, sehingga tidak termasuk ukuran risiko yang koheren. Kondisi ini dapat menyebabkan agregasi risiko portofolio menjadi lebih besar daripada jumlah risiko masing-masing komponennya dalam situasi tertentu (Yamai & Yoshida, 2005). Oleh karena itu, dikembangkan ukuran risiko komplementer, seperti Expected Shortfall, yang lebih peka terhadap kerugian ekstrem.

1.5.4.2 Expected Shortfall (ES)

Expected Shortfall (ES), dikenal pula sebagai Conditional Value at Risk (CVaR), adalah ukuran risiko pasar yang menghitung rata-rata kerugian pada skenario terburuk di luar batas VaR. Secara konseptual, ES pada tingkat signifikansi α merupakan ekspektasi kerugian apabila realisasi kerugian sudah melampaui VaR_α . Dengan demikian, ES tidak hanya menunjukkan batas kerugian, tetapi juga memberikan informasi mengenai tingkat keparahan kerugian yang mungkin terjadi pada kondisi ekstrem (Acerbi & Tasche, Expected Shortfall: A Natural Coherent Alternative to Value at Risk, 2002).

Secara matematis, untuk return r_t dengan kuantil ke- α sebesar q_α , Expected Shortfall didefinisikan sebagai nilai harapan (mean) dari return di bawah kuantil tersebut. Karena fokus analisis berada pada kerugian, tanda negatif digunakan agar nilai ES dinyatakan positif. Formulasinya:

$$ES_\alpha = -E(r_t | r_t \leq q_\alpha), \quad (5)$$

yang berarti ES adalah negasi dari rata-rata return pada $\alpha\%$ ekor kiri distribusi atau rata-rata dari semua kerugian yang lebih besar atau sama dengan VaR pada tingkat itu. Dengan definisi ini, ES mewakili besarnya kerugian rata-rata dalam skenario melampaui VaR.

Expected Shortfall juga dapat dinyatakan sebagai rata-rata *Value at Risk* pada seluruh tingkat kepercayaan dari 0 hingga α , secara integral dituliskan sebagai:

$$ES_\alpha = \frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha VaR_u du. \quad (6)$$

Formulasi di atas menunjukkan bahwa ES merupakan *average* dari VaR pada seluruh kuantil di ekor sampai α . Hal ini menegaskan bahwa ES mempertimbangkan seluruh spektrum kerugian ekstrem di bagian ekor distribusi.

Dibandingkan dengan VaR, Expected Shortfall memiliki keunggulan teoretis karena memenuhi sifat sub-additivity, sehingga termasuk dalam kategori ukuran risiko yang koheren. Hal ini menunjukkan bahwa risiko portofolio gabungan tidak akan melebihi penjumlahan risiko masing-masing komponennya, sehingga mencerminkan manfaat diversifikasi. Oleh karena itu, ES dianggap lebih konsisten dan andal dalam mengukur risiko pasar, terutama pada kondisi dengan probabilitas kejadian ekstrem yang tinggi (Acerbi & Tasche, 2002; Yamai & Yoshida, 2005).

Sejalan dengan keunggulan tersebut, ES telah diadopsi dalam kerangka regulasi permodalan internasional, seperti Basel III, yang merekomendasikan penggunaan ES pada tingkat kepercayaan 97,5% sebagai pengganti VaR.

Expected Shortfall dianggap lebih informatif dibandingkan VaR karena tidak hanya mengukur batas kerugian, tetapi juga mempertimbangkan besarnya kerugian rata-rata pada bagian ekor distribusi. Oleh karena itu, ukuran ini dinilai lebih efektif dalam menangkap risiko ekstrem yang sering muncul pada data keuangan (Acerbi, 2019).

1.5.5 Regresi Kuantil

Regresi kuantil merupakan metode regresi yang digunakan untuk mengestimasi hubungan antara variabel dependen dan variabel independen pada tingkat kuantil tertentu dari distribusi variabel dependen (Koenker & Hallock, 2001). Pendekatan ini memungkinkan analisis perilaku variabel tidak hanya pada nilai rata-rata, tetapi juga pada bagian tengah maupun bagian ekor distribusi, sehingga banyak digunakan dalam analisis risiko keuangan dan data dengan distribusi tidak normal (Koenker, 2017). Berbeda dengan regresi linear *ordinary least squares* (OLS) yang memodelkan nilai rata-rata bersyarat, regresi kuantil memodelkan kuantil bersyarat dari distribusi variabel dependen. Pendekatan ini memungkinkan analisis pengaruh kovariat tidak hanya pada bagian pusat distribusi, tetapi juga pada median maupun bagian ekor distribusi. Sebagai contoh, regresi kuantil pada tingkat 0.95 dapat digunakan untuk menganalisis perilaku variabel pada skenario kerugian ekstrem.

Secara umum, regresi kuantil pada kuantil ke- τ ($0 < \tau < 1$) dirumuskan sebagai:

$$Q_{\tau}(Y|X = x) = x^T \beta_{\tau}, \quad (7)$$

di mana $Q_{\tau}(Y | X = x)$ menyatakan kuantil ke- τ dari distribusi variabel dependen Y bersyarat pada kovariat $X = x$. Vektor $x^T \beta_{\tau}$ adalah *linear predictor* serupa dengan regresi linear, sedangkan β_{τ} adalah vektor parameter regresi khusus untuk kuantil τ . Dalam penelitian ini, regresi kuantil diimplementasikan dalam bentuk model lokasi (intercept-only), sehingga persamaan regresi kuantil yang digunakan adalah

$$Q_{\tau}(r_t) = \beta_{0,\tau}, \quad (8)$$

Estimasi kuantil yang diperoleh merepresentasikan kuantil tak bersyarat dari return. Estimasi parameter β_{τ} diestimasi dengan meminimalkan fungsi kerugian asimetris (*check loss function*) berikut:

$$\hat{\beta}_{\tau} = \arg \min_{\beta} \sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(y_i - x_i^T \beta), \quad (9)$$

Dengan fungsi kerugian $\rho_\tau(u)$ didefinisikan sebagai:

$$\rho_\tau(u) = u [\tau - \mathbf{1}\{u < 0\}]. \quad (10)$$

Pada model lokasi (*intercept-only*) yang digunakan dalam penelitian ini, komponen $x_i^T \beta$ pada Persamaan (9) direduksi menjadi parameter konstanta $\beta_{0,\tau}$, sehingga residual yang diminimalkan adalah $y_i - \beta_{0,\tau}$. Dengan fungsi kerugian $\rho_\tau(u)$ sebagaimana didefinisikan pada Persamaan (10), fungsi kerugian tersebut bersifat potongan (*piecewise*), yaitu untuk $u \geq 0$ (residual positif atau observasi berada di atas nilai kuantil) berlaku $\rho_\tau(u) = \tau u$, sedangkan untuk $u < 0$ (residual negatif atau observasi berada di bawah nilai kuantil) berlaku $\rho_\tau(u) = (\tau - 1)u$. Karena untuk $u < 0$ berlaku $(\tau - 1) < 0$, maka residual di bawah nilai kuantil dikenakan penalti sebesar $(1-\tau)$ kali magnitudonya, sedangkan residual di atas nilai kuantil dikenakan penalti sebesar τ kali magnitudonya. Pemilihan parameter $\beta_{0,\tau}$ yang meminimalkan jumlah kerugian asimetris tersebut menghasilkan estimasi kuantil sedemikian sehingga sekitar $\tau \times 100\%$ observasi berada di bawah garis kuantil (garis horizontal hasil estimasi kuantil) dan sisanya berada di atasnya, sesuai dengan konsep regresi kuantil (Koenker & Bassett, 1978).

Penggunaan fungsi kerugian berbasis kuantil menjadikan regresi kuantil tidak bergantung pada asumsi distribusi normal dari error term dan lebih robust terhadap keberadaan pencilan. Karakteristik ini menjadikan regresi kuantil sangat sesuai untuk data keuangan, seperti return saham, yang umumnya berdistribusi tidak normal dan memiliki ekor distribusi yang tebal (*fat tails*) (Koenker & Hallock, 2001).

Dalam konteks pengukuran risiko pasar, regresi kuantil memiliki peran yang penting karena Value at Risk (VaR) pada tingkat kepercayaan tertentu secara konseptual merupakan kuantil dari distribusi return. Oleh karena itu, VaR dapat diestimasi secara langsung melalui regresi kuantil pada tingkat kuantil yang sesuai dengan tingkat kepercayaan yang digunakan. Lebih lanjut, pengembangan metodologi menunjukkan bahwa estimasi Expected Shortfall (ES) dapat diperoleh secara konsisten dari model regresi kuantil VaR dengan memanfaatkan hubungan antara VaR dan ES (Taylor, 2019). Namun, dalam penelitian ini, estimasi *Expected Shortfall* tidak diperoleh melalui pendekatan tersebut, melainkan dihitung secara empiris sebagai rata-rata return yang berada di bawah nilai VaR.

1.5.6 Uji Kinerja Model

Uji kinerja model (*backtesting*) merupakan prosedur evaluasi yang digunakan untuk menilai ketepatan dan reliabilitas model estimasi risiko, seperti model *Value at Risk* (VaR), dengan membandingkan nilai risiko yang diprediksi terhadap realisasi data aktual. Dalam konteks pengukuran VaR, backtesting umumnya difokuskan pada pengujian apakah frekuensi terjadinya pelanggaran VaR, yaitu kejadian ketika return aktual lebih rendah dari batas $-VaR$ yang diestimasi, konsisten dengan tingkat signifikansi yang telah ditetapkan. Sebagai ilustrasi, pada model VaR dengan tingkat

kepercayaan 99%, secara teoritis diharapkan sekitar 1% dari hari perdagangan mengalami kerugian yang melampaui nilai VaR. Selain itu, uji kinerja model juga bertujuan untuk menilai apakah pelanggaran VaR terjadi secara acak atau menunjukkan pola tertentu, seperti pengelompokan pelanggaran yang mengindikasikan adanya ketergantungan antar waktu.

Pelaksanaan backtesting dapat dilakukan melalui pendekatan *in-sample*, yaitu menggunakan data yang sama dengan periode pembentukan model, maupun *out-of-sample*, yaitu menggunakan data di luar periode estimasi untuk menguji kemampuan prediksi model ke depan. Pendekatan *out-of-sample* umumnya mengadopsi metode *rolling window*, di mana estimasi VaR diperbarui secara bergulir seiring dengan masuknya data baru, sehingga model lebih adaptif terhadap perubahan kondisi pasar. Dalam praktik manajemen risiko, dua uji statistik yang paling umum digunakan dalam backtesting VaR adalah Kupiec Proportion of Failures (POF) Test, yang mengevaluasi *unconditional coverage* melalui proporsi pelanggaran VaR, serta Christoffersen Independence Test, yang digunakan untuk menilai apakah pelanggaran VaR terjadi secara independen atau membentuk pola berkelompok dalam dimensi waktu.

1.5.6.1 Kupiec *Proportion of Failures* (POF) Test

Uji Kupiec, yang dikenal sebagai *Proportion of Failures (POF) Test*, merupakan salah satu metode backtesting Value at Risk (VaR) yang paling dasar dan banyak digunakan untuk mengevaluasi keakuratan model VaR. Inti dari pengujian ini adalah membandingkan frekuensi pelanggaran VaR yang terjadi secara empiris dengan frekuensi pelanggaran yang diharapkan berdasarkan tingkat kepercayaan model VaR yang digunakan (Nieppola, 2009). Sebagai ilustrasi, apabila model VaR dengan tingkat kepercayaan 99% diterapkan selama 250 hari perdagangan, maka secara teoritis diharapkan terjadi sekitar 2 hingga 3 hari pelanggaran VaR dalam periode tersebut. Uji Kupiec menilai apakah jumlah pelanggaran yang teramati berada dalam rentang yang wajar dan konsisten dengan ekspektasi teoritis tersebut, sehingga model VaR dapat dikatakan memiliki kinerja yang baik apabila proporsi pelanggaran aktual sejalan dengan tingkat kepercayaan yang ditetapkan (Nieppola, 2009). Dengan demikian, uji ini berfokus pada *unconditional coverage*, yaitu kesesuaian proporsi pelanggaran secara keseluruhan tanpa memperhatikan urutan waktu terjadinya pelanggaran.

Secara formal, hipotesis nol (H_0) dalam uji Kupiec menyatakan bahwa proporsi pelanggaran VaR yang teramati sama dengan tingkat signifikansi α dari model VaR (Halilbegovic & Vehabovic, 2016). Tingkat signifikansi α merepresentasikan probabilitas pelanggaran yang diizinkan oleh model, misalnya sebesar 5% pada VaR dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila hasil pengujian tidak memberikan bukti yang cukup untuk menolak hipotesis nol, maka proporsi pelanggaran yang terjadi dianggap tidak berbeda secara signifikan dari yang diharapkan, sehingga model VaR dinilai akurat dari sisi frekuensi pelanggaran. Sebaliknya, apabila hipotesis nol ditolak, yang ditunjukkan oleh nilai *p-value* lebih

kecil dari tingkat signifikansi yang digunakan, maka model VaR dinyatakan tidak akurat. Kondisi ini dapat mengindikasikan bahwa model mengunderestimasi risiko apabila jumlah pelanggaran terlalu banyak, atau mengoverestimasi risiko apabila jumlah pelanggaran terlalu sedikit dibandingkan ekspektasi teoritis (Zhang & Nadarajah, 2017). Semakin besar perbedaan antara frekuensi pelanggaran aktual dan tingkat kepercayaan model, semakin kuat pula bukti bahwa model VaR tidak mengukur risiko secara tepat.

Keunggulan utama uji Kupiec terletak pada kesederhanaannya, karena hanya memerlukan informasi mengenai jumlah total observasi, jumlah pelanggaran VaR yang terjadi, dan tingkat kepercayaan model VaR (Nieppola, 2009). Pengujian ini umumnya diimplementasikan menggunakan statistik *likelihood ratio* yang didasarkan pada asumsi distribusi binomial untuk menguji kesesuaian frekuensi pelanggaran (Halilbegovic & Vehabovic, 2016). Dalam praktik perbankan, konsep uji Kupiec juga sejalan dengan kerangka regulasi Basel yang menggunakan pendekatan *traffic light* berdasarkan jumlah pelanggaran VaR dalam periode 250 hari perdagangan terakhir. Meskipun demikian, uji Kupiec memiliki keterbatasan penting, yaitu hanya mengevaluasi jumlah pelanggaran tanpa mempertimbangkan pola waktu terjadinya. Akibatnya, model VaR yang kurang responsif terhadap perubahan kondisi pasar masih berpotensi lolos uji Kupiec apabila jumlah total pelanggaran kebetulan sesuai dengan ekspektasi. Oleh karena itu, diperlukan pengujian lanjutan yang mengevaluasi independensi pelanggaran, yaitu uji Christoffersen, untuk memperoleh penilaian yang lebih komprehensif terhadap keandalan model VaR.

1.5.6.2 Christoffersen Independence Test

Uji Christoffersen dikembangkan oleh Christoffersen (1998) sebagai pelengkap uji frekuensi seperti uji Kupiec, dengan tujuan mengevaluasi pola keterkaitan pelanggaran Value at Risk (VaR) dari waktu ke waktu. Uji ini berfokus pada aspek *conditional coverage*, khususnya pada pengujian asumsi independensi pelanggaran VaR. Secara intuitif, pelanggaran VaR yang ideal diharapkan terjadi secara acak dan tidak saling bergantung antar periode. Dengan kata lain, probabilitas terjadinya pelanggaran VaR pada suatu hari seharusnya tidak dipengaruhi oleh apakah pada hari sebelumnya terjadi pelanggaran atau tidak (Christoffersen, 1998).

Christoffersen merumuskan pengujian ini dalam kerangka *likelihood ratio test* yang menguji apakah peluang terjadinya pelanggaran VaR secara berurutan lebih besar atau lebih kecil daripada yang diharapkan secara acak. Hipotesis nol (H_0) dalam uji ini menyatakan bahwa pelanggaran VaR bersifat independen, sehingga tidak terdapat pola pengelompokan (*clustering*) dalam urutan pelanggaran. Secara teknis, implementasi uji ini sering disebut sebagai *Markov test*, karena pengujian dilakukan dengan memodelkan indikator pelanggaran VaR sebagai proses Markov orde pertama, di mana kemungkinan terjadinya pelanggaran pada suatu periode tidak bergantung pada status periode sebelumnya (Campbell, 2005).

Dari sisi interpretasi, uji Christoffersen memberikan informasi penting mengenai dinamika kinerja model VaR. Apabila hasil pengujian menunjukkan

penolakan terhadap hipotesis nol, yang ditandai oleh nilai *p-value* lebih kecil dari tingkat signifikansi yang digunakan, maka dapat disimpulkan bahwa pelanggaran VaR tidak terjadi secara independen, melainkan cenderung berkelompok. Pola pelanggaran yang berkelompok ini mengindikasikan bahwa model VaR kurang responsif terhadap perubahan kondisi pasar dan berpotensi mengunderestimasi risiko pada periode tertentu (Nieppola, 2009). Dalam kondisi tersebut, setelah satu pelanggaran terjadi, kemungkinan terjadinya pelanggaran berikutnya dalam waktu dekat menjadi lebih besar, yang mencerminkan adanya dinamika volatilitas atau risiko yang tidak sepenuhnya tertangkap oleh model (Campbell, 2005).

Sebaliknya, apabila hasil uji Christoffersen tidak menolak hipotesis nol, maka tidak terdapat bukti statistik adanya ketergantungan antar pelanggaran VaR. Pelanggaran VaR cenderung terjadi secara acak dan tersebar sepanjang waktu, yang mengindikasikan bahwa model VaR cukup responsif dalam menyesuaikan estimasi risiko terhadap dinamika pasar. Dalam konteks ini, ketiadaan pola kluster pelanggaran dipandang sebagai indikasi positif atas stabilitas dan keandalan model VaR dalam memprediksi risiko secara dinamis.

Secara keseluruhan, uji Kupiec dan uji Christoffersen saling melengkapi dalam proses backtesting VaR. Uji Kupiec mengevaluasi kesesuaian frekuensi pelanggaran secara agregat, sedangkan uji Christoffersen menilai aspek temporal dan independensi pelanggaran. Penggunaan kedua uji ini secara simultan memberikan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap keandalan model VaR dalam mengukur risiko pasar sesuai dengan tingkat kepercayaan yang ditetapkan (Nieppola, 2009; Zhang & Nadarajah, 2017).

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif dan analitis. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini bertujuan untuk mengukur risiko pasar secara numerik melalui estimasi *Value at Risk* (VaR) dan Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa data harga penutupan harian Indeks LQ45 yang diperoleh dari *Yahoo Finance* melalui pemanfaatan paket *quantmod* pada perangkat lunak R. Data harga penutupan tersebut selanjutnya diolah untuk menghitung return harian yang digunakan dalam analisis risiko pasar.

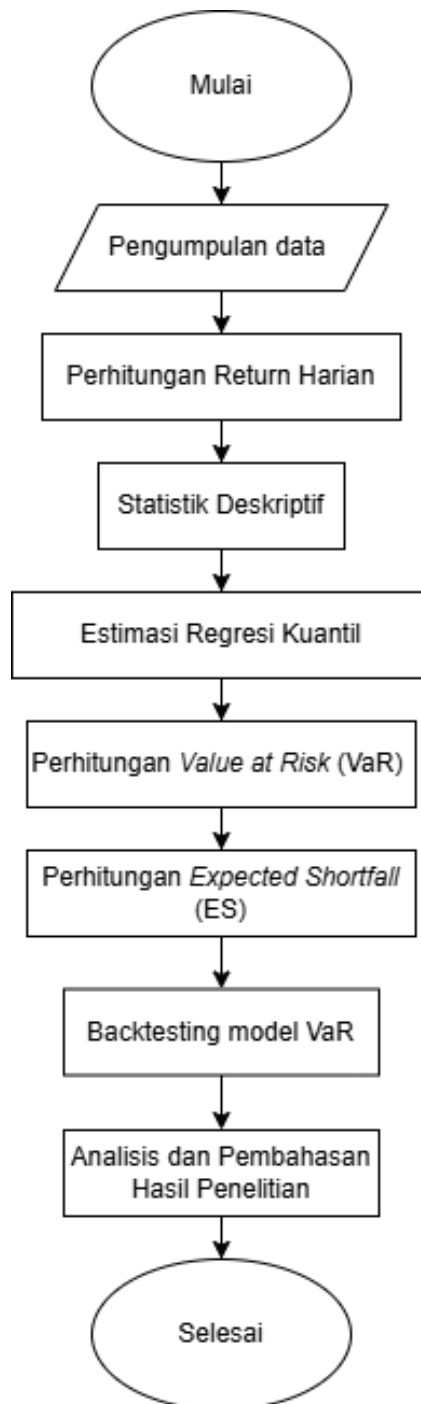
Variabel utama dalam penelitian ini adalah return harian Indeks LQ45, yang dihitung menggunakan log return. Return digunakan sebagai dasar dalam estimasi risiko pasar karena mencerminkan fluktuasi harga dan potensi kerugian yang dihadapi investor.

Metode analisis yang digunakan adalah regresi kuantil, yang diterapkan untuk mengestimasi kuantil return pada tingkat kuantil tertentu. Regresi kuantil digunakan karena mampu menangkap perilaku distribusi return pada bagian ekor (*tail*) tanpa mengasumsikan distribusi tertentu, sehingga sesuai untuk pengukuran risiko pasar yang bersifat asimetris dan memiliki ekor distribusi tebal.

Nilai *Value at Risk* (VaR) diestimasi langsung dari hasil regresi kuantil pada kuantil 5% dan 1%, yang masing-masing merepresentasikan tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Selanjutnya, *Expected Shortfall* (ES) dihitung sebagai rata-rata kerugian ketika return aktual berada di bawah nilai VaR.

Untuk mengevaluasi keandalan model estimasi VaR, dilakukan pengujian backtesting menggunakan Kupiec *Proportion of Failures* (POF) *Test* dan Christoffersen *Independence Test*. Backtesting dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu *in-sample* dan *out-of-sample*, di mana pendekatan *out-of-sample* menggunakan metode *rolling window* agar estimasi VaR lebih adaptif terhadap perubahan dinamika pasar.

2.2 Alur Kerja



Gambar 1. Alur Kerja