

Bagian A

Manajemen dan regulasi risiko pasar dan risiko
treasury

Penggunaan statistik dalam pengukuran risiko finansial

Pada bagian ini akan diperkenalkan penggunaan perhitungan statistik dalam pengukuran risiko finansial. Dalam penjelasan ini diasumsikan pembaca sebelumnya tidak memiliki pengetahuan tentang metode statistik. Selanjutnya untuk mengetahui peranan statistik dalam pengukuran risiko, pembaca diharapkan akan memperoleh pemahaman mengenai konsep model *Value at Risk* (VaR)

Setelah menyelesaikan bagian ini, pembaca diharapkan dapat memiliki pengetahuan mendasar tentang:

- ☐ penggunaan statistik dalam manajemen risiko
- ☐ *binomial tree*
- ☐ distribusi normal
- ☐ model *Value at Risk*

1.1

Penggunaan statistik dalam pengukuran risiko finansial



Perlu diingat bahwa metode statistik digunakan untuk melakukan estimasi kemungkinan terjadinya peristiwa (*event*) di waktu mendatang. Tidak terdapat kepastian yang diperoleh dari hasil estimasi secara statistik karena kejadian di waktu mendatang tidak dapat diketahui (*unknown*) dan tidak dapat diramalkan (*unknowable*). Namun demikian metode statistik dapat memberikan estimasi mengenai probabilitas (*chance*) terjadinya sebuah peristiwa di waktu yang akan datang. Metode tersebut merupakan alat yang sangat bermanfaat untuk mengestimasi perubahan faktor-faktor risiko yang dapat menimbulkan risiko kerugian finansial. Dengan demikian risiko finansial dapat didefinisikan sebagai estimasi perubahan dalam faktor-faktor risiko yang dapat memberikan hasil tidak diinginkan.

Estimasi probabilitas perubahan faktor-faktor risiko (misal: harga pasar) pada umumnya didasarkan pada analisis historis atas faktor risiko yang akan dihitung. Data tersebut telah diketahui sebelumnya dan bersifat pasti (*certain*). Analisis data historis menggunakan asumsi implisit bahwa data tersebut merupakan indikator yang baik untuk memperkirakan kejadian di masa mendatang. Asumsi semacam ini harus selalu diingat dalam menggunakan metode statistik untuk menggambarkan eksposur risiko bank.

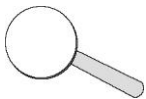
Dalam beberapa kondisi tertentu, data historis tidak selalu tersedia atau data historis tidak mencerminkan sebagai sebuah indikator yang baik untuk mengukur kejadian di masa mendatang. Dalam situasi semacam ini terdapat teknik perhitungan statistik lain yang dapat digunakan untuk estimasi perubahan faktor-faktor risiko di waktu yang akan datang. Namun hal tersebut tidak termasuk dalam cakupan pembahasan program sertifikasi ini.

Asumsi lain yang digunakan adalah bahwa perubahan faktor-faktor risiko bersifat independen terhadap perubahan yang terjadi sebelumnya. Contoh sederhana adalah kegiatan melempar sebuah koin yang memberikan probabilitas 50% untuk memperoleh hasil lemparan '*head*' atau '*tail*'. Probabilitas yang sama sebesar 50% juga diperoleh untuk lemparan koin berikutnya tanpa melihat hasil lemparan sebelumnya.

Penggunaan asumsi seringkali dilakukan pada saat mengestimasi perubahan faktor-faktor risiko. Hal ini untuk menyederhanakan hubungan antar faktor yang cukup kompleks dalam kondisi yang sesungguhnya. Namun demikian perlu diingat bahwa asumsi dengan simplifikasi tersebut mencerminkan kompromi atas hasil akurasi yang akan diperoleh dari estimasi yang dilakukan.

1.2

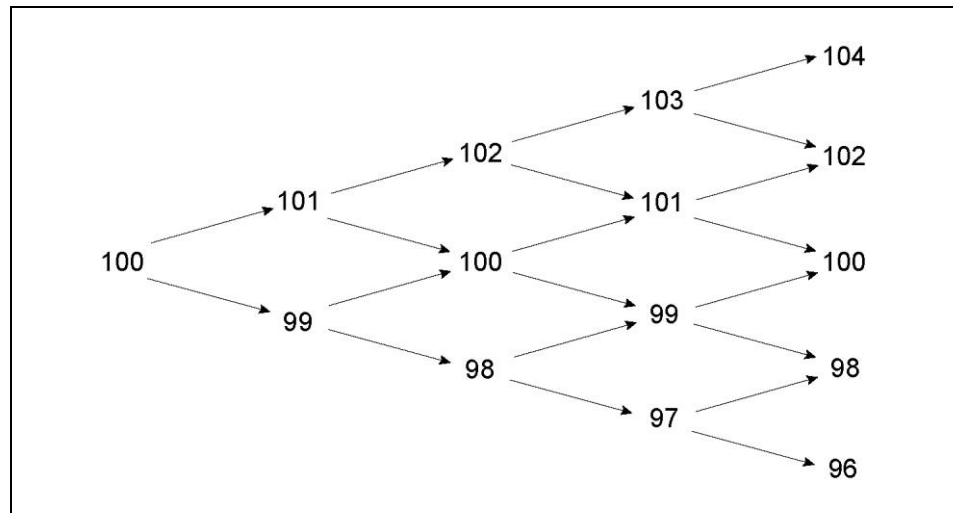
Estimasi pergerakan faktor risiko di waktu mendatang



Pada bagian ini harga pasar (*market price*) digunakan untuk menggambarkan perubahan faktor-faktor risiko. Untuk melakukan pengukuran risiko yang timbul atas perubahan harga pasar di waktu mendatang, maka perlu dibuat skenario untuk seluruh perubahan yang mungkin terjadi dalam kurun waktu (*time horizon*) tertentu. *Time horizon* merupakan sebuah periode waktu mendatang yang dipilih dalam melakukan simulasi perubahan. Periode waktunya dapat selama satu hari saja atau mencakup selama beberapa tahun. Pemilihan *time horizon* bergantung pada *maturity* transaksi yang menimbulkan risiko pasar.

Salah satu cara untuk menggambarkan perubahan harga adalah dengan membuat sebuah '*binomial tree*'. Contoh dibawah ini menunjukkan sebuah '*binomial tree*' yang sangat sederhana untuk menggambarkan kemungkinan perubahan kurs JPY/USD.

Gambar 1.1 Binomial tree



Masing-masing langkah dalam '*binomial tree*' tersebut menunjukkan perubahan kurs yang mungkin terjadi selama periode 1 bulan. Dengan demikian contoh di atas menggambarkan kemungkinan perubahan kurs selama periode 4 bulan.

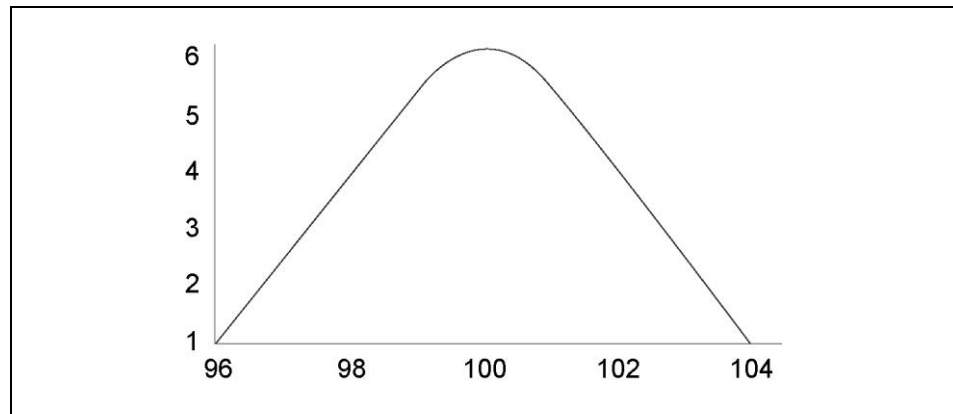
Kurs JPY/USD saat ini adalah 100 dan pada bulan pertama terdapat kemungkinan yang sama bahwa kurs akan bergerak naik menjadi 101 atau turun menjadi 99. Untuk masing-masing langkah berikutnya (*subsequent*) terdapat kemungkinan 50% kurs naik maupun turun. Pada bulan ke-2 terdapat empat kemungkinan perubahan, dua diantaranya akan memberikan hasil kurs kembali ke nilai 100. Selanjutnya proses yang sama dilakukan untuk langkah-langkah berikutnya.

Dengan melihat contoh '*binomial tree*' tersebut secara keseluruhan, maka dapat dilihat bahwa terdapat 16 'jalur' perubahan harga yang berbeda untuk *time horizon* selama 4 bulan. Dengan mempelajari 5 (lima) kemungkinan hasil tertentu dapat diketahui bahwa masing-masing hasil memiliki jumlah 'jalur' tertentu.

Tabel 1.1

Hasil	Jumlah 'jalur'	Kemungkinan	Probabilitas %
104	1	1 in 16	6.25
102	4	4 in 16	25.00
100	6	6 in 16	37.50
98	4	4 in 16	25.00
96	1	1 in 16	6.25

Distribusi hasil ditunjukkan oleh grafik dibawah ini

Gambar 1.2. Distribusi dari *binomial tree*

Dari informasi tersebut sangat mungkin dilakukan estimasi kemungkinan kerugian yang terjadi dari sebuah posisi risiko yang sensitif terhadap perubahan kurs USD/JPY. Untuk contoh ini digunakan asumsi bahwa '*binomial tree*' merupakan model yang sempurna untuk keadaan sesungguhnya –namun sebenarnya tidak demikian kondisinya.

Diasumsikan bank akan mengambil posisi *forex* sebagai berikut:
Beli USD 1 juta pada *spot rate* 100 dan jual JPY 100 juta

Tabel dibawah ini menunjukkan keuntungan dan kerugian potensial yang akan diperoleh jika bank melakukan *hold* atas posisi tersebut selama 4 bulan

Tabel 1.2

<i>Hasil</i>	<i>Profit atau Loss (JPY)</i>	<i>Kemungkinan</i>	<i>Probabilitas %</i>
104	4m	1 in 16	6.25
102	2m	4 in 16	25.00
100	0	6 in 16	37.50
98	-2m	4 in 16	25.00
96	-4m	1 in 16	6.25

Sebagai contoh, jika bank menunggu selama 4 bulan dan melakukan jual atas posisi USD pada *spot rate* 104, maka bank akan menerima JPY 104 juta atas 100 juta yang telah dijual, sehingga bank akan memperoleh keuntungan sebesar JPY 4 juta.

Oleh karena bank memperhatikan risiko kerugian yang akan timbul, maka dapat dilihat bahwa bank memiliki probabilitas sebesar 6,25% untuk mengalami kerugian sebesar JPY 4 juta dan 25% untuk rugi JPY 2 juta. Bank dapat memanfaatkan informasi ini untuk menentukan '*risk appetite*' yang sesuai untuk produk ini.



Bank dapat mengelola eksposur risiko kerugian dengan menetapkan limit maksimum beli atau jual USD terhadap JPY. Penetapan limit untuk sebuah produk didasarkan atas faktor-faktor seperti:

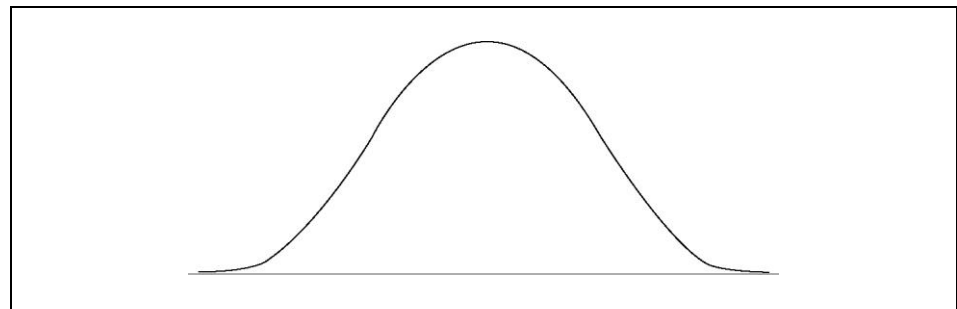
- ☐ ketersediaan modal
- ☐ *return on capital* yang dihasilkan oleh produk tersebut
- ☐ keterkaitan produk terhadap rencana bisnis bank
- ☐ kualitas dan pengalaman yang dimiliki oleh *trader*



Dalam kondisi sesungguhnya akan diperoleh banyak hasil dari pergerakan kurs selama empat bulan. Namun demikian tiap-tiap hasil tersebut memiliki probabilitas tertentu dan prinsip yang sama dapat diterapkan untuk menghitung estimasi risiko yang dikaitkan dengan posisi yang diambil.

Semakin banyak hasil yang diperoleh maka grafik yang diperoleh juga akan semakin '*smooth*' sebagaimana contoh di bawah ini

Gambar 1.3 Contoh distribusi normal



Grafik di atas menunjukkan jenis distribusi yang dikenal dengan nama distribusi normal (*normal distribution*) yang seringkali digunakan dalam manajemen risiko

1.3

Distribusi normal

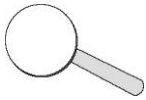
1.3.1

Pengukuran statistik

Terdapat beberapa konsep yang perlu dipahami untuk menganalisis distribusi dan menggunakan pengukuran statistik

Nilai rata-rata

Konsep pertama adalah pengukuran nilai rata-rata (*average values*). Karena nilai ini cenderung berada pada pusat distribusi (*center of distribution*) maka nilai ini disebut juga sebagai *measures of the central tendency*



Arithmetic mean adalah perhitungan nilai rata-rata dari sekelompok angka tertentu yang dilakukan melalui penjumlahan seluruh angka dalam kelompok kemudian dibagi dengan jumlah bilangan dalam kelompok tersebut. Sebagai contoh, *mean* dari sepuluh angka berikut ini adalah:

$$(6 + 7 + 8 + 1 + 3 + 4 + 11 + 12 + 26 + 5) / 10 = 8.3$$

Modus (*mode*) adalah nilai yang muncul dengan frekuensi terbesar. Sebagai contoh, modus dari sepuluh angka berikut ini adalah 6 karena angka tersebut muncul tiga kali.

1, 3, 6, 4, 6, 7, 8, 9, 6, 2

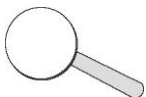
Dalam sebuah kelompok data dimungkinkan tidak terdapat modus sama sekali atau sebaliknya sebuah kelompok data mungkin memiliki modus lebih dari satu.

Median adalah nilai tengah (*central value*) dari sebuah kelompok angka tertentu yang diperingkat berdasarkan besarnya nilai angka tersebut. Sebagai contoh, *median* dari sepuluh angka dibawah ini adalah 5,5 karena terdapat lima angka diatas dan lima angka dibawah dari nilai:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 6, 7, 8, 9

Sebaran/Dispersi

Konsep kedua adalah sebaran atau dispersi –adalah tingkat kecenderungan dimana angka terdistribusi di sekitar nilai rata-ratanya



Range adalah perbedaan nilai tertinggi dan terendah dalam sebuah kelompok angka tertentu. Sebagai contoh, *range* dari kelompok angka dibawah ini adalah 20:

10, 14, 16, 28, 11, 18, 30, 25, 29, 19

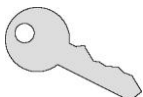
Standar deviasi adalah perhitungan perbedaan (*spread*) nilai tertentu terhadap *mean* dari nilai tersebut. Standar deviasi dihitung dengan melihat perbedaan antara masing-masing angka dalam kelompok tertentu dibandingkan dengan nilai *mean* dari kelompok tersebut. Contoh perhitungan adalah sebagai berikut:

Contoh

Data:	2 3 5 6 8 9 3 4 5 5
Langkah 1 – hitung <i>mean</i>	
	$(2 + 3 + 5 + 6 + 8 + 9 + 3 + 4 + 5 + 5) / 10 = 5$
Langkah 2 – hitung perbedaan atau deviasi antara <i>mean</i> dan masing-masing angka (contoh: $5 - 2 = 3$)	
	3 2 0 -1 -3 -4 2 1 0 0
Langkah 3 – kuadratkan hasil deviasi (contoh: $3 \times 3 = 9$)	
	9 4 0 1 9 16 4 1 0 0
Langkah 4 – jumlahkan hasil kuadrat deviasi	
	$(9 + 4 + 0 + 1 + 9 + 16 + 4 + 1 + 0 + 0) = 44$
Langkah 5 – bagi dengan jumlah bilangan dalam data	
	$44 / 10 = 4.4$
Langkah 6 – hitung akar dari rata-rata kuadrat deviasi	
	$\sqrt{4.4} = 2.10$

Deviasi merupakan nilai kuadrat dan perlu dilakukan perhitungan akar dari deviasi tersebut untuk mendapatkan nilai absolutnya. Teknik ini dilakukan untuk mengubah seluruh deviasi menjadi nilai absolut. Sebagai contoh, hasil kuadrat $+3 = +3 \times +3 = +9$, dan hasil kuadrat $-3 = +3 \times -3 = +9$

Standar deviasi dapat digunakan untuk membandingkan relativitas penyebaran dua atau lebih kelompok data. Jika dalam contoh di atas nilai '5' diubah dengan '9' untuk membentuk sebuah kelompok data baru, maka standar deviasi akan meningkat dari 2,1 menjadi 2,79. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok data yang baru lebih 'tersebar' (*dispersed*) dibandingkan data sebelumnya. Secara sederhana hal ini dapat dijelaskan bahwa dua nilai tersebut telah menggantikan nilai yang sama dengan nilai *mean*.

1.3.2**Karakteristik distribusi normal**

Jenis distribusi yang penting adalah distribusi 'normal'. Distribusi normal memiliki beberapa atribut atau karakteristik yang sangat berguna dalam estimasi risiko. Kurva distribusi normal berbentuk lonceng (*bell curve*) dan simetris dengan *mean*, modus dan median yang masing-masing memiliki nilai yang sama dan berada di tengah distribusi. Hal ini berarti terdapat 50% probabilitas bahwa hasilnya akan berada di antara kedua sisi *mean*.

Terdapat pengukuran probabilitas lain yang dapat dilakukan dengan menggunakan standar deviasi. Dengan perhitungan distribusi normal sekitar 68% dari kelompok angka akan berada pada standar deviasi antara -1 dan +1. Selanjutnya, 95% akan berada pada standar deviasi -2 dan +2 dan 99% akan berada pada standar deviasi -3 dan +3.

Apabila diasumsikan bahwa *trader* tidak memiliki pengetahuan tentang pasar, maka:

- ☐ perubahan nilai kurs akan terjadi secara acak (*random*) dan dengan nilai yang sama
- ☐ terdapat kemungkinan 50% bahwa pergerakan nilai kurs akan naik (atau turun)

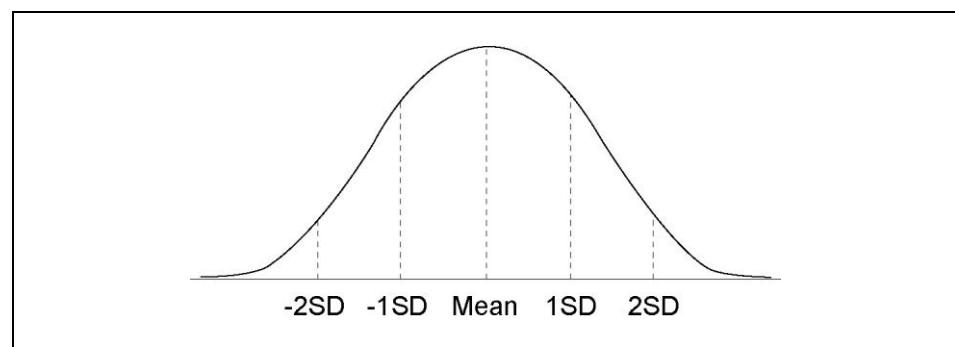
Dari skenario tersebut maka dapat diasumsikan bahwa ekspektasi *trader* adalah:

- ☐ 50% kemungkinan untuk memperoleh keuntungan atau kerugian
- ☐ hasil *mean* 0 keuntungan atau kerugian
- ☐ 68% hasil standar deviasi 0

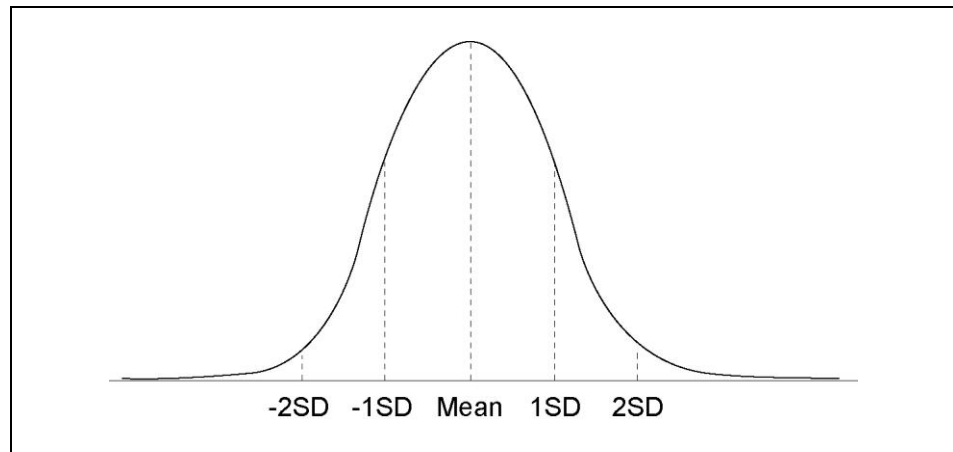
Skenario tersebut menggambarkan sebuah distribusi normal dengan nilai *mean* 0

Distribusi A dan B dalam Gambar 1.4 dan 1.5 keduanya merupakan distribusi normal. Namun demikian dengan membandingkan antara keduanya dapat dilihat bahwa distribusi B memiliki sebaran atau dispersi yang lebih sedikit dibandingkan dengan distribusi A; oleh karenanya B memiliki standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan A. Distribusi A dan B tersebut dapat menggambarkan distribusi harga dalam perdagangan dua mata uang yang berbeda.

Gambar 1.4 Distribusi A



Gambar 1.5 Distribusi B



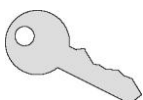
Walaupun distribusi B memiliki sebaran yang lebih sedikit, 95% dari angka dalam distribusi tersebut akan berada pada nilai standar deviasi -2 dan +2 sebagaimana yang terjadi dalam distribusi. Hal ini sangat bermanfaat dalam membandingkan antara dua distribusi yang seringkali dilakukan dalam manajemen risiko.

Dalam menetapkan *risk appetite* atas dua standar deviasi tersebut, bank dapat melihat bahwa walaupun distribusi B memiliki potensi laba absolut yang lebih sedikit, namun distribusi ini juga memiliki risiko absolut yang lebih sedikit karena nilai standar deviasi distribusi B lebih rendah dibandingkan distribusi A.

1.4

Model *Value at Risk*

1.4.1



Pengukuran risiko

Salah satu tantangan yang dihadapi oleh manajer risiko adalah mengukur risiko pasar (*market risk*) secara konsisten terhadap seluruh posisi risiko yang sensitif terhadap perubahan harga pasar. Tantangan ini telah dijawab dengan perkembangan model *Value at Risk* (VaR). Sebelum adanya model VaR ini limit risiko ditentukan berdasarkan jumlah dari instrumen tertentu yang dapat dimiliki (*hold*) oleh bank. Dengan cara ini evaluasi terhadap level risiko masing-masing limit sulit dilakukan. Sebagai contoh adalah kesulitan dalam menentukan risiko mana yang lebih besar antara dua limit dibawah ini:

- ☐ kepemilikan (*holding*) maksimum 600 saham PT. X
- ☐ kepemilikan (*holding*) maksimum 300 obligasi yang diterbitkan oleh PT. Y

Berbeda dengan VaR yang selalu dinyatakan dalam *monetary term* sebagai berikut:

- ☐ VaR maksimum sebesar USD 500,000 atas saham PT. X

- VaR maksimum sebesar USD 50,000 atas obligasi PT. Y

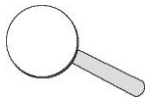
Dapat dilihat bahwa posisi ekuitas memiliki risiko sepuluh kali lipat lebih besar dibandingkan posisi obligasi. Hal ini merupakan informasi penting bagi manajemen dalam menentukan limit risiko.

1.4.2

Model VaR

Perhitungan VaR untuk *trading book* dalam jumlah besar merupakan perhitungan yang kompleks karena model harus dapat mencakup interaksi berbagai faktor risiko dalam mensimulasikan perubahan harga pasar. Sebagai gambaran, contoh berikut berusaha menjelaskan konsep dasar tanpa mencakup hal-hal kompleks lain dalam perhitungan menggunakan model VaR.

Model VaR menghitung risiko dengan membuat distribusi kerugian yang mungkin terjadi selama periode waktu tertentu untuk masing-masing posisi risiko yang dimiliki (*hold*). Distribusi tersebut dilakukan dengan proses dua langkah



Langkah pertama, distribusi harga pasar di waktu mendatang dihitung berdasarkan data historis. Faktor utama dalam perhitungan distribusi tersebut adalah 'volatilitas historis' (*historical volatility*). Hal ini dilakukan untuk menghitung seberapa besar deviasi perubahan harga pasar terhadap nilai *mean*. Pada umumnya hasilnya dinyatakan sebagai *annual percentage*. Sebagai contoh, jika volatilitas 20% per tahun diterapkan pada harga saham 100 berarti bahwa harga saham akan berfluktuasi antara 80 dan 120 dalam periode 12 bulan ke depan. Volatilitas historis digunakan sebagai input dalam model untuk mensimulasikan pergerakan harga pasar di waktu mendatang.

Langkah kedua adalah menilai kembali masing-masing posisi risiko menggunakan distribusi harga pasar untuk membuat distribusi perubahan nilai dalam posisi risiko secara keseluruhan

Dari distribusi tersebut manajer risiko dapat mengamati tingkat kerugian yang mendekati *confidence level* yang akan digunakan oleh bank. Basel mensyaratkan *confidence level* sebesar 99%. Dengan menggunakan asumsi bahwa distribusi kerugian adalah distribusi normal, maka manajer risiko dapat melihat *confidence level* 99% karena hal ini telah mendekati standar deviasi 3 dari nilai *mean*. Standar deviasi 3 menggambarkan *confidence level* 99,7%

Analisis ini dilakukan berulang-ulang untuk seluruh posisi risiko dan kemudian nilainya dijumlahkan untuk memperoleh nilai total VaR bank. Nilai VaR individual dapat dijumlahkan karena masing-masing telah dihitung dengan dasar yang konsisten. Oleh karenanya perbandingan risiko antar area bisnis yang berbeda-beda terkait dengan kinerjanya juga mungkin dilakukan

1.4.3

Variabel-variabel

Variabel-variabel utama dalam perhitungan VaR adalah jumlah data historis yang digunakan untuk menghitung volatilitas dan jumlah hari untuk proyeksi harga pasar di waktu mendatang. Basel mensyaratkan data historis minimum yang digunakan adalah selama satu tahun, walaupun bank mungkin menggunakan periode yang lebih lama. Perlu diingat bahwa bank konsisten terhadap periode historis yang ditentukan untuk menjaga stabilitas perhitungan VaR

Basel mensyaratkan *future horizon* selama 10 hari sekalipun banyak bank yang melakukan perhitungan VaR harian (atau dikenal sebagai *daily VaR* atau DVaR) dan kemudian ditingkatkan menjadi 10 hari untuk keperluan pelaporan. Sekali lagi, penting untuk diingat bahwa perlu konsistensi untuk menentukan *time horizon* karena waktu yang lebih panjang akan menghasilkan nilai VaR yang lebih tinggi untuk posisi yang sama. Nilai VaR yang lebih tinggi menunjukkan peningkatan risiko perubahan harga pasar yang tidak diinginkan untuk *time horizon* yang lebih lama.

Contoh pertanyaan

1. Dalam statistik, waktu yang akan datang adalah:
 - a) Diketahui
 - b) Dapat diprediksi
 - c) Tidak diketahui dan tidak dapat diketahui (*unknown and unknowable*)
 - d) Berdasarkan data historis

2. Perbedaan antara nilai tertinggi dan terendah dalam sebuah kelompok data tertentu dikenal sebagai:
 - a) *Range*
 - b) Median
 - c) Modus (*Mode*)
 - d) *Mean*

3. Manakah pernyataan yang benar tentang distribusi normal berikut ini:
 - a) Nilai median adalah dua kali nilai *mean*
 - b) Modus tidak memiliki nilai
 - c) Nilai modus adalah dua kali lipat nilai *mean*
 - d) Nilai *mean* sama dengan nilai median

Jawaban dapat dilihat pada lampiran.

Ringkasan

Bagian ini menguraikan beberapa konsep dasar dan hal-hal yang terkait dengan penggunaan statistik dalam pengukuran risiko keuangan. Pembaca disarankan membaca kembali ringkasan ini sebelum melanjutkan pada materi berikutnya.

Bagaimana statistik digunakan untuk menghitung risiko keuangan

- Perlu diingat bahwa metode statistik digunakan dalam estimasi kemungkinan terjadinya peristiwa di waktu mendatang. Tidak terdapat kepastian dari hasil estimasi secara statistik karena waktu mendatang bersifat tidak diketahui dan tidak dapat diketahui (*unknown* dan *unknowable*)
- Risiko keuangan dapat didefinisikan sebagai estimasi perubahan faktor-faktor risiko yang dapat mengakibatkan hasil yang tidak diinginkan
- Estimasi probabilitas perubahan faktor-faktor risiko (misal: harga pasar) pada umumnya didasarkan pada data historis faktor-faktor yang akan dievaluasi; dalam hal ini data historis bersifat diketahui dan pasti (*known* dan *certain*)
- Asumsi-asumsi seringkali digunakan dalam estimasi perubahan faktor-faktor risiko dengan tujuan simplifikasi atas interaksi antar faktor yang sangat kompleks dalam kondisi riil

Estimasi pergerakan faktor risiko di waktu mendatang

- *Time horizon* adalah periode waktu tertentu yang dipilih untuk mensimulasikan perubahan-perubahan faktor risiko
- Bank dapat mengelola eksposur risiko kerugian melalui penetapan limit tertentu (*limit setting*)

Distribusi normal

- *Arithmetic mean* adalah pengukuran rata-rata nilai dari sekelompok angka
- Modus (*mode*) adalah nilai yang muncul dengan frekuensi terbanyak
- Median adalah nilai tengah dari sekelompok angka tertentu yang telah di peringkat berdasarkan besarnya nilai tersebut
- *Range* adalah perbedaan antara nilai tertinggi dan terendah dari sekelompok angka tertentu
- Standar deviasi adalah pengukuran perbedaan antara nilai tertentu dengan *mean* dari nilai tertentu tersebut
- Standar deviasi dapat digunakan untuk membandingkan tingkat penyebaran (*dispersi*) relatif antara dua atau lebih kelompok data
- Distribusi normal memiliki ciri-ciri yang sangat berguna dalam estimasi risiko. Kurva berbentuk lonceng (*bell curve*) dan simetris dengan *mean*, modus dan median yang kesemuanya memiliki nilai yang sama dan berada di tengah distribusi

- Berdasarkan distribusi normal, sekitar 68% kelompok angka akan memiliki nilai standar deviasi antara -1 dan +1. Selanjutnya 95% akan memiliki standar deviasi antara -2 dan +2 dan 99% memiliki nilai standar deviasi antara -3 dan +3

Model Value at Risk (VaR)

- Salah satu tantangan bagi manajer risiko adalah mengukur risiko pasar (*market risk*) secara konsisten untuk berbagai posisi risiko yang berbeda-beda yang sensitif terhadap harga pasar
- Model VaR mengukur risiko dengan perhitungan distribusi kerugian yang dapat terjadi dalam periode waktu tertentu untuk tiap posisi risiko yang di *hold*
- Volatilitas historis adalah pengukuran tentang seberapa besar perubahan harga pasar berbeda dari nilai *mean*. Ini biasanya dinyatakan dalam persentase tahunan (*annual percentage*)
- *Confidence level* yang disyaratkan oleh Basel untuk perhitungan VaR adalah 99%
- Variabel utama dalam perhitungan VaR adalah jumlah data historis yang digunakan untuk menghitung volatilitas dan jumlah hari untuk proyeksi harga pasar
- Basel mensyaratkan data historis minimum yang digunakan adalah data selama 1 tahun, sekalipun bank mungkin menggunakan periode yang lebih lama
- Basel mensyaratkan future horizon selama 10 hari.