DIMENSI, VOL. 6, NO. 3 : 349-361
NOVEMBER 2017
ISSN: 2085-9996

ESTIMASIVALUE AT RISK DENGANGENERALIZED STUDENT-T DISTRIBUTION UNTUK MEMPREDIKSI RETURN INVESTASI

ESTIMATED OF VALUE AT RISK WITH GENERALIZED STUDENT-T DISTRIBUTION TO PREDICT INVESTMENT RETURN

Hermansah[1], Yudhi Hanggara[2]
[1,2](Pendidikan Matematika FKIP Universitas Riau Kepulauan Batam)
[1]bankhermansah@gmail.com, [2]yudhihanggara@gmail.com

Abstrak

Dalam artikel ini dijelaskan tentang estimasi kerugian Value at Risk menggunakan Generalized Student-t Distribution untuk return aset tunggal. Generalized Student-t Distribution merupakan perluasan dari distribusi normal standar dan chi square dsitribution. Generalized Student-t Distribution memiliki sifat yang thin tailed dan simetris. Sehingga estimasi Value at Risk dengan pendekatan Generalized Student-t Distribution diharapkan dapat memberikan estimasi kerugian yang baik untuk data yang memiliki sifat thin tailed dan simetris.

Kata kunci: Return, Value at Risk dan Distribusi Student-t.

Abstract

In this article we explain about estimation of Value at Risk using Generalized Student-t Distribution for single asset return. The Generalized Student-t Distribution is an extension of the standard normal distribution and chi square dsitribution. Generalized Student-t Distribution has thin tailed and symmetrical properties. So the Value at Risk estimation with the Generalized Student-t Distribution approach is expected to provide good loss estimation for data that has thin tailed and symmetrical properties.

Keywords:*Return, Value at Risk and Student-t Distribution.*

PENDAHULUAN

Pasar modal adalah pertemuan antar pihak yang memiliki kelebihan dana dengan pihak yang membutuhkan dana dengan cara memperjualbelikan sekuritas (Hartono, 2008). Pasar modal menjalankan dua fungsi, yaitu sebagai sarana bagi perusahaan untuk mendapatkan dana dari investor dan sebagai sarana bagi investor untuk berinvestasi. Investasi adalah penundaan konsumsi sekarang untuk digunakan didalam produksi yang efisien selama periode waktu tertentu. Bentuk yang paling umum dalam investasi pasar modal adalah saham. Saham merupakan bukti pemilikan sebagian dari perusahaan. Dalam investasi saham, investor mengharapkan tingkat *return* yang tinggi, maka investor harus berani menanggung risiko yang tinggi pula (Rosadi, 2009).

Nilai risiko dapat diukur dengan beberapa cara, diantaranya adalah *Value at Risk* (VaR). VaR merupakan nilai estimasi besarnya kerugian maksimal yang mungkin terjadi pada periode tertentu dengan tingkat keyakinan tertentu dan dalam kondisi pasar yang normal. VaR memberikan informasi tentang besarnya kerugian, periode waktu dan tingkat keyakinan (Dowd, 2002).

*Generalized Student-t Distribution*memiliki sifat *thin tailed* dan simetris. *Generalized Student-t distribution* memberikan variasi dalam memodelkan ukuran risiko pasar dengan *Value at Risk*. Dengan demikian, diharapkan estimasi ukuran risiko dapat disesuaikan dengan model data *return* yang beragam, sehingga diperoleh keakuratan perhitungan estimasi yang lebih baik. Estimasi *Value at Risk*dengan pendekatan *Generalized Student-t Distribution*diharapkan dapat memberikan estimasi kerugian yang baik untuk data yang memiliki sifat *thin tailed* dan simetris (Hermansah, 2014, 2015, 2017).

METODOLOGI

Return

Investor berinvestasi untuk mendapatkan tingkat pengembalian, yakni hasil yang diperoleh dalam berinvestasi. Terdapat dua jenis tingkat pengembalian yaitu tingkat pengembalian yang diharapkan (*expected return*) dan realisasi tingkat pengembalian (*realized return*). *Expected return* adalah tingkat pengembalian yang diharapkan akan diperoleh investor di waktu mendatang. *Realized return* adalah tingkat pengembalian yang telah terjadi, dihitung berdasarkan data historis. Tingkat pengembalian jenis ini penting karena dapat digunakan sebagai salah satu parameter kinerja perusahaan. Tingkat pengembalian ini juga berguna sebagai dasar perhitungan *expected return*(Rosadi, 2011).

Realisasi tingkat pengembalian terbagi atas beberapa macam. Menurut kegunaannya, realisasi tingkat pengembalian yang sering digunakan, yaitu:

1. *Profit/loss* (P/L)

   Profit/loss merupakan perhitungan *return* yang sederhana. *Profit/loss* didefinisikan sebagai nilai dari aset atau portofolio pada saat *t* dikurangi dengan nilai aset pada saat *t-1*. Secara matematis, dapat dituliskan

   $$P/L_t = P_t - P_{t-1}.$$

   Jika nilai P/L_t positif, maka dapat dikatakan mendapatkan keuntungan, sedangkan jika nilai P/L_t negatif, maka mengalami kerugian.

2. *Loss/profit* (L/P)

   Loss/profit merupakan negatif dari P/L_t .Dalam model matematis dapat dituliskan

   $$L/P_t = -(P/L_t).$$

3. *Return* Total (*Simple Net Return*)

   Return total merupakan tingkat pengembalian keseluruhan dari investasi dalam suatu periode tertentu. *Return* total (Rt) pada sekuritas antara periode *t-1* sampai dengan periode ke *t* didefinisikan sebagai berikut.

   $$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1,$$

   dengan P_t adalah harga sekuritas pada harga ke-t dan P_{t-1} adalah harga sekuritas pada harga ke *t-1*.

4. *Return* Relatif (*Simple Gross Return*)

   Return total dapat bernilai positif dan negatif. Pada *return* relatif dirumuskan sebagai $1+R_t$, sehingga *return*relatif nilainya selalu positif.

5. Log *Return* (*Continuously Compounded Return*)

   Nilai logaritma dari *simple gross return* disebut log *return*, yakni

$r_t = \ln(1+R_t) = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = \ln P_t - \ln P_{t-1}$ Selanjutnya, dapat didefinisikan log *returnk*-periode sebagai

$r_t[k] = \ln(1+R_t[k])$

$= \ln((1+R_t).(1+R_{t-1})...(1+R_{t-k+1}))$

$= \ln(1+R_t) + \ln(1+R_{t-1})...(\ln 1+R_{t-k+1}) = \sum_{j=0}^{k-1} r_{t-j}$.

Terlihat bahwa *return* r_t dalam k-periode merupakan jumlahan dari *return* r_t dalam *1*-periode yang berhubungan. Hasil ini lebih cocok dengan sifat yang diinginkan mengenai *return*, yakni sebagai contoh, jika indeks *t* menyatakan periode waktu harian, maka nilai return *k*-hari merupakan jumlahan dari *returnk*-hari yang bersesuaian. Karena sifat ini, dalam praktik bentuk ini *return* r_t sering digunakan dibandingkan dengan R_t.

Risiko

Risiko merupakan kata yang sudah didengar setiap hari. Biasanya kata tersebut mempunyai konotasi yang negatif, sesuatu yang tidak disukai, sesuatu yang ingin dihindari. Menurut Bank Indonesia, risiko adalah potensi terjadinya peristiwa yang dapat menimbulkan kerugian(Hanafi, 2006).

Risiko dibedakan menurut jenis-jenisnya.

1. Risiko kredit, yaitu risiko yang disebabkan oleh *counterparty* (debitur) dalam melaksanakan kewajiban-kewajibannya sesuai yang disyaratkan oleh kontrak/perjanjian.
2. Risiko negara dan pengalihan, yaitu risiko yang disebabkan oleh kondisi lingkungan ekonomi, sosial, politik dari negara asal *counterparty*.
3. Risiko pasar, yaitu risiko yang disebabkan oleh pergerakan harga pasar.
4. Risiko tingkat bunga, yaitu risiko yang disebabkan oleh pergerakan tingkat bunga di pasar.
5. Risiko likuiditas, yaitu risiko yang disebabkan oleh ketidakmampuan bank untuk mengakomodasi berkurangnya pasiva atau untuk membiayai peningkatan di sisi aktiva atau aset.

6. Risiko operasional, yaitu risiko yang disebabkan oleh pelanggaran atas ketentuan-ketentuan internal maupun atas kebijakan-kebijakan bank.
7. Risiko hukum, yaitu risiko yang disebabkan oleh ketidakcukupan atau kesalahan dalam pemberian pendapat hukum maupun dokumentasi hukum.
8. Risiko reputasi, yaitu risiko yang disebabkan oleh kegagalan di dalam operasional bank khususnya kegagalan dalam memenuhi ketentuan-ketentuan hukum atau peraturan yang dikenakan atas bank.

Distribusi Normal

Distribusi normal cukup populer dan banyak digunakan dalam memodelkan data. Bentuk distribusi normal sebagai kurva adalah seperti lonceng yang simetris(Bain & Engelhardt, 1991). Suatu variabel random X mengikuti distribusi normal dengan *mean* μ dan variansi σ^2, dituliskan $X \sim N(\mu,\sigma^2)$, jika mempunyai fungsi densitas

$$f(x;\mu,\sigma^2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}\;;-\infty<x<\infty;\;-\infty<\mu<\infty;\;0<\sigma<\infty.$$

Dengan mensubstitusikan $z=\dfrac{x-\mu}{\sigma}$ ke persamaan di atas diperoleh distribusi normal standar dengan fungsi densitas

$$f(z)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{\frac{z^2}{2}}\;;-\infty<z<\infty.$$

Jika Z memiliki fungsi densitas $f(z)=\dfrac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{\frac{z^2}{2}}$, maka $Z \sim N(0,1)$.

Distribusi Gamma

Definisi fungsi gamma (Asimow & Maxwel, 2010)adalah

$$\Gamma(\alpha)=\int_0^\infty x^{\alpha-1}e^{-x}dx\;;\quad 0<\alpha<\infty.$$

Teorema:

1. $\Gamma(\alpha)=(\alpha-1)\Gamma(\alpha-1);\quad \alpha>1.$

2. Jika $\alpha = n$ dengan n bilangan bulat positif maka $\Gamma(n) = (n-1)!$.
3. $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$.

Bukti:

1. Tulis $u = x^{\alpha-1}$ dan $dv = e^{-x}dx$.

   Sehingga diperoleh $du = (\alpha-1)x^{\alpha-2}dx$ dan $v = -e^{-x}$.

   Jadi

   $$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1}e^{-x}dx$$

   $$= -x^{\alpha-1}e^{-x}\Big|_{x=0}^{\infty} + (\alpha-1)\int_0^\infty x^{\alpha-2}e^{-x}dx$$

   $$= -(0-0) + +(\alpha-1)\int_0^\infty x^{(\alpha-1)-1}e^{-x}dx$$

   $$= (\alpha-1)\Gamma(\alpha-1) .$$

2. Menggunakan sifat (1) diperoleh

   $$\Gamma(1) = \int_0^\infty e^{-x}dx = 1 = 0!$$

   $$\Gamma(2) = (2-1)\Gamma(2-1) = (1)\Gamma(1) = (1)0! = 1!$$

   $$\Gamma(3) = (3-1)\Gamma(3-1) = (2)\Gamma(2) = (2)1! = 2!$$

   $$\Gamma(4) = (4-1)\Gamma(4-1) = (3)\Gamma(3) = (3)2! = 3!$$

   Sehingga analog untuk n bilangan bulat positif diperoleh

   $\Gamma(n) = (n-1)!$.

3. Tulis $x = \frac{u^2}{2}$.

   Sehingga diperoleh $dx = u.du$.

Jadi

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)=\int_0^{\infty} x^{-\frac{1}{2}}e^{-x}dx$$

$$=\int_0^{\infty}\left(\left(\frac{u^2}{2}\right)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{u^2}{2}}u\right)du$$

$$=\sqrt{2}\int_0^{\infty} e^{-\frac{u^2}{2}}du$$

$$=\sqrt{2}\left(\frac{1}{2}\sqrt{2\pi}\right)$$

$$=\sqrt{\pi}\ .$$

Variabel random non negatif X dikatakan berdistribusi gamma, dinotasikan $X \sim \Gamma(\alpha,\beta)$, jika X memiliki fungsi densitas yang berbentuk

$$f(x;\alpha,\beta)=\frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}x^{\alpha-1}e^{-\frac{x}{\beta}}\ ;\ 0\le x\le\infty\ ,\ \alpha>0\,.$$

Distribusi *Chi Square*

Jika variabel random $X=Z_1^2+Z_2^2+...+Z_n^2$ dengan $\left(Z_i\right)_{i=1}^{n}$ adalah variabel random normal standar yang saling independen, maka $X \sim \Gamma\left(\frac{n}{2},\frac{1}{2}\right)$. Distribusi ini disebut distribusi *chi square* berderajat bebas n(Asimow & Maxwel, 2010), dinotasikan $X \sim \chi^2(n)$. Jika $X \sim \chi^2(n)$, maka memiliki fungsi densitas sebagai

$$f(x)=\frac{1}{2^{\frac{n}{2}}\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}x^{\frac{n}{2}-1}e^{-\frac{x}{2}}\ ;\ x\ge 0\,,\ n\ge 0\,.$$

Fungsi Beta

Definisi fungsi beta (Asimow & Maxwel, 2010)adalah

$$B(\alpha,\beta)=\int_0^1 x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}dx\,;\ \alpha>0,\beta>0\,.$$

Fungsi beta dapat juga dituliskan sebagai

$$B(\alpha,\beta)=\frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta)}.$$

Sedangkan definisi dari fungsi beta tak lengkap adalah

$$I_x(\alpha,\beta)=\frac{B_x(\alpha,\beta)}{B(\alpha,\beta)}=\frac{1}{B(\alpha,\beta)}\int_0^x t^{\alpha-1}(1-t)^{\beta-1}dt\ ;$$

$$0<x<1, \alpha>0, \beta>0.$$

Distribusi Student-t

Dipunyai Z dan X variabel random yang independen dengan Z berdistribusi normal standar dan X berdistribusi *chi square* dengan derajat bebas v. Jika $t(v)$ transformasi dari Z dan X berbentuk $t(v)=\frac{Z}{\sqrt{X/v}}$ dengan fungsi densitas

$$f_t(t)=\frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi v}\,\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)}\left(\frac{1}{1+\frac{t^2}{v}}\right)^{\frac{v+1}{2}},\ -\infty<t<\infty,$$

maka t dikatakan distribusi student-t dengan derajat bebas v(Asimow & Maxwel, 2010).

Fungsi distribusi dari student-t adalah

$$F_t(t)=\begin{cases}\frac{1}{2}-\frac{1}{2}I_{\frac{t^2}{v+t^2}}\left(\frac{1}{2},\frac{v}{2}\right) untuk -\infty<t<0\\ \frac{1}{2}+\frac{1}{2}I_{\frac{t^2}{v+t^2}}\left(\frac{1}{2},\frac{v}{2}\right) untuk 0<t<\infty\end{cases},$$

Dimana $I_{\frac{t^2}{v+t^2}}\left(\frac{1}{2},\frac{v}{2}\right)$ merupakan fungsi beta tak lengkap.

Bukti:

$$F(t)=\int_{-t}^{t} f(u)du$$

DIMENSI, VOL. 6, NO. 3 : 349-361
NOVEMBER 2017
ISSN: 2085-9996

$$=\int_{-t}^{t}\frac{1}{\sqrt{\pi v}}\frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)}\left(1+\frac{u^2}{v}\right)^{-\frac{(v+1)}{2}}du$$

$$=\frac{1}{\sqrt{\pi v}}\frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)}\int_{-t}^{t}\left(1+\frac{u^2}{v}\right)^{-\frac{(v+1)}{2}}du$$

$$=\frac{1}{\sqrt{v}}\frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)}\int_{-t}^{t}\left(1+\frac{u^2}{v}\right)^{-\frac{(v+1)}{2}}du$$

$$=\frac{1}{\sqrt{v}B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)}\int_{-t}^{t}\left(1+\frac{u^2}{v}\right)^{-\frac{(v+1)}{2}}du$$

$$=\frac{2}{\sqrt{v}B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)}\int_{0}^{t}\left(1+\frac{u^2}{v}\right)^{-\frac{(v+1)}{2}}du\,.$$

Misal

$$x=\frac{v}{v+u^2},$$

maka

$$u^2=\frac{v}{x}-v$$

$$u=\left(\frac{v}{x}-v\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$du=\frac{1}{2}\left(\frac{v}{x}-v\right)^{-\frac{1}{2}}\left(-\frac{v}{x^2}\right)dx=-\frac{v}{2x^2}\left(\frac{v}{x}-v\right)^{-\frac{1}{2}}dx\,.$$

Batas bawah jika $u=0$ maka $x=1$.

Batas atas jika $u = t$ maka $x = \dfrac{v}{v+t^2}$.

Sehingga

$$F_t(t) = \frac{2}{\sqrt{v}B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)} \int_1^{\frac{v}{v+t^2}} \left(1 + \frac{\frac{v}{x} - v}{v}\right)^{-\frac{(v+1)}{2}} \left(-\frac{v}{2x^2}\left(\frac{v}{x} - v\right)^{-\frac{1}{2}}\right) dx$$

$$= \frac{-2v}{2\sqrt{v}B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)} \int_1^{\frac{v}{v+t^2}} \left(\frac{v + \frac{v}{x} - v}{v}\right)^{-\frac{(v+1)}{2}} \frac{1}{x^2} \frac{(v - vx)^{-\frac{1}{2}}}{x^{-\frac{1}{2}}} dx$$

$$= \frac{-v^{\frac{1}{2}}}{B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)} \int_1^{\frac{v}{v+t^2}} \left(\frac{1}{x}\right)^{-\frac{(v+1)}{2}} \frac{1}{x^2} \frac{x^{\frac{1}{2}}}{v^{\frac{1}{2}}(1-x)^{\frac{1}{2}}} dx$$

$$= \frac{1}{B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)} \int_{\frac{v}{v+t^2}}^{1} x^{\frac{(v+1)}{2}} \frac{x^{-2}x^{\frac{1}{2}}}{(1-x)^{\frac{1}{2}}} dx$$

$$= \frac{1}{B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)} \int_{\frac{v}{v+t^2}}^{1} x^{\frac{v}{2}-1}(1-x)^{-\frac{1}{2}} dx$$

$$= \frac{1}{B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)} \int_{\frac{v}{v+t^2}}^{1} x^{\frac{v}{2}-1}(1-x)^{\frac{1}{2}-1} dx$$

$$= \frac{1}{B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)} \left[\int_0^1 x^{\frac{v}{2}-1}(1-x)^{\frac{1}{2}-1} dx - \int_0^{\frac{v}{v+t^2}} x^{\frac{v}{2}-1}(1-x)^{\frac{1}{2}-1} dx \right]$$

$$= \frac{1}{B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)} \left[B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right) - B_{\frac{v}{v+t^2}}\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right) \right]$$

$$=1-\frac{B_{\frac{v}{v+t^2}}\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)}{B\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)}$$

$$=1-I_{\frac{v}{v+t^2}}\left(\frac{v}{2},\frac{1}{2}\right)$$

$$=I_{1-\frac{v}{v+t^2}}\left(\frac{1}{2},\frac{v}{2}\right)$$

$$=I_{\frac{t^2}{v+t^2}}\left(\frac{1}{2},\frac{v}{2}\right).$$

Diketahui bahwa $F_t(t)=\int_{-\infty}^{\infty} f(u)du=1$ dan distribusi student-t simetrik di $t=0$, maka $F_t(t)=\int_{-\infty}^{0} f_t(t)dt=\int_{0}^{\infty} f_t(t)dt=\frac{1}{2}$.

Jadi diperoleh

$$F_t(t)=\begin{cases}\frac{1}{2}-\frac{1}{2}I_{\frac{t^2}{v+t^2}}\left(\frac{1}{2},\frac{v}{2}\right),-\infty<t<0\\ \frac{1}{2}+\frac{1}{2}I_{\frac{t^2}{v+t^2}}\left(\frac{1}{2},\frac{v}{2}\right),0\le t<\infty\end{cases}.$$

PEMBAHASAN

VaRGeneralized Student-t Distribution

Value at Risk (VaR) didefinisikan sebagai nilai estimasi besarnya kerugian maksimal yang mungkin terjadi pada periode tertentu dengan tingkat keyakinan tertentu dan dalam kondisi pasar yang normal. Dari definisi tersebut, terdapat tiga variabel yang penting, yakni besarnya kerugian, periode waktu dan tingkat keyakinan.

Secara matematis, VaR dengan tingkat keyakinan α, dinotasikan $\Phi(\alpha)$, dinyatakan sebagai bentuk kuantil ke $(1-\alpha)$ dari distribusi *return*. Jika dituliskan $f(r(t))$ sebagai fungsi densitas peluang dari $r(t)$ dan $F(r(t))$ sebagai fungsi distribusi kumulatifnya, maka secara sederhana dapat dinyatakan VaR dari $r(t)$ pada tingkat keyakinan α sebagai

$F(\Phi) = (1-\alpha)$.

Bentuk invers dari fungsi tersebut untuk menghitung nilai VaR,

$\Phi = F^{-1}(1-\alpha)$.

Dalam hal ini, VaR merupakan bentuk invers dari fungsi distribusi kumulatif.

Sedangkan perhitungan VaR untuk *return* berdistribusi student-t diperoleh dengan menggunakan *generalized student-t dsitribution*. Dengan *generalized student-t distribution* dimana *mean* μ, variansi $\sigma^2\left(\frac{v}{v-2}\right)$, *skew* bernilai 0, dan kurtosis $\frac{3(v-2)}{v-4}$, maka kuantil dari *generalized student-t distribution* adalah $\mu+\sigma\sqrt{\frac{v}{v-2}}t_{\alpha,v}$, dengan $t_{\alpha,v}$ adalah kuantil dari distribusi student-t awal untuk derajat bebas v dan tingkat keyakinan sebesar α. Sehingga diperoleh rumus VaR untuk distribusi student-t adalah $VaR = \mu+\sigma\sqrt{\frac{v}{v-2}}t_{\alpha,v}$ (Dowd, 2005).

Dalam hal ini, estimasi VaR distribusi student-t menggunakan tingkat keyakinan 95%,95,5%, 96%, 96,5%,97%, 97,5%,98%, 98,5%,99%dan 99,5%. Adapun hasil estimasi VaRdistribusi student-t yang diperoleh adalah sebagai berikut. Kerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 95% adalah sebesar Rp 1,645dan kerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 95,5% adalah sebesar Rp 1,6954.Kerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 96% adalah sebesar Rp 1,7507dan kerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 96,5% adalah sebesar Rp 1,8119.Kerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 97% adalah sebesar Rp 1,8808dan kerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 97,5% adalah sebesar Rp 1,96.Selanjutnya kerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 98% adalah sebesar Rp 2,0537 dan kerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 98,5% adalah sebesar Rp 2,1701. Kemudiankerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 99% adalah sebesar Rp 2,3263dan kerugian maksimal untuk investasi sebesar Rp 1 dengan tingkat keyakinan 99,5% adalah sebesar Rp 2,5758.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pembahasanini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Estimasi nilai *Value at Risk*merupakan bentuk invers dari fungsi distribusi kumulatif.
2. *Value at Risk* cukup baik digunakan karena mengakomodasi bentuk distribusi data *return* yang memiliki ekor tipis (*thin tail*) dan simetris.

Saran

Adapun saran-saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Adanya kesulitan dalam mendapatkan data yang bersifat distribusi student-t.
2. Model estimasi nilai *Value at Risk*yang dibahas dapat dilanjutkan dengan distribusi data yang lain.

REFERENSI

Asimow, L. A. & Maxwell, M. M. 2010. *Probability and Statistics with Applications: A Problem Solving Text*. Actex Publication: Winsted.

Bain, J. L. & Engelhard, M, 1991. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics, Second Edition*. Duxbury Prss: California.

Dowd, K.(2002).*An introduction to market risk measurement*. John Wiley and Sons, Ltd: Chicester.

Dowd, K.(2005).*Measuring market risk, second edition*. John Wiley and Sons, Ltd: Chicester.

Hanafi, M.M.(2006).*Manajemen risiko*. UPP STIM YKPN: Yogyakarta.

Hartono, J.(2008).*Teori portofolio dan analisis investasi*. BPFE: Yogyakarta.

Hermansah. (2014). *Estimasi Nilai Risiko kasus Heteroskedastik dengan Generalized Pareto Distribution untuk memprediksi Return Investasi*. Prosiding Seminar Nasional Matematika UNUD. Denpasar, Universitas Udayana.

Hermansah. (2015). *Estimasi Value at Risk dan Expected Tail Loss kasus Heteroskedastik dengan Generalized Extreme Value untuk Memprediksi Return Investasi*. Prosiding SENDIKMAD. Yogyakarta, Universitas Ahmad Dahlan.

Hermansah. (2017). *Estimasi Value at Risk denganDistribusiNormaluntuk Memprediksi Return Investasi*. Jurnal Mercumatika. Yogyakarta, Universitas Mercu Buana.

Rosadi, D.(2009).*Diktat kuliah manajemen risiko kuantitatif*. UGM: Yogyakarta.

Rosadi, D. (2011).*Diktat kuliah pengantar analisa runtun waktu*. UGM: Yogyakarta.