

PENGARUH DATA EKSTRIM ASET PERUSAHAAN PADA VALUASI OBLIGASI

Di Asih I Maruddani

Departemen Statistika, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Email: maruddani@live.undip.ac.id

Abstrak. Asumsi dasar yang sering digunakan pada valuasi obligasi merupakan penggunaan asumsi pada model Black-Scholes-Merton. Terdapat dua asumsi yang kurang tepat digunakan dalam investasi praktis obligasi, yaitu data aset perusahaan tidak mengikuti distribusi Normal, dalam hal ini memiliki data ekstrem yang diperlihatkan dengan keberadaan *jump*. Selain itu pemberian kupon secara periodik merupakan hal yang wajar dalam kontrak obligasi. Paper ini akan membahas secara matematis valuasi obligasi dalam hal ini memberikan nilai ekspektasi modal perusahaan dan kemungkinan kebangkrutan perusahaan yang diakibatkan perusahaan tidak mampu membayar kembali hutang obligasinya pada saat jatuh tempo. Untuk menangkap adanya *jump* pada data aset perusahaan, *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion* merupakan model yang tepat. Sedangkan pembentukan serial pemberian kupon dapat dilakukan dengan pendekatan *compound option*. Penerapan kasus ini adalah dengan melakukan analisis pada Obligasi Berkelanjutan II Bank CIMB Niaga Tahap III Tahun 2017 Seri C. Hasil yang diperoleh memberikan informasi yang lebih lengkap kepada investor obligasi pada saat pembayaran kupon dan saat jatuh tempo.

Kata Kunci: obligasi, coupon, data ekstrem, compound poisson, jump diffusion process

1. Pendahuluan

Obligasi merupakan salah satu investasi berpendapatan tetap (*fixed income securities*) karena keuntungan yang diberikan kepada investor obligasi didasarkan pada tingkat suku bunga yang telah ditentukan sebelumnya. Investasi obligasi selain menghasilkan pendapatan tetap juga memberikan potensi risiko investasi. Salah satu risiko investasi obligasi adalah risiko kredit. Risiko kredit (*credit risk*) adalah risiko kerugian yang disebabkan suatu perusahaan gagal membayar hutangnya pada saat jatuh tempo sehingga dapat dikatakan bangkrut (*default*) (Hanafi, 2006). Ada tiga ukuran risiko kredit perusahaan dalam rangka valuasi perusahaan,

yaitu nilai modal atau ekuitas (*equity*), nilai hutang atau liabilitas (*liability*), dan probabilitas kebangkrutan (*probability of default*) (Landschoot, 2004).

Perkembangan teori valuasi obligasi diawali dengan penelitian Merton (1974) yang mengukur risiko investasi obligasi dengan menggunakan asumsi-asumsi yang cukup ketat. Model ini sejalan dengan pengukuran harga opsi Black-Scholes (1973). Asumsi praktis dalam model *Black-Scholes-Merton* adalah *return* aset perusahaan berdistribusi normal dengan volatilitas konstan berdasarkan *geometric Brownian motion*. Namun, seringkali ditemukan *return* aset yang tidak berdistribusi normal, dalam hal ini mempunyai data ekstrem yang dikenali dengan keberadaan *jump* ataupun *excess kurtosis*. Keberadaan data ekstrem ini mengakibatkan analisis yang dihasilkan tidak tepat.

Beberapa penelitian telah menemukan bukti bahwa data-data keuangan mempunyai kecenderungan mengandung data ekstrem (Cont, 2001). Hal ini disebabkan sifat data keuangan yang sangat sensitif terhadap kondisi pasar. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa data keuangan di Indonesia mengandung data ekstrem. *Geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion model* merupakan salah satu alternatif penyelesaian masalah ini. Maruddani & Trimono (2017) memodelkan data ekstrem pada harga saham dengan *jump diffusion model*. Pengukuran risiko saham yang memuat data ekstrem juga telah dianalisis dengan *value at risk* berdasarkan *jump diffusion model* (Trimono & Maruddani, 2017).

Pada permasalahan analisis investasi obligasi, telah diperoleh model matematis berdasarkan waktu jatuh tempo kebangkrutan pada obligasi perusahaan Indonesia (Maruddani et al, 2013b, 2014, dan 2015). Karakteristik data ekstrem pada investasi obligasi yang diwakili dengan

nilai *skewness* dan *kurtosis* telah dimodelkan dan disimulasikan berdasarkan ekspansi Gram-Charlier (Abdurakhman & Maruddani, 2018).

Permasalahan lain yang kurang diperhatikan pada model matematis yang dihasilkan adalah pemberian kupon secara periodik pada kontrak obligasi. Pada kasus ini Maruddani et al (2013a) telah memberikan pemodelan matematis berdasarkan *compound option call on call*.

Paper ini akan menyajikan pemodelan matematis untuk obligasi dengan menggunakan kupon 2 periode pada kejadian data aset perusahaan penerbit obligasi mengandung data ekstrem. Pemodelan data ekstrem diasumsikan mengikuti *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion* yang akan disajikan dalam valuasi obligasi berdasarkan konsep *compound option*.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan adalah obligasi yang diterbitkan oleh PT. Bank Tabungan Pensiunan Nasional Tbk pada tahun 2017. Obligasi tersebut memperoleh hasil pemeringkatan atas surat hutang jangka panjang dari PT Pemeringkat Efek Indonesia (PEFINDO) dengan peringkat (*rating*) AAA. Obligasi PT Bank Tabungan Pensiunan Nasional Tbk dengan nama "Obligasi III BTPN Tahap II Tahun 2017 Seri B" diterbitkan tanggal 17 Oktober 2017. Data lengkap obligasi diperoleh dari website www.ibpa.co.id. Sedangkan data aset perusahaan diperoleh dari laporan keuangan PT Bank Tabungan Pensiunan Nasional periode Oktober 2012 – September 2017 dari website www.idx.co.id.

Tahapan analisis untuk menganalisis obligasi PT. BTPN adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai parameter-parameter data obligasi PT. BTPN, diantaranya adalah nilai pokok hutang (*face value*), periode pembayaran kupon, besaran kupon yang diberikan, dan waktu jatuh tempo (*maturity date*)
2. Mengumpulkan data aset perusahaan PT. BTPN
3. Membuat plot data aset perusahaan untuk indikator awal apakah terdapat data ekstrem
4. Menghitung statistik deskriptif data aset perusahaan. diantaranya rata-rata, standar deviasi, *skewness*, kurtosis. Nilai kurtosis yang melebihi 3 juga mengindikasikan keberadaan data ekstrem.
5. Jika data terindikasi memuat data ekstrem, maka dihitung parameter-parameter *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion model*, diantaranya adalah intensitas *jump*, rata-rata *jump*, dan standar deviasi *jump*
6. Memodelkan data aset perusahaan dengan *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion model*
7. Melakukan pemodelan matematis obligasi pada saat pembayaran kupon dan saat jatuh tempo berdasarkan data aset yang bergerak mengikuti *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion model*
8. Melakukan analisis hasil

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Geometric Brownian Motion dengan Jump Diffusion

Menurut Dmouj (2006), model *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion* diberikan seperti persamaan berikut:

$$V(t) = \left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 - \lambda k \right) t + \sigma W(t) + \sum_{i=1}^{N_t} Y_i \quad t \geq 0 \quad (1)$$

Untuk model *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion*, persamaan diferensial stokastik mengikuti persamaan:

$$\frac{dV(t)}{dt} = (\mu - \lambda k)dt + \sigma dW(t) + (y_t - 1)dN_t \quad (2)$$

Dengan μ adalah rata-rata aset, σ adalah volatilitas atau standar deviasi dari aset, $W(t)$ merupakan gerak Brown, $N(t)$ adalah proses Poisson dengan intensitas λ dengan (Brigo *et al*, 2008)

$$J(t) = \sum_{j=1}^{N_t} (Y_j - 1) \quad (5)$$

$$dJ(t) = (Y_{N(t)} - 1)dN(t) \quad (6)$$

$N(t)$ adalah proses Poisson dengan intensitas λ dengan $W(t)$, $N(t)$, dan $Y(t)$ saling independen, dengan $W(t)$ merupakan Gerak Brown serta nilai μ dan σ adalah parameter dari V dan t (Maruddani & Trimono, 2017).

3.2 Obligasi dengan Kupon berdasarkan *Geometric Brownian Motion* dengan *Jump Diffusion*

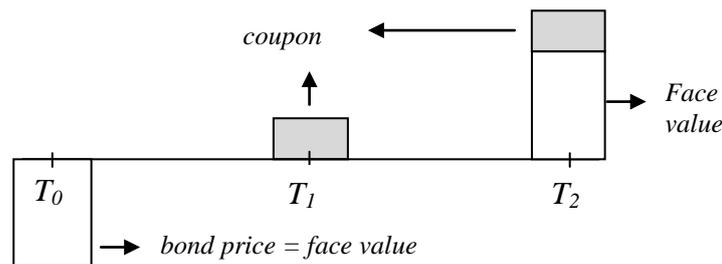
Obligasi dengan kupon dua periode (*two periods coupon bond*) adalah obligasi yang memberikan kupon kepada investor sebanyak dua kali selama periode obligasi. Model pada penelitian ini mensyaratkan waktu kebangkrutan hanya pada saat jatuh tempo (*default at maturity date*). Struktur obligasi ini diberikan pada gambar 1 (Maruddani et al, 2015).

Jika dipunyai obligasi yang memenuhi asumsi mengikuti model Merton (1974) dengan hutang pokok K , memberikan dua kali pembayaran kupon sebesar c , waktu pembayaran kupon T_1 , jatuh tempo T_2 , suku bunga bebas risiko r , dan nilai aset V_t , $t = 0, 1, \dots$ mengikuti proses geometrik Brownian motion, maka pada saat pembayaran kupon, T_1 , terdapat dua keadaan yang mungkin terjadi pada obligor, yaitu:

1. Jika obligor dapat membayar hutangnya, maka obligor membayar sebesar nilai kupon, yaitu sebesar c .
2. Jika obligor tidak dapat membayar hutangnya, maka perusahaan dinyatakan bangkrut.

Pada saat jatuh tempo, T_2 , terdapat dua keadaan yang mungkin terjadi pada obligor, yaitu:

1. Jika obligor dapat membayar hutangnya, maka obligor membayar sebesar hutang pokok obligasi ditambah kupon, yaitu sebesar $K_1 = K+c$.
2. Jika obligor tidak dapat membayar hutangnya, maka perusahaan dinyatakan bangkrut.



Gambar 1. Arus Kas Perusahaan Penerbit Obligasi dengan Kupon Dua Periode

Pada model *jump diffusion*, perubahan harga aset terdiri dari bagian difusi kontinu yang dimodelkan dengan *geometric Brownian motion* dan bagian yang tidak normal, contohnya keberadaan data ekstrem, yang dimodelkan dengan proses Poisson majemuk (*compound Poisson process*). *Jump* pada harga aset diasumsikan saling independen dan identik. Peluang suatu *jump* terjadi dalam selang waktu yang kecil dimodelkan dengan proses Poisson (Matsuda, 2014).

Investasi obligasi dapat dimodelkan dalam N tahap keputusan, dimana pada setiap tahap investor obligasi dapat memilih opsi untuk berhenti dari investasi jika perusahaan tidak mampu membayar kupon, yaitu pada saat pembayaran kupon, ataupun pada saat jatuh tempo jika perusahaan tidak mampu membayar pokok hutang (Andergassen & Sereno, 2010). Keputusan berhenti atau melanjutkan investasi didasarkan pada pengetahuan mengenai data aset perusahaan. Jika aset perusahaan menunjukkan performa yang bagus, maka investasi dapat dilanjutkan. Sedangkan jika nilai aset diperkirakan tidak cukup untuk membayar pokok hutang maupun bunga, maka investor obligasi dapat memutuskan investasi, dan perusahaan dapat dinyatakan bangkrut.

Informasi mengenai harga aset ini yang menjadi hal penting dalam valuasi obligasi. Harga aset yang fluktuatif tidak dapat dimodelkan dengan model-model sederhana dan normal. Karakteristik data keuangan yang seringkali memuat data ekstrem menjadi alasan penerapan *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion*. Berdasarkan asumsi-asumsi yang telah disyaratkan dalam model Black-Scholes-Merton, dan memandang keberadaan *jump* dan pembayaran kupon secara periodik, maka nilai ekuitas perusahaan pada saat pembayaran kupon adalah:

$$\xi_{T_0}^{T_1} = \sum_{i=1}^{N_i} \frac{\exp(-\bar{\lambda}\tau)}{i!} \xi_{BS}(V_t, \tau = T, \sigma_i, r_i) \quad (8)$$

Dengan

$$\bar{\lambda} = \lambda(1+k)$$

$$\sigma_i^2 = \sigma^2 + \frac{i\delta^2}{\tau}$$

$$r_i = r - \lambda k + \frac{i \ln(1+k)}{\tau}$$

Dan V_{BS} adalah ekuitas Black-Scholes dengan *geometric Brownian motion*.

Sedangkan nilai ekuitas pada saat jatuh tempo adalah

$$\begin{aligned} \xi_{T_1}^{T_2} = & \prod_{j=1}^N \left[\sum_{n_j=0}^{\infty} \frac{\exp(-\lambda \tau_j) (\lambda \tau_j)^{n_j}}{n_j!} V_0 \exp(-\delta_{s_i} T_1) N_2(a_{s_2}, a_{s_1}) \right] + \\ & + \prod_{j=1}^N \left[\sum_{n_k=0}^{\infty} \frac{\exp(-\lambda \tau_k) (\lambda \tau_k)^{n_k}}{n_k!} I_j \exp(-r T_1) N_1(b_{s_N}, b_{s_j}) \right] \end{aligned} \quad (9)$$

Dengan

$$\begin{aligned} \delta_{s_k} &= \frac{s_k \left(\mu_J + \frac{1}{2} \sigma_J^2 \right)}{T_k} + \lambda \left[\exp \left(\mu_J + \frac{1}{2} \sigma_J^2 \right) - 1 \right] \\ b_{s_k} &= \frac{\ln \left(\frac{V_0}{V_k^*} \right) + \left(r - \delta_{s_k} - \frac{1}{2} \sigma_{s_k}^2 \right) T_k}{\sigma_{s_k} \sqrt{T_k}} \\ a_{s_k} &= b_{s_k} + \sigma_{s_k} \sqrt{T_k} \end{aligned}$$

Probabilitas kebangkrutan pada saat pembayaran kupon (T_1) adalah: (Zhou, 1997)

$$P(V_T < K_1) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\exp(-\lambda T) (\lambda T)^i}{i!} N \left(\frac{\ln K_1 - \ln V_T - \left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 - \lambda k \right) T - i \mu}{\sqrt{\sigma^2 T + i \sigma^2}} \right) \quad (10)$$

Sehingga probabilitas kebangkrutan perusahaan pada saat jatuh tempo adalah:

$$P(V_{T_2} < K_1 \mid V_{T_1} \geq V_1^*) = 1 - P(V_{T_2} \geq K_1 \mid V_{T_1} \geq V_1^*) \quad (11)$$

Studi kasus yang digunakan dalam makalah ini adalah Obligasi yang dipilih menjadi studi kasus dalam bab ini adalah Obligasi Berkelanjutan II Bank CIMB Niaga Tahap III Tahun 2017 Seri C. Obligasi tersebut memperoleh hasil pemeringkatan atas surat hutang jangka panjang dari PT Pemeringkat Efek Indonesia (PEFINDO) dengan peringkat (rating) AAA. Obligasi PT Bank CIMB Niaga Tbk dengan nama "Obligasi Berkelanjutan II Bank CIMB Niaga Tahap III Tahun 2017 Seri C" diterbitkan tanggal 2 November 2017 dengan hutang pokok (*face value*) sebesar Rp. 843.000.000.000,00 (Delapan Ratus Empat Puluh Tiga Milyar Rupiah) berjangka waktu 5 (lima) tahun dengan tingkat bunga tetap sebesar 7.75% per tahun yang dibayarkan pada saat jatuh tempo. Profil obligasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Untuk mengetahui apakah return aset mengikuti distribusi normal atau tidak, dilakukan uji normalitas *Jarque-Bera* dan nilai *p-value* dari uji *Jarque-Bera* sebesar 0,0005598. Dapat dikatakan data return aset tidak berdistribusi normal. Data aset yang digunakan adalah aset perusahaan dari periode Oktober 2012 sampai dengan Oktober 2017. Selanjutnya dihitung *moment-moment* data seperti tercantum pada Tabel 2. Berdasarkan uji *Jarque-Bera* yang menyimpulkan data tidak berdistribusi normal, serta nilai kurtosis pada Tabel 2 yang lebih besar dari 3, dapat disimpulkan bahwa data aset perusahaan Bank CIMB Niaga bersifat *heavy tail*. Hal ini merupakan indikasi bahwa terdapat data ekstrem pada data aset. Sehingga model *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion* dapat diterapkan pada kasus ini.

Tabel 1. Profil Obligasi Berkelanjutan II Bank CIMB Niaga
Tahap III Tahun 2017 Seri C

Parameter	Nilai
Face Value	843.000.000.000,00
Terbit	2 November 2017
Jatuh Tempo	2 November 2022
Periode	5 tahun
Kupon	7.75% p.a

Tabel 2. Statistik Deskriptif Data Ln Return Aset Data Bank CIMB Niaga

Parameter	Nilai
Rata-rata	0,0045718490
Variansi	0,0003864503
Standar	0,0196583400
Deviasi	
Harga	-
Terendah	0,0683162200
Harga	0,0553774900
Tertinggi	
Volatilitas	0,0680984800
Skewness	-
	0,4763716000
Kurtosis	5,2544580000

Diketahui data awal aset adalah sebesar $V_0 = \text{Rp. } 247.724.200.000.000,00$. Untuk menentukan suku bunga bebas risiko digunakan BI Rate yang diterbitkan oleh Bank Indonesia. Bank Indonesia melakukan penguatan kerangka operasi moneter dengan memperkenalkan suku bunga acuan atau suku bunga kebijakan baru yaitu BI 7-Day Repo Rate, yang akan berlaku efektif sejak 19 Agustus 2016. Rata-rata suku bunga bank bebas risiko dari Nopember 2016 hingga Oktober 2017 adalah 4.645833%.

Parameter dalam model *jump diffusion* meliputi rata-rata *return* (α), volatilitas *return* (σ), intensitas lompatan (λ), rata-rata lompatan (μ), dan st.deviasi lompatan (δ). Berdasarkan Tabel 3, diperoleh nilai estimasi rata-rata *return* (α) sebesar 0,0045718490 dan nilai estimasi volatilitas *return* (σ) sebesar 0,0003864503, nilai estimasi intensitas lompatan (λ) sebesar 0,00724, nilai estimasi rata-rata lompatan (μ) sebesar 0,00273, dan nilai estimasi standar deviasi lompatan (δ) sebesar 0,01053.

Tabel 3. Estimasi nilai parameter model *Jump Diffusion*

Parameter	Nilai
rata rata return (α)	0,0045718490
volatilitas return (σ)	0,0003864503
intensitas lompatan (λ)	0,0072400000
rata-rata lompatan (μ)	0,0027300000
standar deviasi lompatan (δ)	0,0105300000

Valuasi dari Obligasi Berkelanjutan II Bank CIMB Niaga Tahap III Tahun 2017 Seri C dengan pembayaran kupon dua periode dengan diketahui data aset terdapat *jump* dan dimodelkan dengan *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion* diberikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Valuasi Obligasi Berkelanjutan II Bank CIMB Niaga Tahap III Tahun 2017 Seri C

Nilai	Saat Kupon	Pembayaran	Saat Jatuh Tempo
Ekspektasi Ekuitas	252.830.638.000.000		243.933.642.000.000
Peluang Bayar	Gagal	1.63421×10^{-12}	3.63963×10^{-10}

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 4 terlihat bahwa peluang kebangkrutan untuk pada saat jatuh tempo maupun saat pembayaran

kupon sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa peluang PT Bank CIMB Niaga Tbk tidak dapat membayar utangnya pada saat jatuh tempo sangat kecil. Nilai harapan ekuitas pada model dengan juga jauh melebihi hutang perusahaan, Sehingga dapat dikatakan bahwa PT Bank CIMB Niaga cukup baik performanya untuk dapat membayar hutang obligasi sampai dengan saat jatuh tempo.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan studi kasus, dapat diperoleh kesimpulan berikut :

1. Data aset perusahaan menunjukkan keberadaan data ekstrem sehingga tepat dimodelkan dengan *geometric Brownian motion* dengan *jump diffusion*
2. Hasil perhitungan dalam studi kasus menunjukkan bahwa peluang *default* PT CIMB Niaga Tbk sangat kecil dan nilai ekspektasi ekuitas yang jauh melebihi nilai hutang obligasi. Sehingga cukup aman bagi investor untuk menginvestasikan dananya pada obligasi tersebut.

5. Ucapan Terima Kasih

1. Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dana Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2018 sehingga artikel ini dapat dihasilkan.
2. Panitia seminar nasional Variansi yang diselenggarakan oleh Program Studi Statistika FMIPA Universitas Negeri Makassar sehingga artikel ini dapat dipublikasikan sebagai materi undangan.

Daftar Pustaka

- Andergassen, R. and Sereno, L. 2010. *Valuation of N-Investment Under Jump Diffusion*. Working Paper University of Pisa Italy.
- Black, F. dan Scholes, M. 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economy*, 81, 637-654.
- Brigo *et al.* 2008. A Stochastic Processes Toolkit for Risk Management. *Journal of Risk Management in Financial Institutions*. Vol 1 (4), 5-13.
- Cont, R., 2001 "Empirical Properties of Asset Returns: Stylized Facts and Statistical Issues", *Quantitative Finance*, 1, 223-236.
- Landschoot, A. 2004. Determinants of Euro Term Structure of Credit Spreads, *Working Paper Series No. 397*, European Central Bank.
- Maruddani, D.A.I., Rosadi, D., Gunardi, dan Abdurakhman. 2013a. Valuasi Coupon Bond Berdasarkan Compound Option Call on Call. *Prosiding Seminar Nasional Statistika Universitas Diponegoro 2013*, hal 467 – 478.
- Maruddani, D.A.I., Rosadi, D., Gunardi, dan Abdurakhman. 2013b. Bankruptcy Prediction of Coupon Bond with Modified First Passage Time Approach. *Proceeding International Conference on Mathematical and Computer Sciences*, Bandung, hal 45-52.
- Maruddani, D.A.I., Rosadi, D., Gunardi, dan Abdurakhman. 2014. One Period Coupon Bond Valuation With Revised First Passage Time Approach And The Application In Indonesian Corporate Bond. *AIP Conference Series*, Vol 1643, hal 391-401.
- Maruddani, D.A.I., Rosadi, D., Gunardi, dan Abdurakhman, 2015, Valuation of One Period Coupon Bond Valuation Based on Default Time and Empirical Study in Indonesian Bond Data, *Far East Journal of Mathematical Sciences*, 98(1), 57–73
- Marudani, D.A.I. dan Trimono. 2017. Stock Price Prediction of PT Astra Argo Lestari Tbk. with Jump Diffusion Model. *Jurnal Riset Akuntansi Mercu Buana*. Vol. 3 No. 1, pp. 57 – 67.
- Matsuda, K. 20014. *Introduction to Merton Jump Diffusion Model*. Working Paper.
<http://www.maxmatsuda.com/Papers/Intro/Intro%20to%20MJD%20Matsuda.pdf>
- Merton, R.1974. On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rate. *Journal of Finance*, 29, 449–470.
- Trimono dan Maruddani, D.A.I. 2017. Valuasi Harga Saham PT Aneka Tambang Tbk Sebagai Peraih IDX Best Blue 2016. *Statistika: Journal of Theoretical Statistics and Its Application*. Vol 17 No 1, pp 33 – 43.