

Penentuan Harga Beli Opsi Asia Menggunakan Monte Carlo-Antithetic Variate dan Monte Carlo-Control

Fahrezal Zubedi¹, Novianita Achmad², Sri Lestari Mahmud^{3*}, Rusli Mowuu⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Matematika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango 96119, Indonesia

*Penulis Korespondensi. Email: sri.lestari@ung.ac.id

Abstrak

Matematika adalah ilmu yang dapat diterapkan diberbagai bidang, salah satunya dalam bidang komputasi keuangan yang membahas tentang opsi. Opsi merupakan suatu kontrak atau perjanjian antara dua pihak yaitu pihak pertama dan pihak kedua. Pihak pertama adalah pihak yang memiliki hak bukan kewajiban untuk membeli atau menjual dari pihak kedua terhadap suatu aset tertentu pada harga dan waktu yang telah ditetapkan. Tujuan dari penelitian ini yaitu membandingkan monte carlo-Antithetic Variate dan monte carlo-Control Variate dalam menentukan harga beli opsi Asia. Penelitian ini menggunakan data harga penutupan saham harian dari PT Adhi Karya Tbk dimulai dari 01 Oktober 2018 - 27 November 2019. Penelitian ini menghasilkan harga opsi dan standar error yang berbeda, pada metode monte Carlo-Antithetic Variate menghasilkan harga opsi Rp. 246,6821 dan standar error sebesar 0,071495 pada simulasi ke-10000000, sedangkan pada metode monte Carlo-Control Variate menghasilkan harga opsi Rp. 183,2139 dan standar error sebesar 0,09716 pada simulasi ke-5000. Penggunaan monte Carlo-Control Variate dalam menentukan harga beli opsi Asia lebih baik karena menghasilkan harga opsi lebih kecil dengan standar error yang cepat mendekati nol.

Kata Kunci: Opsi Asia; Monte Carlo-Antithetic Variate; Monte Carlo-Control Variate

Abstract

Math is applicable in many fields, including financial computing and discussing options. Options are contracts between two parties. The first part acts as a buyer with non-obligatory rights to buy or sell from the second party, who act as the seller with particular assets of predetermined time and price. This research aims to compare the monte Carlo-Antithetic Variate and monte Carlo-Control Variate in determining the purchase price of the Asian option. This study uses data from the closing price of the daily stock of PT Adhi Karya Tbk from October 1st, 2018 – to November 27th, 2019. The findings revealed varying option prices and different error standards. The Antithetic Variate simulation produces option price Rp. 246,6821 and error standard 0,071495 in 10000000th simulation and the Control Variate simulation produce option price Rp. 183,2139 and error standard 0,09716 in the 5000th simulation. The result was that the Control Variate was considered better at determining Asian option purchase price because of the smaller option and faster error standard in approaching zero.

Keywords: Asian Option; Monte Carlo-Antithetic Variate; Monte Carlo-Control Variate

1. Pendahuluan

Opsi merupakan suatu kontrak atau perjanjian antara dua pihak yaitu pihak pertama dan pihak kedua. Pihak pertama adalah pihak yang memiliki hak bukan kewajiban untuk membeli atau menjual dari pihak kedua terhadap suatu aset tertentu pada harga dan waktu yang telah ditetapkan [1]. Hak untuk membeli aset berdasarkan pada waktu tertentu dengan harga tertentu disebut opsi call. Hak untuk menjual aset berdasarkan pada waktu tertentu dengan harga tertentu disebut opsi put [2]. Pada opsi harga kesepakatan disebut *exercise price* atau *strike price*, waktu jatuh tempo disebut *expiry date*.

Dalam opsi terdapat opsi standar (*vanilla option*) dan opsi eksotik (*exotic option*). Opsi eksotik merupakan suatu opsi yang *payoff*-nya tidak hanya bergantung pada harga asset saat dilaksanakan, tapi juga bergantung pada harga-harga asset selama masa hidup opsi. Dalam opsi eksotik terdapat opsi Asia, opsi Barrier dan opsi Lookback [1]. Karakteristik yang dimiliki oleh opsi Asia yaitu nilai *payoff*-nya bergantung pada rata-rata harga aset selama periode opsi, pada opsi Asia ini dapat meminimalisir manipulasi harga asset yang didapat pada akhir periode opsi, karena harga opsi yang didapatkan bergantung pada rata-rata harga aset selama masa hidup opsi [2]. Metode yang dapat digunakan dalam menentukan harga opsi asia yaitu menggunakan Binomial dan Simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah dengan menjalankan suatu percobaan dalam jumlah banyak. Monte Carlo digunakan untuk perhitungan numerik yang mengandung integral multidimensi dalam komputasi keuangan. Untuk menghasilkan nilai pendekatan yang sangat akurat, penentuan harga opsi saham dengan metode Monte Carlo memerlukan jumlah partisi waktu dan pembangkitan data yang cukup besar. Penggunaan jumlah partisi waktu dan pembangkitan data yang cukup besar akan memerlukan waktu komputasi yang cukup lama. Oleh karena itu, untuk mengefisienkan waktu komputasi, dalam proses penentuan harga opsi saham dengan metode Monte Carlo dapat diterapkan teknik reduksi variansi [3] pada simulasi Monte Carlo ini terdapat dua teknik reduksi variansi yaitu Antithetic Variate dan Control Variate [1]. Antithetic Variate adalah suatu cara untuk mengurangi varians dengan cara mengganti peubah acak dengan peubah acak lainnya yang berkorelasi negatif tanpa meningkatkan ukuran sampel dalam mensimulasi harga opsi [4] sedangkan Control Variate adalah suatu teknik dengan memanfaatkan informasi error dalam menaksir kuantitas yang diketahui untuk mereduksi error dalam penaksiran kuantitas yang tidak diketahui [5].

Monte Carlo-Antithetic Variate telah dikaji pada penelitian yang dilakukan oleh [6] mengenai penentuan harga beli opsi eropa kemudian dianalisis berdasarkan harga beli opsi eropa yang dihitung berdasarkan model Black-Scholes dan Binomial, diperoleh Harga *call* opsi Eropa yang dihasilkan oleh *Antithetic Variate* dan *Binomial* konvergen ke harga *call* opsi Eropa yang dihasilkan oleh Model *Black-Scholes* sedangkan Monte Carlo-Control Variate ini telah dikaji oleh [7] tentang penentuan opsi Asia yang dibandingkan dengan monte carlo standar, diperoleh. Pada penelitian tersebut menghasilkan bahwa metode monte carlo-control variate lebih cepat menuju konvergen daripada monte carlo standar. Oleh karena itu, perlu dianalisis lebih lanjut terkait perbandingan Monte Carlo-Control Variate dan Monte Carlo-Antithetic Variate pada harga beli opsi Asia.

Penelitian ini mengkaji kedua teknik pengurangan varians pada monte carlo yaitu monte carlo-Antithetic Variate dan monte carlo-Control Variate yang diterapkan dalam menentukan harga beli opsi Asia. Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk melihat perbandingan dari monte carlo-Antithetic Variate dan monte carlo-Control Variate dalam menentukan harga beli opsi Asia.

2. Metode Penelitian

Pada bagian ini dibahas tentang Opsi Call dan langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini. Data harga saham yang dipakai adalah data harga saham penutupan saham harian selama satu tahun dimulai 01 Oktober 2018 – 27 November 2019 dari PT Adhi Karya Tbk yang diperoleh dari [8].

2.1. Opsi Call

Opsi beli (*call option*), yaitu opsi yang memberikan hak (tetapi bukan kewajiban) kepada pemegangnya untuk membeli aset tertentu pada harga tertentu dan waktu yang telah ditentukan [9]. Opsi call juga merupakan hak untuk membeli suatu saham pada harga kesepakatan atau strike price dan dalam jangka waktu yang telah disepakati bersama. Untuk menghitung nilai *payoff* dari opsi call, yaitu:

$$C = \max(S_T - K, 0) \quad (2.1)$$

dimana, C adalah nilai payoff opsi call, S_T adalah harga saham saat T dan K adalah harga kesepakatan [1].

2.2. Menentukan Rata-rata Return Saham

Return adalah tingkat pengembalian atau hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi [10] Jika t adalah interval waktu pengamatan S_t adalah harga saham pada waktu ke- t , maka R_t adalah *return* harga saham ke- t dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [1]:

$$R_t = \frac{(S_t) - (S_{t-1})}{S_{t-1}} \quad (2.2)$$

kemudian, untuk menentukan rata-rata return saham dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{R}_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (2.3)$$

Nilai rata-rata return saham digunakan untuk menghitung variansi dan dilanjutkan untuk menghitung volatilitas.

2.3. Menghitung Varians dan Volatilitas

Tujuan menghitung Varians dan Volatilitas untuk melihat naik turunnya harga saham. Apabila n merupakan banyaknya data yang diamati, R_t merupakan *return* saham dan var merupakan variansi dari R_t , maka nilai variansi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{var} = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2 \quad (2.4)$$

Besarnya fluktuasi atau perubahan harga dari suatu saham disebut volatilitas. Volatilitas ini digunakan untuk mengukur tingkat risiko dari suatu saham Qisti Nissa [11]. Semakin besar nilai volatilitas saham maka semakin besar kemungkinan mengalami keuntungan atau kerugian [6]. Untuk menentukan volatilitas harga saham dapat ditentukan menggunakan persamaan [6] berikut:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\text{var}}}{\sqrt{\frac{1}{n}}} \quad (2.5)$$

2.4. Standar Error dan Selang Kepercayaan

Untuk menentukan standar *error* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$SE = \frac{\omega}{\sqrt{M}} \quad (2.6)$$

Jika besar selang kepercayaannya dinyatakan dalam 95%, maka nilai derivatifnya yaitu sebagai berikut:

$$\bar{\mu} - \frac{1.96\omega}{\sqrt{M}} < f < \bar{\mu} + \frac{1.96\omega}{\sqrt{M}} \quad (2.7)$$

2.5. Metode Monte Carlo pada Opsi Asia

Salah satu bagian dari teknik pengurangan varian yang ada pada simulasi Monte Carlo adalah *Antithetic Variate*. Dasar dari teknik ini yaitu melibatkan perhitungan dari dua buah nilai opsi yaitu S^+ dan S^- [12]. Perhitungan harga opsi menggunakan teknik Antithetic Variate dengan

membangkitkan dua bilangan acak, yaitu $Z_1 \in Z_1 \sim N(0,1)$ dan $Z_2 \in Z_2 \sim N(0,1)$ kemudian hitung nilai penduga atau estimatornya yaitu [6]:

$$S^+ = S_{t_0} e^{\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + Z\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (2.8)$$

$$S^- = S_{t_0} e^{\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t - Z\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad (2.9)$$

kemudian menggabungkan kedua penduga yaitu:

$$S_{gabungan} = \frac{S^+ + S^-}{2} \quad (2.10)$$

maka pembentukan penduga antithetic dapat digunakan untuk membentuk penduga baru yang memiliki varians yang lebih kecil [4].

Pada Control Variate, teknik yang digunakan yaitu dengan memanfaatkan informasi nilai error dalam menaksir kuantitas yang diketahui untuk mereduksi error dalam penaksiran kuantitas yang tidak diketahui [5]. Teknik Control Variate ini pertama kali diperkenalkan oleh Boyle, dalam perhitungan harga opsi. Teknik ini menggunakan keuntungan dari variabel acak dengan nilai harapan yang diketahui dan berkorelasi positif dengan variabel yang dipertimbangkan [7] $S = (S_1, S_2, \dots, S_T)$ dimana nilai masing-masing elemen vektor S dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S_1 &= S_0 e^{\left(\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma\sqrt{t}\text{bilanganacak}(1,1)\right)} \\ S_2 &= S_0 e^{\left(\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma\sqrt{t}\text{bilanganacak}(2,1)\right)} \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ S_T &= S_0 e^{\left(\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma\sqrt{t}\text{bilanganacak}(T,1)\right)} \end{aligned}$$

Pada perhitungan tersebut, terdapat barisan-barisan bilangan acak yang termuat dalam vektor $S = (S_1, S_2, \dots, S_T)$. Setelah seluruh harga saham dibangkitkan dalam simulasi pertama kemudian dihitung rata-rata aritmatika barisan tersebut, yaitu:

$$\bar{S}_1 = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_T}{T} \quad (2.11)$$

dengan menggunakan cara yang sama, dilakukan simulasi ke-2 sampai ke-N untuk mendapatkan rata-rata harga saham, kemudian harga opsi untuk simulasi pertama dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C_T^1 &= e^{rT} \max(\bar{S}_1 - K, 0) \\ C_T^2 &= e^{rT} \max(\bar{S}_2 - K, 0) \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ C_T^N &= e^{rT} \max(\bar{S}_N - K, 0) \end{aligned} \quad (2.12)$$

dari sejumlah N simulasi maka akan mendapatkan estimasi harga yang lebih baik dengan menghitung rata-rata dari keseluruhan simulasi yaitu:

$$A_T = \frac{C_T^1 + C_T^2 + \dots + C_T^N}{N} \quad (2.13)$$

dimana nilai A_T adalah rata-rata dari setiap simulasi yang telah dilakukan. *Payyoff* dari *average price option* dapat dihitung dengan cara memasukan nilai A_T dan *strike price* untuk menghasilkan suatu harga opsi.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan perhitungan nilai opsi, langkah awal yang harus dilakukan yaitu menentukan harga saham awal, strike price, suku bunga bebas resiko dan waktu jatuh tempo yang akan dijadikan acuan dalam penelitian ini. Harga saham acuan dalam penelitian ini adalah harga saham close dengan nilai $S_0 = \text{Rp. } 1335$. Nilai harga kesepakatan atau *strike price* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebesar $K = \text{Rp. } 1200$ sesuai informasi opsi saham PT Adhi Karya yang diperdagangkan mulai 01 Oktober 2018 sampai dengan 27 September 2019. Pada penelitian ini penulis mengansumsikan bahwa perusahaan tidak memberikan *dividen*. Waktu jatuh tempo yang digunakan dalam penelitian ini yaitu selama satu tahun.

3.1 Rata-Rata Harga Saham

Sebelum menentukan rata-rata harga saham, dicari *return* saham setiap t menggunakan persamaan (2.2) yaitu:

$$\begin{aligned} R_t &= \frac{(S_t) - (S_{t-1})}{S_{t-1}} \\ R_1 &= \frac{(1373) - (0)}{0} = 0 \\ R_2 &= \frac{(1368) - (1373)}{1373} = -0,00364 \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ R_{260} &= \frac{(1335) - (1345)}{1345} = -0,00743 \end{aligned}$$

berdasarkan hasil *return* yang didapatkan menunjukkan bahwa terdapat nilai *return* yang bernilai positif, negatif maupun nol. Jika nilai *return* bernilai positif maka mengalami suatu keuntungan, jika nilai *return* bernilai negatif maka mengalami suatu kerugian dan jika nilai *return* bernilai nol maka tidak mengalami apapun baik keuntungan ataupun kerugian. Kemudian, untuk menentukan rata-rata *return* saham dapat ditentukan menggunakan persamaan (2.3) yaitu:

$$\begin{aligned} \bar{R}_t &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \\ &= \frac{1}{260} (0,02920961) \\ &= 0,000112345 \end{aligned}$$

Jadi, rata-rata *return* saham adalah 0,000112345.

3.2 Varians dan Volatilitas Harga Saham

Setelah mendapatkan rata-rata *return* saham, maka akan mencari nilai variansi dengan memasukan nilai rata-rata *return* saham pada persamaan (2.4) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{var} &= \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2 \\ &= \frac{1}{259} (0,114918965) \\ &= 0,0004437 \end{aligned}$$

Jadi, nilai varians adalah 0,0004437. Kemudian, untuk menentukan volatilitas harga saham dapat ditentukan menggunakan persamaan (2.5) yaitu:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{\sqrt{\text{var}}}{\sqrt{\frac{1}{n}}} \\ &= \frac{\sqrt{0,0004437}}{\sqrt{\frac{1}{260}}} \\ &= 0,33965 \end{aligned}$$

Jadi, nilai volatilitas sebesar 0,33965.

3.3 Harga beli opsi Asia menggunakan metode Monte Carlo-*Antithetic Variate* dan Monte Carlo-*Control Variate*

Tabel 1. Hasil harga beli opsi Asia menggunakan Monte Carlo-*Antithetic Variate*

M	Harga Opsi	Standar Error
10	Rp. 199,4945	52,55972
100	Rp. 251,0501	24,20781
1000	Rp. 236,0058	6,750499
1100	Rp. 243,7773	6,74427
2000	Rp. 246,5898	5,058815
3000	Rp. 248,0237	4,120544
5000	Rp. 248,7988	3,2533647
10000	Rp. 246,4320	2,256442
100000	Rp. 245,7337	0,712533
1000000	Rp. 246,5810	0,225893
10000000	Rp. 246,6821	0,071495

Tabel 2. Hasil harga beli opsi Asia menggunakan Monte Carlo-*Control Variate*

M	Harga Opsi	Standar Error
10	Rp. 216,2303	49,0186
100	Rp. 184,6786	10,03407
1000	Rp. 175,09	0,38544
1100	Rp. 174,6121	0,34675
2000	Rp. 174,9925	0,19323
3000	Rp. 175,1483	0,13065
5000	Rp. 183,2139	0,09716

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah simulasi pada kedua metode yang berbeda menghasilkan nilai standard error dan harga opsi yang berbeda pula. Pada monte Carlo-Antithetic Variate menghasilkan harga opsi Rp. 246,6821 dan standar error sebesar 0,071495 pada simulasi ke-10000000. Pada monte Carlo-Control Variate menghasilkan harga opsi Rp. 183,2139 dan standard error sebesar 0,09716 pada simulasi ke-5000.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa monte Carlo-Antithetic Variate membutuhkan banyak simulasi agar standard error-nya mendekati nol dan mendapatkan harga opsi yang konvergen sedangkan pada monte Carlo-Control Variate tidak membutuhkan banyak simulasi, karena metode ini dapat mengurangi varians dari awal simulasi dengan standard error yang sudah mendekati nol dan harga opsi yang lebih cepat konvergen. Hal ini disebabkan karena pada monte Carlo-Control Variate dalam perhitungannya menggunakan perhitungan nilai opsi sebanyak jumlah sampel dalam penelitian yaitu $S = (S_1, S_2, \dots, S_T)$ sedangkan pada monte Carlo Antithetic Variate dalam perhitungannya menggunakan dua buah nilai opsi yaitu S^+ dan S^-

Perbedaan pada harga opsi yang telah didapatkan dari kedua simulasi ini menunjukkan bahwa monte Carlo-Control Variate dapat mengurangi varians lebih baik dan tidak membutuhkan banyak simulasi dari pada monte Carlo-Antithetic Variate. Pengurangan varians pada simulasi Monte Carlo-Control Variate ini yang menyebabkan harga opsi yang lebih cepat menuju konvergen dibandingkan dengan simulasi Monte Carlo Antithetic Variate.

4. Kesimpulan

Perbedaan pada harga opsi yang telah diperoleh dari kedua metode ini menunjukkan bahwa Monte Carlo-Control Variate dapat mengurangi varians lebih baik dan tidak membutuhkan banyak simulasi dibanding dengan monte Carlo-Antithetic Variate. Pengurangan varians pada monte Carlo-Control Variate ini yang menyebabkan harga opsi yang lebih cepat menuju konvergen dibandingkan dengan monte Carlo-Antithetic Variate. Pengurangan varians pada monte Carlo-Control Variate ini juga menyebabkan dari awal simulasi standard error pada Monte Carlo-Control Variate lebih kecil dan cepat mendekati nol dibandingkan dengan monte Carlo-Antithetic Variate.

Hal ini dapat dilihat dari banyaknya simulasi dan perbedaan dari standard error dan harga opsi yang diperoleh. Jika dilihat dari harga opsi maka pada Monte Carlo-Control Variate memiliki harga opsi lebih kecil dan jika dilihat dari standar error maka Monte Carlo-Antithetic Variate memiliki standar error lebih kecil akan tetapi memiliki jumlah simulasi lebih banyak dibandingkan dengan Monte Carlo-Control Variate. Pada Monte Carlo-Antithetic Variate menghasilkan harga opsi Rp. 246,6821 dan standar error sebesar 0,071495 pada simulasi ke-10000000, sedangkan pada monte Carlo-Control Variate menghasilkan harga opsi Rp. 183,2139 dan standar error sebesar 0,09716 pada simulasi ke-5000.

Referensi

- [1] D. J. Higham, *An Introduction to Financial Option Valuation (1st ed.)*. Cambridge, 2004.
- [2] J. C. Hull, *Options, Futures, and Other Derivatives: Solutions Manual*, vol. 59, no. 2. 2002.
- [3] A. R. Habaib Taufik, Mariani Scolastika, "Unnes Journal of Mathematics Education," *UNNES J. Math.*, vol. 7, no. 1, 2018.
- [4] L. H. T. W. Putri, K. Dharmawan, and I. W. Sumarjaya, "Penentuan Harga Jual Opsi Barrier Tipe Eropa Dengan Metode Antithetic Variate Pada Simulasi Monte Carlo," *E-Jurnal Mat.*, vol. 7, no. 2, p. 71, 2018, doi: 10.24843/mtk.2018.v07.i02.p187.
- [5] P. Glasserman, *Monte Carlo Simulation In Financial Engineering*. 2003.
- [6] F. Zubedi, F. A. Oroh, and M. A. Aliu, "Penentuan Harga Call Opsi Eropa Dengan Menggunakan Model Black-Scholes, Antithetic Variate Dan Binomial," *J. Ris. dan Apl. Mat.*, vol. 4, no. 2, p. 74, 2020, doi: 10.26740/jram.v4n2.p74-81.

- [7] N. Artanadi, K. Dharmawan, and K. Jayanegara, "Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Asia Dengan Metode Monte Carlo-Control Variate," *E-Jurnal Mat.*, vol. 6, no. 1, p. 29, 2017, doi: 10.24843/mtk.2017.v06.i01.p145.
- [8] P. A. K. Tbk, "Data Harga Saham Penutupan Saham Harian selama 1 Tahun," <http://finance.yahoo.com>, 2019. .
- [9] N. M. Marthin, A. Rusgiyono, and R. Rahmawati, "Penentuan harga opsi put dan call tipe eropa terhadap saham menggunakan model black-scholes," *J. Gaussian*, vol. 6, no. 3, pp. 407–417, 2017.
- [10] M. D. Ruppert David, *Linear Smoothers*. 2015.
- [11] P. H. Nissa Qisti, Sathayadewi Neva, "Penentuan Harga Opsi Beli Tipe Eropa Menggunakan Metode Trinomial," *Bul. Ilm. Math. Stat. dan Ter.*, vol. 9, no. 3, pp. 379–386, 2020.
- [12] P. Atika, R. Lestari, and Y. Asdi, "Penerapan Simulasi Monte Carlo Dalam Penentuan Harga Opsi Asia," *J. Mat. UNAND*, vol. 6, no. 3, p. 40, 2017, doi: 10.25077/jmu.6.3.40-46.2017.