

Penentuan *Optimal Selling Rules* Untuk Saham Sektor Telekomunikasi dengan Algoritma Genetika

Determination of Optimal Selling Rules for Telecommunications Sector Stocks with Genetic Algorithm

Jeshurun Eliezer Cussoy¹, Rian Febrian Umbara², Aniq Atiqi Rohmawati³

¹jeshuruncussoy@gmail.com

Teknik Informatika, Universitas Telkom.

²rianum123@telkomuniversity.ac.id

Teknik Informatika, Universitas Telkom.

³aniqmuchibbin@telkomuniversity.ac.id

Teknik Informatika, Universitas Telkom.

Abstrak

Penjualan saham menjadi perhatian yang sangat penting di kalangan pemilik saham atau investor saham. Permasalahan yang sering dijumpai oleh para investor adalah *optimal selling rules*. Dengan adanya pendekatan metode analitik dibantu dengan metode algoritma genetika, permasalahan *optimal selling rules* dapat dianalisa dan hasil dari perhitungan dapat menjadi analisa keputusan para investor. Tujuan secara umum dari tugas akhir ini adalah dapat menentukan *optimal selling rules* dengan algoritma genetika. Dasar-dasar pengerjaan *optimal selling rules* meliputi metode Gerak Brown Geometrik yang digabungkan dengan metode rantai markov. Dalam membuat *optimal selling rules*, parameter untuk menghitung *target price* dan *stop loss limit* dapat diperoleh dengan membuat intervalnya terlebih dahulu. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk memaksimalkan fungsi *reward* sebagai fungsi objektif. Pada algoritma genetika, parameter-parameter yang dipilih untuk memaksimalkan fungsi *reward* adalah μ dan σ dengan interval yang sudah dibuat sebelumnya. μ untuk menghitung *stop loss limit* dan σ untuk menghitung *target price*. Dalam tugas akhir ini dihitung juga perkiraan waktu menahan saham untuk dijual (*expected holding time*) serta probabilitas keuntungan dan probabilitas kerugiannya untuk rencana investasi modal di masa depan. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ketika discount factor ditetapkan dan dirubah nilainya, target price tidak bergantung pada *discount factor* dikarenakan pada saat proses algoritma genetika sudah mencapai titik optimalnya sedangkan *stop loss limit* tetap bergantung pada discount factor. Untuk *expected holding time* dengan probabilitas keuntungan dan kerugian juga akan mengalami kebergantungan pada *discount factor*.

Kata kunci: Gerak Brown Geometrik, Rantai Markov, Optimal Selling Rules, Algoritma Genetika.

I. Pendahuluan

Ketika menjual saham, kendala yang sering ditemukan oleh para investor saham adalah menentukan harga jual saham yang optimal. Para investor mempunyai targetnya masing-masing dalam menjual sahamnya, namun para investor terkadang tidak mengetahui apakah target saham tersebut optimal. Target penjualan saham dapat berupa *target price* dan *stop loss limit* dimana *target price* adalah target keuntungan saham yang diinginkan ketika dijual sedangkan *stop loss limit* adalah batas kerugian saham yang diinginkan ketika dijual, tetapi perlu diingat bahwa tujuan utama dari investasi saham yaitu mendapatkan profit. Metode dasar yang sering digunakan dalam kasus ini ialah kombinasi dari metode gerak Brown geometrik dan metode rantai markov. Metode yang dipakai dalam pengoptimalan parameter *target price* dan *stop loss limit* adalah algoritma genetika. Ketika *target price* dan *stop loss limit* sudah ditemukan hasilnya maka kedua target tersebut menjadi *optimal selling rules*. Setelah itu tentukan berapa lama menahan waktu jual investasi saham (*expected holding time*) serta probabilitas keuntungan dan kerugiannya karena para investor juga ingin menginvestasikan modalnya lagi.

Merton menjelaskan, dalam matematika finansial, harga sebuah saham dapat dimodelkan dengan *geometric Brownian motion* [4]. Analisis model tersebut menggunakan dua parameter yakni *expected return* dan volatilitas [2,3]. Penelitian mengenai waktu yang tepat untuk menjual saham selalu dikembangkan, beberapa modifikasi dengan parameter acak di mana volatilitas ditentukan dengan penambahan persamaan diferensial stokastik [4,5].

Dalam tujuan dari tugas akhir ini adalah mampu mendapatkan *optimal selling rules* dengan metode algoritma genetika untuk saham sektor telekomunikasi. Penerapan data saham untuk selanjutnya dipakai dalam tugas akhir ini yaitu PT. Indosat Tbk.

II. Studi Literatur

2.1 Konsep Rantai Markov

Nama rantai Markov ini diambil dari nama Andrei Markov (1856-1922) yang pertama meneliti kelakuan proses stokastik tersebut setelah proses dalam selang waktu yang panjang [3]. Rantai markov adalah proses stokastik waktu diskrit yang menggambarkan keadaan berturut-turut dari suatu sistem[8]. Keadaan yang menggambarkan suatu sistem terurut adalah diskrit, $n = 0, 1, 2, \dots$, untuk setiap kali n , variabel acak X_n menjadi keadaan saat ini. Jika penyederhanaan terjadi maka $X_0, X_1, \dots, X_n, X_{n+1}$ tergantung pada X_n . Pada saat memprediksi X_{n+1} dimana $X_0, X_1, \dots, X_n, X_{n-1}$, maka X_n diketahui, jika sistem memiliki keadaan seperti ini di setiap n maka disebut proses rantai Markov. Pada tugas akhir ini hanya konsep rantai markov yang digunakan yaitu *finite-state markov chain* sebagai penentuan keadaan. *Finite-state markov chain* adalah ruang keadaan terbatas pada rantai markov. Ruang keadaan terbatas dinotasikan sebagai $S = \{1, 2, \dots, M\}$ dimana S adalah ruang keadaan rantai markov.

2.2 Gerak Brown Geometrik

Louis Bachelier (1900) dalam disertasinya berjudul *Theori de la Speculation* mengaplikasikan teori gerak Brown untuk memodelkan *stock prices return* yang terinspirasi dari Robert Brown (ahli botani) dan pengembangan teoritis dari Norbert Wiener (ahli matematikawan). Gerak Brown adalah suatu proses stokastik sederhana yang telah menjadi dasar untuk pengembangan proses stokastik yang lebih rumit, seperti proses Levy atau proses difusi[1]. Dalam pengembangannya, gerak Brown dimodifikasi dengan model stokastik sederhana yang biasa disebut gerak Brown geometrik. Model gerak Brown Geometrik banyak digunakan untuk memodelkan harga saham, dan σ adalah peubah acak bernilai positif yang menyatakan volatilitas saham. Gerak Brown Geometrik $\sigma > 0$ tak lain adalah proses stokastik $\{X_t, t \geq 0\}$ dengan $X_0 = X$.

2.3 Optimal Selling Rules

Dalam penelitian Q. Zhang[2] aturan dalam penjualan saham yakni

$$A \leq B \leq C \text{ dan } D \leq E \leq F \tag{1}$$

dimana :

$A = \text{stop loss limit}$

$B = \text{Target price}$

Dengan ketentuan $0 < A < B < C < D < E < F < \infty$. Tujuan dari ketentuan tersebut ialah menemukan pasangan optimal (A,B) dari fungsi *reward*.

Setelah itu tentukan A, B, C, D untuk diberikan pada

$$A = B - C \tag{2}$$

$$B = C - D \tag{3}$$

$$C = D - E \tag{4}$$

$$D = E - F \tag{5}$$

dengan ketentuan $0 < A \leq B < \infty$ dan $0 < C \leq D < \infty$. Tentukan juga A dan B untuk

$$A = B - C \tag{6}$$

$$B = C - D \tag{7}$$

Diberikan $I = [x_1, x_2] \times [y_1, y_2]$, serta Q. Zhang[2] menemukan bahwa $(x_1, x_2) \in I$. Dengan menggunakan (x_1, x_2) , kita bisa menulis (x_1, x_2) dengan

$$(x_1, x_2) = (x_1, x_2) \exp(-\rho t) \tag{8}$$

Selain itu, t_0 didefinisikan sebagai berikut.

$$t_0 = \inf\{t > 0 : (x_1, x_2) \in (-x_1, -x_2)\} \tag{9}$$

t_0 adalah kapan waktu harga saham terjadi pada data saham.

Tujuan dari masalah ini ialah menemukan pasangan $(x_1, x_2) \in I$ untuk memaksimalkan

$$V = V(x_1, x_2) := \sum_{i=1}^n \Phi(X(t_0)) e^{-\rho t_0} | \Phi(0) = 0 \tag{10}$$

Dimana $\Phi(x)$ adalah fungsi dari x dimana $\Phi(x) = \Phi(0)$ untuk $x \in I$ adalah fungsi reward dan $e^{-\rho t_0}$ adalah keuntungan diskonto dimana $\rho > 0$ adalah discount reward yang ditetapkan. Pada kasus berdimensi satu ($m=1$) maka V menjadi :

$$V = V(0) = \frac{(e^{\rho x_1} + (e^{\rho x_1} - e^{\rho x_2}) - e^{\rho x_1}) \phi(-x_1) + (e^{\rho(x_1 - x_2)} - e^{\rho x_1} - e^{-\rho x_2}) \phi(x_1)}{e^{\rho(x_1 - x_2)} - 1} \tag{11}$$

Dimana :

$$e^{\rho(x_1 - x_2)} = e^{\rho} - 1 \tag{12}$$

$$x_1 = \frac{-r + \sqrt{r^2 + 2\sigma^2}}{\sigma^2} \tag{13}$$

$$x_2 = \frac{-r - \sqrt{r^2 + 2\sigma^2}}{\sigma^2} \tag{14}$$

$\rho =$ Discount factor ($\rho > 0$)

Untuk nilai pada r (expected return) dijelaskan sebagai berikut :

$$E(r) = \sum_{T=1}^N [r_s] / N \tag{15}$$

Dimana :

$E(r)$: ekspektasi return saham

r_s : return saham s

N : banyaknya data saham

Untuk nilai pada σ (nilai volatilitas) dijelaskan sebagai berikut :

$$\sigma = \sqrt{N_0} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2} \tag{16}$$

Dimana :

σ = Nilai volatilitas

N_0 = total jumlah saham

n = banyaknya saham

$$C_i = \log \frac{C_i}{C_{i-1}}, i = 1, 2, \dots, n \tag{17}$$

$$\frac{C_i}{C_n} = \frac{C_i + \dots + C_n}{C_n} \tag{18}$$

Pada $E\tau_0$ dan rasio probabilitas keuntungan dan kerugian memiliki kebergantungan pada nilai ρ . *Discount factor* disini ditentukan dari berapa lama seseorang ingin merencanakan investasi modal yang tersedia dan atau melihat prospek probabilitas keuntungan. Contohnya jika seseorang merencanakan investasi modalnya untuk setengah tahun maka pilihlah ρ dimana $\rho_0 \sim 0,5$ [2].

2.4 Expected Holding Time

Expected holding time adalah perkiraan waktu menahan saham saat dijual[2]. Dengan mempertimbangan ρ_0 serta diberikan ρ_1, ρ_2 maka

$$E\tau_0(\rho) = E[\tau_0(\rho) | \rho(0) = \rho] \tag{19}$$

Dimana :

$E\tau_0(\rho)$: ekspektasi dari $\tau_0(\rho)$

$$\rho(0) : \rho(0) = r + \frac{\sigma^2}{2} \rho(0); \rho(0) = \ln \frac{\rho_1}{\rho_2}, r \in [-\rho_1, \rho_2] \tag{20}$$

$$\rho(x) : \inf \{t \geq 0 : \rho(t) \in (-\rho_1, \rho_2)\} \tag{21}$$

Expected exit time diberikan seperti di bawah ini.

$$E\tau_0 = \sum_{i=1}^{\infty} \rho_i \tau_i | \rho(0) = \rho = \sum_{i=1}^{\infty} \rho_i \tau_i(\rho) \tag{22}$$

Dalam kasus berdimensi satu (naik atau turun (m=1)) maka $E\tau_0$ menjadi

$$E\tau_0 = \tau_0(0) = \frac{\rho_1 + \rho_2}{\sigma^2} \frac{\rho_1 \rho_2 + \rho_2 \rho_1 - \rho_1^2}{\rho_1 \rho_2 - \rho_1^2} \tag{23}$$

Dimana :

r = *expected return*

$$\rho_0 = -2\rho/\sigma^2 \tag{24}$$

ρ_1, ρ_2 = aturan jual saham

2.5 Probabilitas Keuntungan dan Kerugian

Setelah menghitung *expected holding time* maka perlu diketahui juga probabilitas keuntungan dan probabilitas kerugiannya[2].

Probabilitas keuntungan dijabarkan seperti berikut

$$P_1(\rho) = P(\tau_0(\rho) \geq \rho | \rho(0) = \rho) \tag{25}$$

Dalam kasus berdimensi satu (m=1) maka probabilitas keuntungan menjadi

$$P_{*1}(\rho) = \frac{e^{-\rho/\rho_1} - e^{-\rho/\rho_2}}{e^{-\rho_1/\rho_1} - e^{-\rho_1/\rho_2}} \tag{26}$$

Probabilitas kerugian dijabarkan seperti berikut

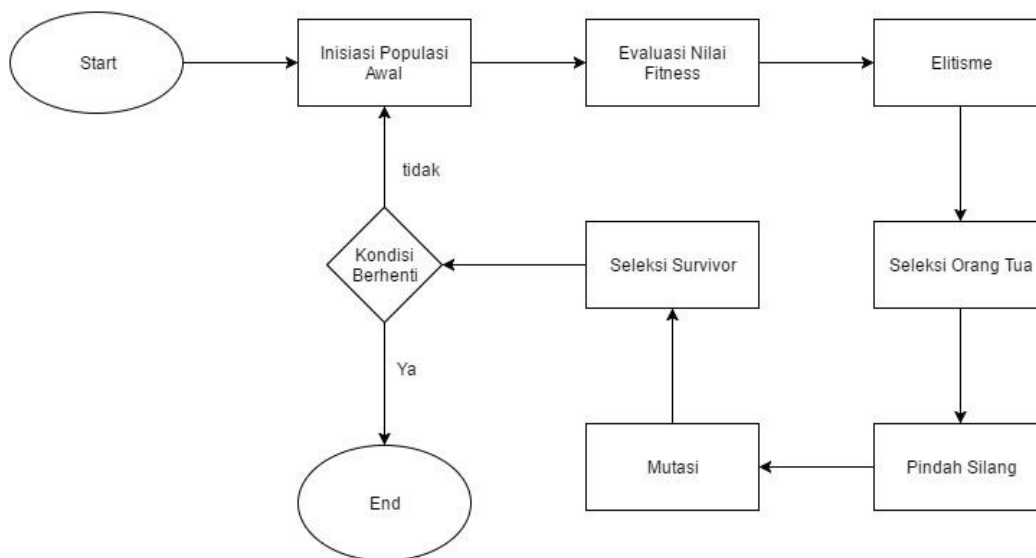
$$P_2(\rho) = P(\tau_0(\rho) \leq -\rho | \rho(0) = \rho) \tag{27}$$

Dalam kasus berdimensi satu ($m=1$) maka probabilitas keuntungan menjadi

$$P *_{2} (\text{individu}) = \frac{f_{\text{individu}} - f_{\text{min}}}{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}} \quad (28)$$

2.6 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah algoritma yang merepresentasikan teori evolusi dan seleksi alam. Algoritma Genetika memanipulasi populasi individu dengan merepresentasikannya didalam kromosom [5]. Algoritma Genetika pertama kali dipublikasikan oleh John Holland pada sekitar tahun 1975 di Amerika Serikat[6]. Pada saat itu GA (Genetic Algorithm) memiliki bentuk yang sangat sederhana sehingga disebut Simple GA (SGA) dimana siklusnya dimulai dengan pencarian Populasi Awal, lalu Pengevaluasian Nilai Fitness, Seleksi Individu, proses Rekombinasi: *Cross-Over* (pindah silang) dan Mutasi, mendapatkan Populasi Baru atau seleksi survivor, dan perulangan dari proses pengevaluasian nilai fitness kembali sampai syarat yang ditentukan untuk keadaan berhenti tercapai. Berikut adalah skema dari algoritma genetika.



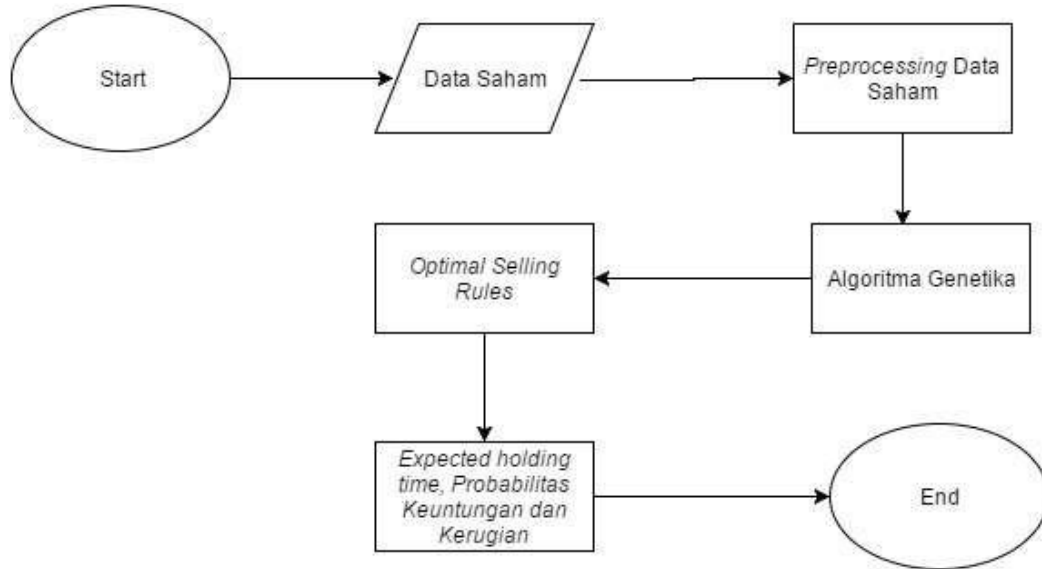
Gambar 1 Diagram Algoritma Genetika

Suyanto[7] mengemukakan terdapat beberapa komponen dalam algoritma genetika, yaitu:

1. Skema pengkodean, merupakan hasil konversi suatu permasalahan ke dalam bentuk individu yang diwakili oleh satu atau lebih kromosom dengan kode tertentu.
2. Nilai fitness, merupakan nilai dari suatu fungsi tertentu yang digunakan dalam evaluasi. Individu dalam populasi dengan fitness tinggi kemungkinan akan bertahan hidup menjadi lebih besar.
3. Seleksi orang tua, merupakan proses pemilihan dua individu sebagai orang tua yang biasanya dilakukan secara proporsional berdasarkan nilai-nilai fitnessnya.
4. Pindah silang (*crossover*), merupakan proses kombinasi pewarisan gen-gen dari induknya yang menghasilkan susunan kromosom yang baru.
5. Mutasi direpresentasikan sebagai suatu proses berubahnya satu atau lebih nilai gen dalam kromosom dengan suatu nilai acak.
6. Elitisme, merupakan proses yang berfungsi menyalin individu yang bernilai fitness tertinggi agar tidak hilang selama proses evolusi akibat seleksi individu secara acak. Prosedur ini digunakan pada algoritma genetika yang berjenis *generational replacement*.
7. Penggantian populasi (seleksi survivor), pada algoritma genetika berjenis *generational replacement*, sejumlah individu pada suatu generasi digantikan sejumlah individu baru hasil pindah silang dan mutasi.
8. Kriteria penghentian, merupakan kriteria yang digunakan untuk menghentikan proses iterasi dalam evolusi.

III. Metodologi

Untuk mengoptimalkan aturan-aturan jual saham dari data historis PT. Indosat Tbk menggunakan metode algoritma genetika, maka perlu dibuatkan interval parameter *target price* dan *stop loss limit*. Parameter-parameter yang sudah mempunyai interval dicari nilai optimalnya menggunakan metode algoritma genetika. Langkah terakhir yaitu menghitung *expected holding time*, probabilitas keuntungan dan probabilitas kerugian. Berikut ini adalah alur kerja perancangan sistem.



Gambar 2 Diagram alur perancangan sistem

3.1 Data Saham

Data yang dipakai dalam tugas akhir ini adalah data historis harian harga saham Pt. Indosat Tbk dalam jangka waktu satu tahun (2011) yang diambil dari Bursa Efek Indonesia (BEI). Data yang akan dimasukkan yaitu data harga saham saat penutupan (*close*).

Berikut ini data saham yang digunakan dalam tugas akhir ini :

Tabel 1 Data Saham

Date	Close Isat
01/01/2016	5500
04/01/2016	5325
05/01/2016	5400
06/01/2016	5375
07/01/2016	5350
08/01/2016	5300
11/01/2016	5325
12/01/2016	5425
13/01/2016	5400
14/01/2016	5400
15/01/2016	5475
18/01/2016	5300
19/01/2016	5275
.....

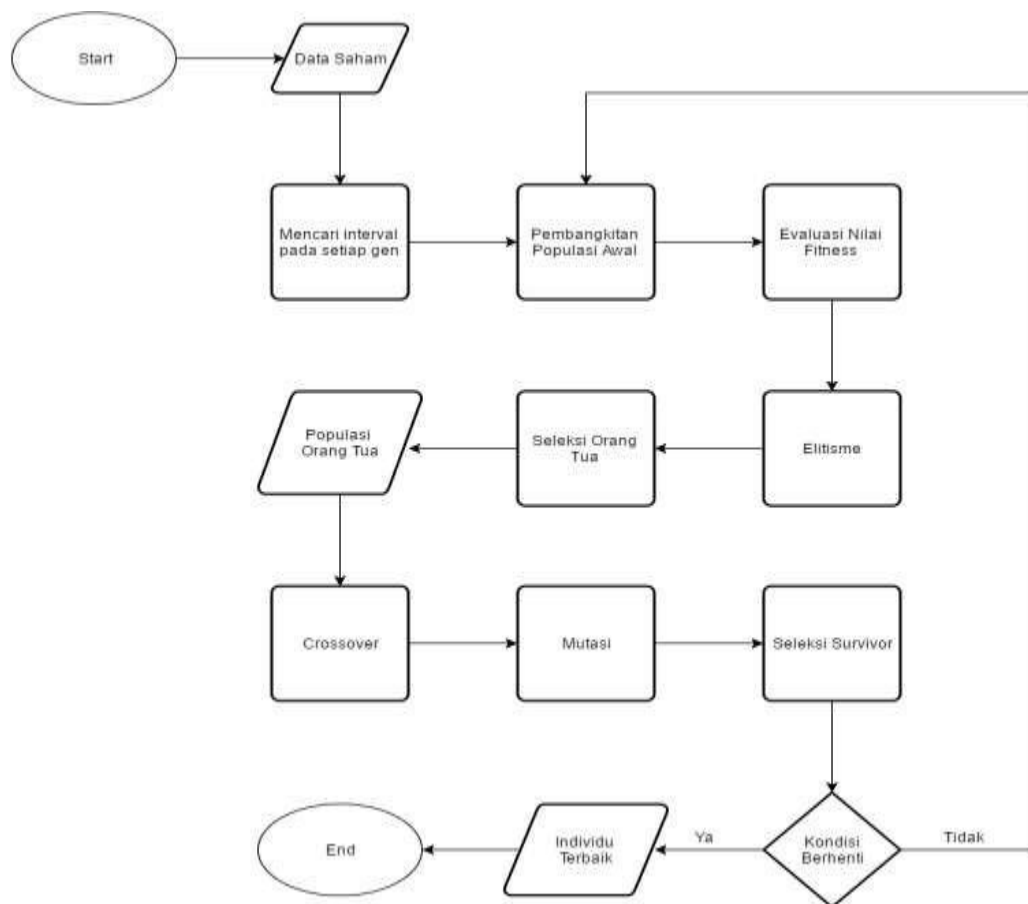
.....
.....
21/12/2016	6125
22/12/2016	6175
23/12/2016	6275
26/12/2016	6275
27/12/2016	6250
28/12/2016	6300
29/12/2016	6450

3.2 Preprocessing Data Saham

Data saham akan dilakukan *preprocessing* untuk mendapatkan interval-interval pada paramater *stop loss limit* dan *target price, expected return*, nilai volatilitas.

3.3 Algoritma Genetika

Pada proses algoritma genetika menghasilkan parameter-parameter baru yang menentukan target price dan stop loss limit. Parameter-parameter ini nantinya diuji dengan cara memasukkan nilai parameter ke dalam fungsi tujuan. Kondisi parameter yang terpilih yaitu jika parameter baru tersebut dimasukkan ke fungsi tujuan dan memberikan nilai yang maksimal setelah mengalami proses-proses algoritma genetika. Berikut ini adalah alur proses algoritma genetika :



Gambar 3 Alur Proses Algoritma Genetika

Berikut ini adalah penjelasan mengenai setiap langkah dalam Alur Proses Algoritma Genetika :

1. Data saham Pt. Indosat Tbk dilakukan preprocessing yang menghasilkan interval setiap gen pada semua kromosom.
2. Dari antara nilai terkecil dan terbesar pada interval yang sudah didapatkan, maka dibentuk kromosom-kromosom sebanyak jumlah kromosom yang ditentukan dan berisikan nilai parameter θ dan ϵ yang dibangkitkan secara acak dengan interval-interval yang sudah didapatkan sebagai populasi awal.
3. Nilai Fitness didapat dari perhitungan fungsi objektif dengan memasukkan kromosom-kromosom yang sudah dibangkitkan. Setelah itu evaluasi nilai fitness pada setiap individu dalam populasi.
4. Melakukan elitisme untuk menyimpan individu dengan nilai fitness tertinggi pada populasi.
5. Melakukan seleksi orang tua menggunakan metode roulette-wheel untuk mendapatkan calon orang tua.
6. Setelah melakukan seleksi orang tua, maka didapat individu-individu orang tua yang nantinya akan diproses secara pindah silang dan mutasi.
7. Pada proses *crossover*, setiap kromosom yang terpilih dilakukan proses *crossover* yang diharapkan menghasilkan individu-individu baru yang lebih optimal dengan probabilitas *crossover*-nya yaitu 0,8.
8. Pada proses mutasi, setiap kromosom yang terpilih dilakukan proses mutasi yang diharapkan menghasilkan individu-individu baru yang lebih optimal dengan probabilitas mutasinya yaitu 0,2.
9. Seleksi Survivor yang digunakan yaitu Generational replacement. Cara kerja skema ini yaitu mengganti semua populasi lama dengan populasi baru.
10. Dikatakan kondisi berhenti jika iterasi sudah mencapai iterasi yang diinginkan, jika belum sampai pada iterasi yang diinginkan maka yang dilakukan ialah mengulangi proses dari awal sampai iterasi yang diinginkan.
11. Jika sudah tercapai nilai fitness yang maksimum maka parameter-parameter yang menghasilkan nilai fitness maksimum digunakan sebagai perhitungan dalam proses optimal selling rules, dan proses expected holding time, probabilitas keuntungan dan kerugian.

3.4 Optimal Selling Rules

Optimal selling rules merupakan proses perhitungan pada *target price* dan *stop loss limit* yang dimana parameter-parameternya sudah diproses menggunakan algoritma genetika. Perhitungan *optimal selling rules* sudah dijelaskan pada bab 2.3.

3.5 Expected Holding Time, Probabilitas Keuntungan dan Kerugian

Setelah mendapatkan nilai pada parameter-parameter yang optimal dengan menggunakan metode algoritma genetika, maka perhitungan selanjutnya adalah menghitung perkiraan waktu menahan saham untuk dijual (*expected holding time*) serta probabilitas keuntungan dan kerugiannya. Pada 2.4 dan 2.5 sudah dijelaskan mengenai perhitungan *expected holding time*, probabilitas keuntungan dan kerugian.

IV. Pembahasan

4.1 Analisis Hasil Perbandingan Target Price dan Stop Loss Limit di setiap ρ

Berikut disajikan hasil target price dan stop loss limit pengujian sistem pada ρ yang ditentukan.

Tabel 2 Perbandingan Hasil Target Price dan Stop Loss Limit di Setiap ρ

ρ	Target Price ($\theta \times \epsilon^{-\theta}$)	tercapai pada	Stop Loss Limit ($\theta \times \epsilon^{-\theta}$)	tercapai pada
1	5600	27/09/2016	4900	23/02/2016
2	5600	27/09/2016	4903,65	23/02/2016
3	5600	27/09/2016	4931,41	23/02/2016
4	5600	27/09/2016	4982,92	23/02/2016
5	5600	27/09/2016	5101,97	21/01/2016

Pada Tabel 2 terlihat bahwa hasil pada ρ mengalami nilai konstan dikarenakan ketika diproses menggunakan metode algoritma genetika tidak bergantung pada nilai ρ yang konstan dan nilainya secara otomatis pada optimal. Dengan nilai ρ sehingga tidak mengakibatkan nilai konstan dan mengalami perubahan di setiap pergantian nilai ρ ini menunjukkan bahwa ρ bergantung pada nilai ρ .

4.2 Analisis Hasil Perbandingan dengan Probabilitas Keuntungan dan Kerugiannya di Setiap ρ
 Berikut disajikan hasil perbandingan dengan Probabilitas Keuntungan dan Kerugiannya di Setiap ρ Tabel 3 Perbandingan Hasil, Probabilitas Keuntungan (P_1) dan Kerugian (P_2) di Setiap ρ

	E_{τ_0}		
1	0,09661	0,23923	0,76077
2	0,09101	0,25028	0,74972
3	0,08557	0,26204	0,73796
4	0,08407	0,26548	0,73452
5	0,08154	0,27149	0,72851

Pada Tabel 3 terlihat bahwa semakin besar *discount factor* maka ρ (perkiraan waktu menahan saham untuk dijual) semakin rendah, probabilitas keuntungan semakin rendah dan probabilitas kerugian semakin tinggi. Dengan kata lain *discount factor* ρ yang ditentukan mempengaruhi perkiraan waktu menahan saham untuk dijual serta probabilitas keuntungan dan kerugiannya.

V. Kesimpulan dan Saran

Dalam penelitian ini, fungsi dari algoritma genetika adalah untuk mencari nilai pasangan (ρ , ρ) yang bisa menghasilkan target price dan stop loss limit yang optimal.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada tugas akhir ini, hasil target price menggunakan metode algoritma genetika tidak bergantung pada nilai *discount factor* yang ditentukan dikarenakan ketika proses dengan menggunakan algoritma genetika, parameter untuk menghitung target price mengalami titik optimalnya sehingga nilai pada target price konstan sebaliknya hasil nilai stop loss limit menggunakan metode algoritma genetika bergantung pada nilai *discount factor* yang ditentukan sehingga nilai stop loss limit-nya berubah sesuai perubahan *discount factor*.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada tugas akhir ini, *discount factor* mempengaruhi perkiraan waktu menahan saham untuk dijual serta probabilitas keuntungan dan kerugiannya. Untuk mendapatkan optimal selling rules menggunakan algoritma genetika dengan hasil yang lebih optimal, maka perlu penambahan metode optimasi lainnya.

Untuk mendapatkan optimal selling rule menggunakan algoritma genetika dengan hasil yang lebih optimal, maka perlu penambahan metode optimasi lainnya serta untuk menentukan interval target price dan stop loss limit serta *discount factor*, maka untuk penelitian berikutnya tergantung pada setiap data dan atau keinginan peneliti.

VI. Daftar Pustaka

- [1] Neisy, A and Peymany, M. 2011. Financial Modelling by Ordinary and Stochastic Differential Equations. World Applied science journal, Vol. 13, No. 11, pp 2288-2295.
- [2] Q. Zhang, Stock trading: An optimal selling rule, SIAM J. Control Optim. 40, no. 1 (2001), 64–87.
- [3] R.Coleman.1974. Stochastic Process [Online]. Available : <https://archive.org/details/StochasticProcesses> [Diakses 27 10 2015].
- [4] R. C. Merton, Lifetime portfolio selection under uncertainty: The continuous-time case, Rev.Econom. Statist., 51 (1969), pp. 247-257
- [5]10 Suyanto. 2008. Artificial Intelligence. Bandung: Informatika.
- [6]11 Suyanto. 2010. Soft Computing: Membangun Mesin Ber-IQ Tinggi. Bandung: Informatika.
- [7]12 Suyanto, (2011), "Artificial Intelligence: Searching - Reasoning – Planning Learning", Edisi Revisi, Informatika Bandung, Bandung.
- [8]14 Wang, Yi-Fan. Shihmin Cheng. Mei-Hua Hsu. 2009. Incorporating the Markov chain concept into fuzzy stochastic prediction of stock indexes.Taiwan. Applied Soft Computing 10 (2010) 613-617.