

Optimasi Portofolio Saham IDX 30 Menggunakan Metode *Black Litterman*

Budi Nugroho¹, Dr. Deni Saepudin, S.Si,M.Si.²

^{1,2}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹budinugroho@students.telkomuniversity.ac.id, ²denisaepudin@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Investor dalam berinvestasi saham memiliki *standar deviasi* yang tinggi. Dalam mengurangi *standar deviasi* saat berinvestasi investor melakukan pembentukan portofolio yang digunakan untuk melakukan proporsi dana dalam beberapa saham. Pembentukan optimasi portofolio ini menggunakan metode *Black Litterman*. Metode *Black Litterman* merupakan optimasi portofolio yang meminimalkan *standar deviasi* dengan menggunakan pendapat dari investor. Pendapat investor yang diasumsikan dalam eksperimen ini menggunakan peramalan time series ARIMA (*Autoregressive and Moving Average*). Dalam pengujian portofolio menggunakan perbandingan pembentukan portofolio indeks IDX 30 dengan pembentukan portofolio *Black Litterman* pada saham IDX 30. Hasil uji eksperimen didapatkan yaitu menggunakan metode *Black Litterman* pada saham IDX 30 menghasilkan *standar deviasi* yang lebih kecil dibandingkan dengan indeks IDX 30.

Kata kunci: Portofolio, Optimasi Portofolio, *Black-Litterman*, Investor, Indeks IDX 30, *Standar deviasi*

Abstract

Investors in investing in stocks have a high standard deviation. In reducing the standard deviation when investing, investors form a portfolio that is used to make a proportion of funds in several stocks. The formation of this portfolio optimization uses the Black Litterman method. The Black Litterman method is a portfolio optimization that minimizes the standard deviation by using the opinions of investors. The investors' opinions assumed in this experiment are using ARIMA (*Autoregressive and Moving Average*) time series forecasting. In portfolio testing, the comparison of the formation of the IDX 30 index portfolio with the formation of the Black Litterman portfolio on the IDX 30 stock is used. The experimental test results are obtained using the Black Litterman method on the IDX 30 stock resulting in a smaller standard deviation compared to the IDX 30 index.

Keywords: Portfolio, Portfolio Optimization, *Black-Litterman*, Investor, IDX 30 Index, *Standard Deviation*

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Saham merupakan surat berharga dimana dalam surat tersebut ditunjukkan kepemilikan suatu perusahaan, pemegang saham, yang mempunyai hak klaim atas distribusi lain yang dilakukan perusahaan kepada pemegang saham lainnya[1]. Di Indonesia setiap tahun saham mengalami perubahan yang tidak tentu dan banyak masyarakat yang berfikir untuk berinvestasi saham di masa mendatang. Dalam berinvestasi saham ini akan memberikan *standar deviasi* yang tinggi dan pengembalian yang tinggi. Oleh hal itu investor perlu membentuk portofolio untuk menghindari *standar deviasi* yang tinggi dengan mendistribusikan investasinya dalam beberapa saham agar mendapatkan portofolio yang optimal dengan meminimalkan *standar deviasi*[2].

Optimasi portofolio bertujuan untuk menjelaskan tentang rata-rata yang menggambarkan pengembalian yang diharapkan dan menggambarkan *standar deviasi* untuk mengukur ketidakpastian pengembalian yang diharapkan tersebut[3]. Optimasi portofolio sebelumnya pernah dilakukan dengan metode *mean-variance*. Akan tetapi dalam menggunakan metode tersebut masih terdapat beberapa kekurangan yaitu jika diterapkan pada manajemen aset, kesalahan perkiraan pada parameter masukan dan biaya transaksi yang tinggi akan menghasilkan kinerja optimasi portofolio yang tidak baik. Untuk memperbaiki penelitian sebelumnya akan dilakukan optimasi portofolio menggunakan metode *Black-Litterman*[3].

Black Litterman adalah metode untuk menangani kesalahan perkiraan portofolio dalam memperhatikan perkiraan *return* dengan menggabungkan dua sumber informasi yaitu pengembalian dengan informasi *netral* dan *subjektif*. Model *Black-Litterman* ini menghasilkan portofolio dengan *standar deviasi* yang minimal dan keuntungannya adalah investor bisa memberikan perkiraan pengembalian (*return*) informasi secara netral dalam membuat *return* informasi perkiraan[3]. Investor dalam memberikan informasi perkiraan pengembalian (*return*) yang diharapkan menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)[4].

Pada penelitian ini akan dilakukan optimasi portofolio saham IDX 30 dengan menggunakan metode *Black Litterman* untuk membandingkan hasil *standar deviasi* dan *expected return* pembentukan portofolio metode *Black Litterman* dengan portofolio indeks IDX 30 dari bulan Maret 2018- Maret 2021 menggunakan data mingguan. Penelitian dengan menggunakan metode *Black Litterman* menggunakan berbagai parameter *risk aversion*

koefisien. Pemilihan *risk aversion* koefisien ini bertujuan untuk melihat investor saat melakukan investasi cenderung menghindari *standar deviasi* yang akan terjadi.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah pada Penelitian Tugas Akhir ini adalah

1. Bagaimana cara mengimplementasikan metode *Black Litterman* dengan mencari *standar deviasi* dan *expected return* dalam melakukan optimasi portofolio saham IDX 30?
2. Bagaimana uji kinerja portofolio *Black Litterman* terhadap portofolio indeks IDX 30 dalam menentukan *expected return* dan *standar deviasi*?

Batasannya

Batasan Masalah dalam penelitian ini sistem yang dibuat menggunakan jenis saham yang diambil 10 tahun terakhir dari Maret 2011 - Maret 2021 menggunakan saham mingguan dan dapat diakses pada situs <https://finance.yahoo.com/>.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari optimasi menggunakan *Black Litterman* dengan menggunakan pandangan investor serta mengetahui perbandingan antara menggunakan metode Indeks IDX 30 dan *Black Litterman*.

Tabel 1. Tabel Keterkaitan antara Tujuan, Pengujian dan Kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian
1	Untuk mengimplementasikan hasil <i>standar deviasi</i> dan <i>expected return</i> dari optimasi portofolio menggunakan <i>Black Litterman</i> dengan menggunakan pandangan investor	Melakukan optimasi terhadap portofolio saham menggunakan metode <i>Black Litterman</i> dengan mencari <i>standar deviasi</i> yang minimal dan <i>expected return</i> yang paling bernilai tinggi. Pandangan investor menggunakan metode Arima (<i>Autoregressive and Moving Average</i>) dengan menggunakan parameter <i>risk aversion</i> koefisien 0.3, 0.5 dan 0.7.
2	Untuk membandingkan hasil pengujian <i>standar deviasi dan expected return</i> antara portofolio indeks IDX 30 dengan portofolio <i>Black Litterman</i>	Melakukan optimasi portofolio dengan indeks IDX 30 dan membandingkan hasil <i>standar deviasi</i> dengan portofolio <i>Black Litterman</i> dengan menggunakan parameter <i>risk aversion</i> koefisien 0.3, 0.5 dan 0.7

Organisasi Tulisan

Penulisan dalam penelitian tugas akhir ini terdapat lima bagian, yaitu yang pertama adalah pendahuluan, studi terkait, sistem yang dibangun, evaluasi serta kesimpulan. Bagian pendahuluan berisi penjelasan tentang permasalahan dalam penelitian tugas akhir ini. Bagian studi terkait berisi penjelasan tentang literatur-literatur yang terkait dalam penelitian ini. Bagian sistem yang dibangun menjelaskan tentang tahapan tahapan pada sistem dimana meliputi gambaran umum sistem serta rancangan metode *Black-Litterman* yang dibuat. Pada bagian evaluasi menjelaskan hasil dari penelitian serta analisis pada penelitian yang telah di uji. Bagian kesimpulan merupakan rangkuman dari hasil penelitian yang telah dilakukan uji coba.

2. Studi Literatur

2.1 Penelitian Terkait

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh *Wolfgang Bessler, Heiko Opfer dan Dominik Woff* tahun 2014 menjelaskan metode untuk optimasi portofolio menggunakan tiga metode yaitu *Black-Litterman, Mean Variance* dan *Bayes-Stein*. Penelitian ini melakukan perbandingan hasil evaluasi untuk menentukan optimasi

portofolio dengan menggunakan tiga metode tersebut[3]. Pada penelitian [3] dengan menggunakan metode *Mean Variance* dan *Bayes-Stein* tersebut mendapatkan hasil optimasi portofolio yang kurang baik karena jika diterapkan pada manajemen saham, kesalahan perkiraan pada parameter masukan dan biaya transaksi yang tinggi akan menghasilkan kinerja optimasi portofolio yang tidak baik. Untuk mengoptimalkan portofolio, penelitian ini menggunakan metode *Black Litterman* untuk mengurangi kesalahan pengoptimalan portofolio di *mean variance(MV)* dan *bayes stein*.

Pada penelitian[5] menjelaskan bahwa pemodelan portofolio dengan *Black Litterman* menggunakan pandangan dari investor. Dalam penelitian ini pandangan investor diasumsikan dengan menggunakan metode *GARCH* untuk memprediksi indikator dari saham dan menggunakan metode *SVR (support vector regression)* untuk mendapatkan hasil pengembalian yang diharapkan.

2.2 Saham

Saham adalah surat berharga yang ditunjukkan sebagai tanda kepemilikan suatu perusahaan. Saham juga disebut sebagai salah satu pasar instrumen keuangan. Investasi saham dilakukan oleh investor untuk mendapatkan keuntungan dan melihat *standar deviasi*[6].

2.2.1 Return Saham

Return adalah hasil pengembalian saham oleh investor saat berinvestasi. Hasil return terdapat dua jenis yaitu keuntungan (*capital gain*) dan kerugian (*capital loss*). Keuntungan (*capital gain*) merupakan jual beli saham dimana investor atau pemilik saham mendapatkan keuntungan karena harga jual saham lebih tinggi dibandingkan harga saat membeli saham. Sedangkan kerugian (*capital loss*) yaitu jika investor atau pemilik saham mendapatkan kerugian karena harga jual saham lebih rendah dibandingkan harga saat membeli saham[7]. Berikut formula *return* saham:

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

Keterangan:

R_t : nilai return pada waktu ke t

S_t : harga saham pada waktu ke t

2.2.2 Expected return Saham

Expected return saham merupakan suatu nilai *return* yang diharapkan oleh investor saat melakukan investasi saham. *Expected return* dapat dihitung dengan menggunakan rata-rata return saham pada waktu tertentu[7]. Formula *Expected return* yaitu:

$$\mu \simeq \bar{R} \simeq \frac{\sum_{t=1}^T R_t}{T} \quad (2)$$

Keterangan:

μ : nilai *expected return* saham

T : jumlah waktu pengamatan(mingguan)

R_t : nilai *return* saham waktu ke t

2.2.3 Variansi

Standar deviasi merupakan salah satu faktor yang harus dipertimbangkan saat melakukan investasi saham karena besar kecilnya *standar deviasi* yang didapatkan saat berinvestasi akan mempengaruhi keuntungan saat berinvestasi[8]. Sedangkan *variansi* bertujuan untuk menghitung *standar deviasi* yaitu untuk melihat persebaran harga saham. Jika hasil variansinya melebar maka *standar deviasinya* besar[7]. Formula variansi:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2 \quad (3)$$

Keterangan:

σ^2 : Nilai variansi return saham

\bar{R} : rata-rata *return* saham

R_t : *return* saham waktu ke t

2.3 Portofolio Saham

Portofolio saham merupakan kumpulan asset saham yang dimiliki oleh investor saat berinvestasi saham[9]. Dengan pemilihan portofolio yang optimal dapat memberikan manfaat bagi investor. Pembuatan

portofolio yang optimal dilakukan dengan meminimalkan *standar deviasi* dan memaksimalkan hasil *return* agar investor dapat menganalisa dan memilih pasar saham yang optimal[10]

2.3.1 Return Portofolio

Return Portofolio merupakan pengembalian (*return*) saham dari masing-masing saham pada portofolio[9]. Formula return portofolio yaitu:

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i \cdot R_i \quad (4)$$

Keterangan:

R_p : *Return* portofolio
 w_i : Bobot saham ke -*i* pada portofolio
 R_i : *Return* saham portofolio ke-*i*
 n : Jumlah saham pada portofolio

2.3.2 Expected return Portofolio

Expected return Portofolio merupakan hasil rata-rata pengembalian (*return*) pada portofolio yang telah dibentuk[9]. Formula *expected return* portofolio yaitu:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i \mu_i \quad (5)$$

Keterangan:

$E(R_p)$: Nilai *expected return* portofolio
 w_i : Nilai bobot saham ke-*i*
 n : Jumlah saham portofolio
 μ_i : Nilai *Expected return* saham ke-*i*

2.3.3 Standar deviasi Portofolio

Standar deviasi Portofolio merupakan hal yang tidak diinginkan oleh investor. Investor mengharapkan portofolio yang tidak mempunyai *standar deviasi* atau memilih portofolio yang memiliki *standar deviasi* paling minimal[9]. Formula *Standar deviasi* Portofolio yaitu:

$$\sigma = \sqrt{\text{Var}(K)} = \sqrt{w^t \Sigma w} \quad (6)$$

Keterangan:

σ : *standar deviasi* portofolio
 $\text{Var}(K)$: nilai variansi saham

2.4 Optimasi Portofolio dengan Metode Black Litterman

Black Litterman merupakan pemodelan optimasi portofolio yang ditemukan oleh *Fisher dan Robert Litterman* pada tahun 1992. Metode *Black Litterman* menggunakan pendekatan Bayesian dengan menggunakan pandangan investor tentang pengembalian (*return*) asset saham saat berinvestasi[11]. Dalam menentukan Model *Black Litterman* pada manajemen asset menggunakan dua cara. Pertama menggunakan nilai *implied equilibrium* dari CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) dan yang kedua menggunakan pendapat dari investor tentang pengembalian yang diharapkan (*Expected Return*) yang paling optimal saat berinvestasi. Menurut *Martellini dan Ziemann (2007)* metode *Black Litterman* ini menggunakan pengoptimalan yang terbalik untuk mendapatkan bobot yang paling optimal pada setiap saham[4][12]. Pendapat investor dapat berupa opini tentang pengembalian (*return*) di setiap saham yang ingin diinvestasikan. Opini dari investor dapat dicontohkan seperti ini. Diasumsikan terdapat tiga saham pada indeks *X* yaitu perusahaan A, B dan C. Menurut investor punya perkiraan yaitu saham A, B, C memiliki perkiraan return $x\%$ [11]. Namun hal tersebut menjadi masalah bagi penulis dalam menentukan opini tentang pengembalian (*return*) saham. Untuk menangani hal tersebut penulis menggunakan metode peramalan *Autoregressive and Moving Average (ARIMA)* dalam menentukan pendapat investor[13]. Langkah-langkah *Black Litterman* yaitu:

1. Pandangan (*views*)/pendapat investor

Langkah pertama metode *Black Litterman* yaitu menentukan pandangan investor. Investor memiliki pandangan yang khusus tentang pengembalian yang diharapkan dalam pembentukan portofolio. Pandangan dari

investor dapat diberikan secara subjektif dan absolut[11]. Dalam menentukan pandangan atau pendapat investor ini diasumsikan menggunakan *return* prediksi dari peramalan menggunakan ARIMA (*Autoregressive and Moving Average*).

2. Membangun pandangan (*views*) investor dengan matrik

Langkah kedua yaitu membangun pandangan (*views*) investor dengan matrik setelah menentukan hasil pandangan (*views*) yang dilakukan oleh investor. Hal ini menggunakan dua parameter yaitu matriks Q dan matrik P. Matrik Q merupakan hasil *return* prediksi menggunakan peramalan ARIMA (*Autoregressive and Moving Average*) sebagai pendapat atau pandangan investor sedangkan matriks P merupakan matrik yang mengidentifikasi pandangan (*views*) semua saham oleh investor[11]. Dalam menentukan matrik P ini yaitu jumlah pendapat dari investor dikalikan dengan banyaknya saham yang akan diinvestasikan .

$$Q = \begin{bmatrix} Q_{1,1} \\ Q_{2,1} \\ Q_{3,1} \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix} \text{ dan } P = \begin{bmatrix} P_{1,1} & \dots & P_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{k,1} & \dots & P_{k,n} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Keterangan :

Q : pandangan (*views*) vector

P : matriks yang mengidentifikasi pandangan (*views*) semua saham oleh investor

$P_{k,n}$: matriks yang mengidentifikasi banyaknya saham dan banyaknya pandangan (*views*)

3. Menghitung *risk aversion* koefisien, *Black Litterman* dan *implied equilibrium return vector* (M).

Langkah ketiga yaitu menghitung *risk aversion* koefisien(λ) yang bertujuan untuk menghindari dan meminimalkan *standar deviasi* pada portofolio[11]. Dalam menentukan *risk aversion* koefisien yang dilakukan dalam eksperimen ini menggunakan berbagai parameter yaitu 0.3, 0.5 dan 0.7. Sedangkan *implied equilibrium* (M) yang bertujuan untuk menghitung asset bobot saham dalam pengoptimalan terbalik di metode *Black Litterman*. Formula *implied equilibrium* (M) yaitu:

$$M = \lambda \Sigma W_m \quad (8)$$

Keterangan:

Π : *implied equilibrium*

λ : *risk aversion* koefisien

Σ : matriks kovariansi

W_m : bobot market saham pada portofolio

Menghitung dengan formula *Black Litterman* yaitu:

$$E(R) = \Pi + \tau \Sigma P^t [(\tau P \Sigma P^t) + \Omega]^{-1} [Q - P \Pi] \quad (9)$$

Keterangan :

$E(R)$: *expected return* saham

Π : *implied equilibrium*

Ω : matriks kovarian dari pandangan investor

Q : pandangan (*views*) vector matrik

P : matriks yang mengidentifikasi pandangan (*views*) semua saham oleh investor

τ : *tau* (0.2)

4. Menggabungkan pengembalian (*return*) vector yang dibangun dari *Black Litterman*, *risk aversion* koefisien (λ) dan *implied equilibrium* (Π) mendapatkan hasil bobot optimasi portofolio di setiap saham[11] dan memberikan hasil proporsi di setiap saham yang jika dijumlahkan menghasilkan nilai 1. Formulasnya yaitu:

$$W_i = (\lambda \Sigma)^{-1} E(\mu_i) \quad (10)$$

Keterangan :

W_i : bobot saham ke-i

2.5 Pendapat Investor dengan Arima

ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) merupakan metode peramalan time series. Metode Arima didasarkan dari metode ARMA (*Autoregressive Model Moving Average*) yang dirumuskan oleh Yule, Slutsky, Walker dan Yaglom. Model Arima ini dipopulerkan pada tahun 1975 oleh Box dan Jenkins[13]. Model Arima memiliki tiga parameter yaitu p, d dan q. Parameter p sebagai autoregresif dari kumpulan data, parameter d integrasi dari kumpulan data dan parameter q rata-rata yang menunjukkan pergerakan kumpulan data. Nilai parameter p, d dan q ini harus bernilai positif. Model Arima ini sering digunakan oleh investor dalam melakukan peramalan harga saham di masa depan. Sehingga investor mendapatkan keuntungan finansial saat berinvestasi saham dan model Arima ini sering digunakan oleh investor untuk mengidentifikasi harga saham yang relevan dengan informasi yang tersedia dikarenakan model ARIMA dapat memberikan prediksi harga atau pengembalian (*return*) saham yang optimal dan cukup akurat[4][13]. Formula menghitung model ARIMA yaitu:

$$Y_t = b_0 + b_1Y_{t-1} + \dots + b_nY_{t-n} - a_1e_{t-1} - \dots - a_n e_{t-n} + e_t \quad (12)$$

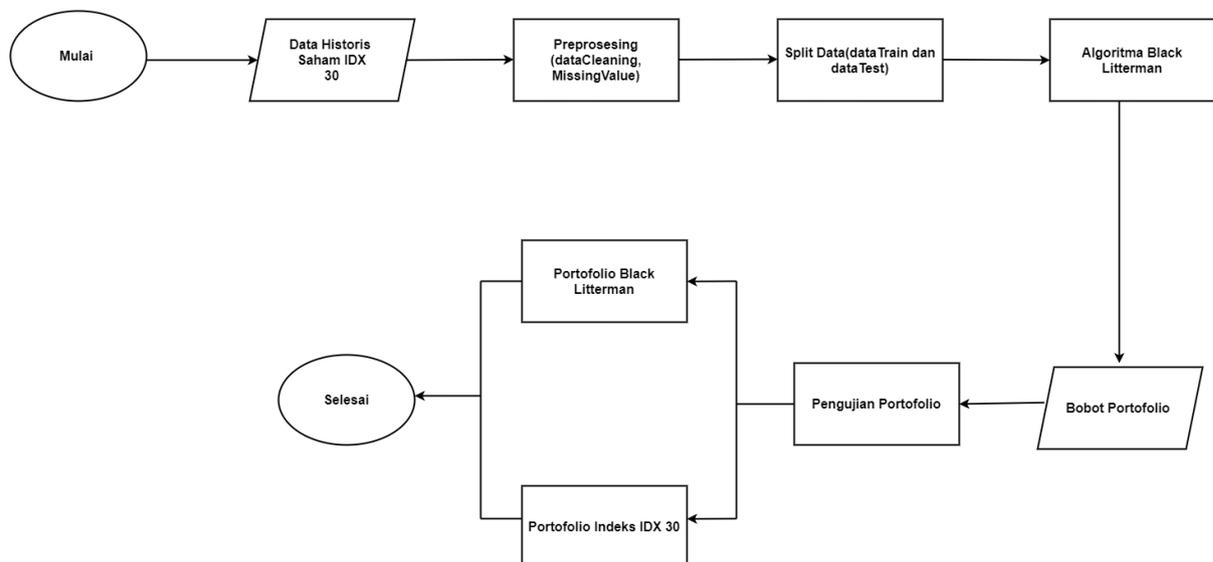
Keterangan :

Y_t : Nilai *stationary series*
 Y_{t-1} : Nilai *stationary series* sebelumnya
 e_{t-1} : Variabel lag dari selisih harga saham prediksi dengan harga saham actual
 e_t : Selisih harga saham prediksi dengan harga saham actual
 b_0, b_n, a_1, a_n : Koefisien model arima

3 Sistem yang Dibangun

3.2 Perancangan Sistem

Pada tahap ini akan dijelaskan tentang sistem yang akan dibangun. Berikut adalah *flowchart* yang menggambarkan alur pembangunan sistem secara umum:



Gambar 1. Flowchart Sistem

Langkah –langkah yang akan dilakukan dalam system adalah sebagai berikut:

a. Langkah pertama Input data saham historis IDX30

Saham yang digunakan dalam penelitian ini merupakan indeks saham IDX30. Pada indeks saham IDX 30 terdapat tiga puluh jenis saham. Pada penelitian ini menggunakan waktu periode saham dari Maret 2011-Maret 2021 (10 tahun) terakhir menggunakan saham mingguan yang dapat diakses di <https://finance.yahoo.com/> dan hanya menggunakan jumlah saham sejumlah dua puluh delapan saham, karena terdapat dua saham yang datanya kurang dari 10 tahun terakhir. Dua puluh delapan saham di IDX30 yang digunakan yaitu:

Tabel 1. Dua puluh delapan saham di IDX30 yang digunakan

No	Kode	Nama Saham
1.	ADRO	Adaro Energy Tbk
2.	ANTM	Aneka Tambang Tbk
3.	ASII	Astra International Tbk.
4.	BBCA	Bank Central Asia Tbk.
5.	BBNI	Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk
6.	BBRI	Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk
7.	BBTN	Bank Tabungan Negara (Persero) Tbk.
8.	BMRI	Bank Mandiri (Persero) Tbk.
9.	CPIN	Charoen Pokphand Indonesia Tbk
10.	EXCL	XL Axiata Tbk.
11.	GGRM	Gudang Garam Tbk.
12.	HMSP	H.M. Sampoerna Tbk.
13.	ICBP	Indofood CBP Sukses Makmur Tbk.
14.	INDF	Indofood Sukses Makmur Tbk
15.	INKP	Indah Kiat Pulp & Paper Tbk.
16.	KLBF	Kalbe Farma Tbk
17.	PGAS	Perusahaan Gas Negara Tbk
18.	PTBA	Bukit Asam Tbk.
19.	SMGR	Semen Indonesia (Persero) Tbk
20.	TBIG	Tower Bersama Infrastructure Tbk.
21.	TKIM	Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.
22.	TLKM	Telkom Indonesia (Persero) Tbk.
23.	TOWR	Sarana Menara Nusantara Tbk.
24.	UNTR	United Tractors Tbk.
25.	UNVR	Unilever Indonesia Tbk.
26.	MNCN	Media Nusantara Citra Tbk,
27.	INTP	Indocement Tunggul Prakarsa Tbk,
28.	BBCA	Bank Central Asia Tbk.

b. Langkah kedua *preprocessing* data

Preprocessing data adalah menyiapkan data agar bebas dari missing value. Pada *preprocessing* yang dilakukan yaitu menggunakan data cleaning dengan menghilangkan data yang memiliki *missing*

value dan melakukan data transformation yaitu untuk mengubah data dalam bentuk yang sesuai dengan proses data mining tanpa menghilangkan nilai dari data tersebut. *Missing value* yaitu menghilangkan data harga saham yang kosong. Sedangkan data transformation menggunakan normalisasi untuk menghitung hasil dari peramalan model ARIMA (*Autoregressive and Moving Average*). Sehingga mendapatkan data yang siap diolah agar menghasilkan observasi penelitian yang optimal dan akurat.

c. Langkah ketiga split data

Split data ini merupakan pembagian antara data test dan data train. Pada penelitian ini menggunakan data test selama periode tiga tahun yaitu dari Maret 2018 – Maret 2021 dengan panjang datanya yaitu 367 record dan menggunakan data train dari Maret 2011 – Februari 2018 dengan panjang datanya yaitu 156 record. Dalam data train ini digunakan untuk mendapatkan hasil proses peramalan dengan ARIMA (*Autoregressive and Moving Average*) selama 3 tahun kedepan. Sedangkan untuk data uji digunakan untuk membandingkan antara data uji dengan data hasil peramalan ARIMA (*Autoregressive and Moving Average*) selama 3 tahun.

d. Langkah keempat metode *Black Litterman*

Metode *Black Litterman* ini menggunakan pendapat dari investor. Pendapat dari investor pada penelitian ini diasumsikan menggunakan metode peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dengan melakukan perbandingan antara data uji dan data hasil peramalan ARIMA (*Autoregressive and Moving Average*) yang menghasilkan *return* prediksi. *Return* prediksi digunakan sebagai pendapat dari investor. Hasil dari peramalan menggunakan ARIMA dievaluasi dengan RMSE (*Root Mean Square Error*)[13]. Dalam menghitung metode *Black Litterman* ini menggunakan berbagai parameter *risk aversion* koefisien yaitu 0.3, 0.5 dan 0.7.

e. Langkah kelima output bobot portofolio dan pembentukan portofolio

Pada penelitian ini mendapat hasil bobot portofolio dengan menggunakan metode *Black Litterman* dengan *risk aversion* koefisien 0.3, 0.5 dan 0.7. Dalam menentukan bobot portofolio dilakukan pembagian proporsi pada setiap saham dan jika dijumlahkan semua bobot saham harus sama dengan 1.

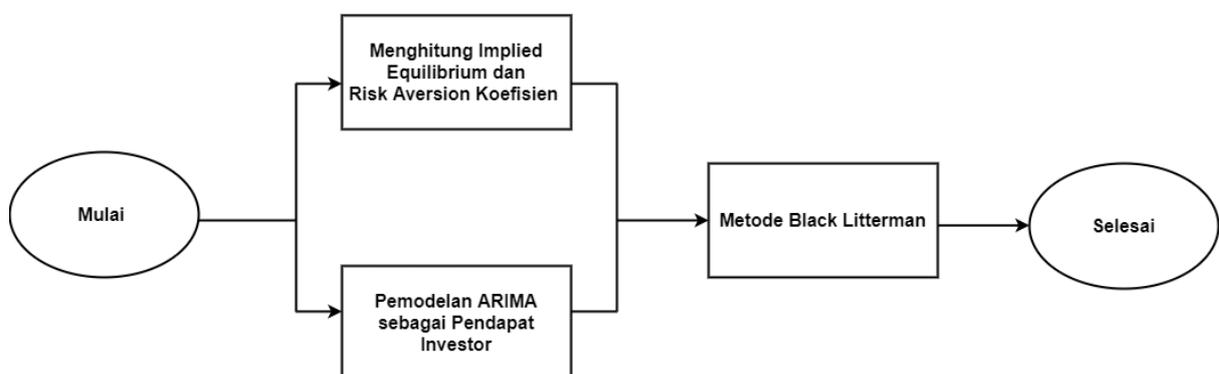
f. Langkah keenam uji portofolio

Pada penelitian ini setelah didapatkan hasil portofolio dengan menggunakan metode *Black Litterman* dengan parameter *risk aversion* koefisien 0.3, 0.5 dan 0.7 dibandingkan terhadap hasil portofolio menggunakan indeks IDX 30 untuk menentukan portofolio yang paling optimal dengan membandingkan hasil dari *standar deviasi* dan *expected return*.

g. Langkah ketujuh portofolio optimasi

Pada penelitian ini mendapatkan hasil portofolio yang optimal yaitu dengan menggunakan *Black Litterman* atau portofolio indeks IDX 30

3.2.1 Perancangan Sistem *Black Litterman*



Gambar 2. Flowchart Sistem *Black Litterman* yang dibangun

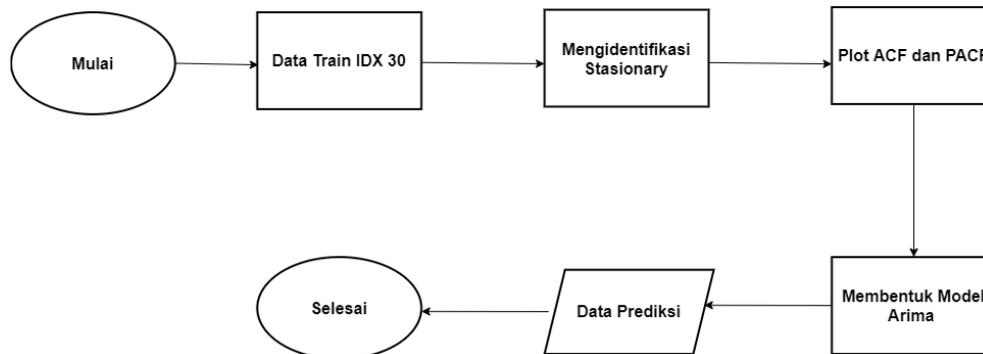
Pada tahap proses pembentukan portofolio dengan *Black Litterman* terdapat tiga proses yaitu:

- a. Langkah pertama yaitu menentukan *risk aversion* koefisien (λ) dan menghitung *implied equilibrium* (Π). Menentukan *risk aversion* koefisien digunakan untuk mengetahui bahwa investor melakukan investasi dengan menghindari *standar deviasi* atau berani mengambil *standar deviasi*. Sedangkan

menghitung implied equilibrium yaitu untuk mengetahui saham yang memiliki pengembalian yang diharapkan dan memiliki bobot yang maksimal. Pada proses ini digunakan untuk mengetahui portofolio yang memiliki *standar deviasi* paling minimal dan mencari bobot portofolio yang optimal dengan pengembalian yang terbalik.

- Langkah kedua yaitu mengasumsikan pandangan (*views*) investor dengan return prediksi menggunakan metode peramalan time series ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*).
- Langkah ketiga yaitu menghitung bobot portofolio dengan metode *Black Litterman* dengan menggunakan parameter *risk aversion* koefisien 0.3, 0.5 dan 0.7.

3.2.3 Perancangan sistem peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) sebagai pendapat investor



Gambar 3 Perancangan sistem menggunakan model peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) Pada tahap proses peramalan menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) sebagai pendapat dari investor terdapat lima proses yaitu:

- Langkah pertama menggunakan data train dari indeks IDX 30 mingguan selama 7 tahun terakhir atau 367 record data.
- Langkah kedua melakukan cek data tersebut stasioner atau tidak stasioner.
- Langkah ketiga melakukan plot ACF (*autocorrelation*) dan PACF (*partial autocorrelation*)
- Langkah keempat membentuk metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dengan menggunakan nilai p, d dan q yang optimal.
- Langkah kelima menghasilkan data harga prediksi di setiap saham selama 3 tahun atau 156 data record. Data harga prediksi ini di evaluasi menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) dengan formulanya yaitu:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{harga actual} - \text{harga prediksi})^2}{n}} \quad (11)$$

Setelah didapatkan data prediksinya yaitu dilakukan perbandingan antara data prediksi dengan peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) terhadap data uji untuk mencari *return* prediksi yang diasumsikan sebagai pendapat dari investor.

Keterangan:

RMSE : *Root Mean Square Error*

i : urutan data

n : jumlah data

4 Evaluasi

4.1 Hasil Bobot *Black Litterman*

Dalam eksperimen yang dilakukan dalam menentukan bobot dengan metode *Black Litterman* dengan membandingkan tiga parameter *risk aversion* koefisien (λ) yaitu dengan menggunakan parameter 0.3, 0.5 dan 0.7. Eksperimen metode *Black Litterman* menggunakan data mingguan dari bulan Maret 2011 sampai Maret 2021 dengan panjang record data 523 data. Eksperimen menggunakan metode *Black Litterman* merupakan metode yang menggunakan persepsi atau pendapat dari investor[11]. Persepsi atau pendapat dari investor diwakili dengan menggunakan model peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). Dalam melakukan peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) menggunakan data latih dari bulan Maret 2011

sampai Februari 2018 kemudian untuk membandingkan hasil peramalan menggunakan data uji dari bulan Maret 2018 sampai Maret 2021.

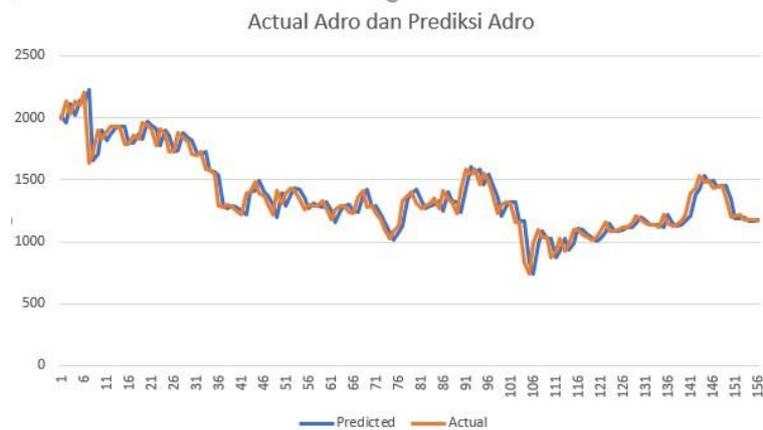
Dalam menggunakan metode peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) merupakan gabungan dari metode AR (*model autoregressive*) dan MA (*Moving Average*). Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) ini menggunakan tiga parameter yaitu parameter p,d dan q[4]. Hasil peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) yang diwakilkan saham ADRO dapat dilihat pada tabel 2. Sedangkan untuk mengukur hasil peramalan dengan menggunakan metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) dapat dilihat di tabel 1. Hasil plot dengan membandingkan data uji dan peramalan menggunakan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) yang diwakilkan oleh saham ADRO dapat dilihat pada gambar 4.

Table 1 Hasil parameter p,d,q disetiap saham dan nilai evaluasi menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*)

Nama Saham	Parameter p, d, q	Nilai RMSE
ADRO	2,1,2	0.1355
ANTM	0,1,2	0.0916
ASII	0,1,1	0.1155
BBNI	0,1,0	0.1112
BBTN	5,2,0	0.1142
BMRI	3,1,2	0.1555
CPIN	3,1,2	0.1582
EXCL	0,1,0	0.1729
GGRM	0,1,1	0.0990
HMSP	2,1,2	0.1307
ICBP	2,1,3	0.175
INDF	0,1,1	0.2090
INTP	0,1,1	0.1675
KLBF	0,1,2	0.1890
MNCN	1,1,0	0.1576
PGAS	2,1,2	0.3550
PTBA	2,1,2	0.6648
PWON	0,1,1	0.3065
SMGR	1,1,1	0.4629
TBIG	0,1,1	0.8642
TKIM	5,2,0	0.5394
TOWR	0,1,0	0.7281
UNTR	1,1,1	0.6246
UNVR	1,1,0	0.4416
INKP	2,2,3	0.7373
BBCA	2,1,2	0.7162
TLKM	2,1,0	0.1574

Table 2 Hasil prediksi saham ADRO dengan ARIMA selama 4 minggu dan harga actual saham ADRO dengan sampel 4 minggu

Minggu	Harga actual saham ADRO	Prediksi harga saham ADRO dengan ARIMA	Return prediksi harga saham ADRO
1.	1995	2009.732	0.007385
2.	2130	1964.655	-0.07762
3.	2030	2112.954	0.040864
4.	2130	2026.444	-0.048618



Gambar 4 Plot hasil prediksi harga, data uji dan data latih menggunakan ARIMA saham ADRO

Setelah hasil peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) diukur dengan RMSE (*Root Mean Square Error*) dilakukan penghitungan *return* prediksi dari data uji dengan data hasil peramalan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) yang digunakan sebagai persepsi atau pendapat investor[13] dengan sampel 4 minggu dapat dilihat pada tabel 3.

Setelah mendapatkan *return* prediksi harga saham yang mewakili persepsi atau pandangan dari investor dilakukan penghitungan *implied equilibrium* dan bobot setiap saham menggunakan metode *Black Litterman* dengan menggunakan tiga parameter yang berbeda di setiap *risk aversion* koefisien dengan parameter 0.3, 0.5 dan 0.7. Hasil perbandingan penghitungan *implied equilibrium* (II) dan bobot saham dengan parameter *risk aversion* koefisien (λ) 0.3, 0.5 dan 0.7 pada metode *Black Litterman* dapat dilihat pada tabel 3 dan 4.

Table 3 Hasil *implied equilibrium* pada setiap saham

Nama Saham	<i>implied equilibrium</i> (II) dengan <i>risk aversion</i> koefisien (λ) 0.7	<i>implied equilibrium</i> (II) dengan <i>risk aversion</i> koefisien (λ) 0.3	<i>implied equilibrium</i> (II) dengan <i>risk aversion</i> koefisien (λ) 0.5
ADRO	0.000575	0.000247	0.000411
ANTM	0.000537	0.000230	0.000383
ASII	0.000637	0.000273	0.000538
BBNI	0.000753	0.000323	0.000455
BBRI	0.000745	0.000319	0.000532
BBTN	0.000704	0.000302	0.000503
BMRI	0.000724	0.000310	0.000517
CPIN	0.000730	0.000313	0.000521
EXCL	0.000463	0.000198	0.000331
GGRM	0.000402	0.000172	0.000287
HMSP	0.000356	0.000153	0.000254
ICBP	0.000400	0.000171	0.000286
INDF	0.000469	0.000201	0.000335
INTP	0.000660	0.000283	0.000472
KLBF	0.000506	0.000217	0.000361
MNCN	0.000526	0.000225	0.000375
PGAS	0.000628	0.000269	0.000449
PTBA	0.000486	0.000208	0.000347
PWON	0.000688	0.000295	0.000492
SMGR	0.000613	0.000263	0.000438
TBIG	0.000286	0.000123	0.000204
TKIM	0.000565	0.000242	0.000403
TOWR	0.000707	0.000303	0.000505
UNTR	0.000458	0.000196	0.000327
UNVR	0.000368	0.000158	0.000263
INKP	0.000553	0.000237	0.000395
BBCA	0.000532	0.000228	0.000380
TLKM	0.000436	0.000187	0.000311

Table 4 Hasil perbandingan bobot *Black Litterman* dengan nilai *risk aversion* koefisien 0.7 dan 0.3 dengan sampel 4 minggu diwakilkan saham ADRO.

Minggu	Bobot <i>Black Litterman</i> dengan <i>risk aversion</i> koefisien 0.7	Bobot <i>Black Litterman</i> dengan <i>risk aversion</i> koefisien 0.3	Bobot <i>Black Litterman</i> dengan <i>risk aversion</i> koefisien 0.5
1.	0.01208	0.01801	0.01424
2.	0.00959	0.01447	0.01127
3.	0.00798	0.01184	0.00926
4.	-0.01674	-0.40885	-0.00116

4.2 Hasil Pengujian Nilai Kekayaan dengan *Black Litterman* dan Indeks IDX 30

Setelah dilakukan eksperimen menghitung bobot menggunakan metode *Black Litterman* dengan *risk aversion* koefisien (λ) 0.7, *risk aversion* koefisien (λ) 0.5 dan *risk aversion* koefisien (λ) 0.3 dilakukan penghitungan nilai kekayaan. Nilai kekayaan ini bertujuan agar investor dapat memilih dan menganalisa pasar saham yang optimal dan mengetahui nilai kekayaan investor dalam berinvestasi pada saham dengan melihat nilai kekayaannya turun atau naik. Jika nilai kekayaan investor mengalami kenaikan maka investor mendapatkan keuntungan dan jika nilai kekayaan mengalami penurunan maka kekayaan investor berkurang. Penghitungan nilai kekayaan *Black Litterman* yaitu dengan mengalikan saham aktual dengan bobot dari metode *Black Litterman* dapat dilihat pada tabel 5. Hasil pembentukan nilai kekayaan dengan *risk aversion* koefisien (λ) 0.3, 0.5 dan 0.7 dapat dilihat pada tabel 7. Untuk penghitungan nilai kekayaan pada minggu yang pertama diwakilkan dengan nilai kekayaan dengan nilai satu. Hasil *expected return* atau *return* yang diharapkan dalam pembentukan portofolio *Black Litterman* dengan *risk aversion* koefisien (λ) 0.7, 0.5 dan 0.3 dapat dilihat pada tabel 7. Sedangkan *standar deviasi* dari pembentukan portofolio menggunakan metode *Black Litterman* dengan menggunakan *risk aversion* koefisien (λ) 0.7, 0.5 dan 0.3 dapat dilihat pada tabel 7.

Dalam eksperimen menggunakan indeks IDX 30 ini menggunakan data mingguan dari bulan maret 2018 sampai maret 2021. Panjang record datanya 157 data. Pembentukan portofolio ini digunakan untuk membandingkan hasil metode *Black Litterman* dan indeks IDX 30. Eksperimen ini menghasilkan nilai *Expected return* IDX 30, nilai kekayaan indeks IDX 30 dan *standar deviasi* dari indeks IDX 30 yang dapat dilihat pada tabel 7.

Table 5 Return portofolio *Black Litterman* *risk aversion* koefisien 0.7, 0.5 dan 0.3 dicontohkan selama 4 minggu

Minggu	Portofolio saham <i>Black Litterman</i> <i>risk aversion</i> koefisien (λ) 0.7	Portofolio saham <i>Black Litterman</i> <i>risk aversion</i> koefisien (λ) 0.3	Portofolio saham <i>Black Litterman</i> <i>risk aversion</i> koefisien (λ) 0.5
1	-0.012456	-0.014459	-0.013186
2	-0.011530	-0.008859	-0.010609
3	-0.005957	-0.004926	-0.005613
4	0.015800	-0.052844	0.020353

Table 6 Nilai kekayaan *Black Litterman* dengan *risk aversion* koefisien 0.7, 0.5 dan 0.3 dan portofolio kekayaan indeks IDX 30 dengan menggunakan sampel 5 minggu

Minggu	Nilai Kekayaan <i>Black Litterman</i> dengan <i>risk aversion</i> koefisien (λ) 0.7	Nilai Kekayaan <i>Black Litterman</i> dengan <i>risk aversion</i> koefisien (λ) 0.3	Nilai Kekayaan <i>Black Litterman</i> dengan <i>risk aversion</i> koefisien (λ) 0.5	Nilai Kekayaan indeks IDX 30
1.	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
2.	1.000254	0.985635	0.986897	0.979086
3.	0.988467	0.991269	0.989530	0.966146
4.	0.994112	0.995117	0.994445	0.966428

Table 7 *Expected return* dan *standar deviasi* portofolio *Black Litterman* dengan *risk aversion* koefisien 0.7, 0.5 dan 0.3 dan indeks IDX 30

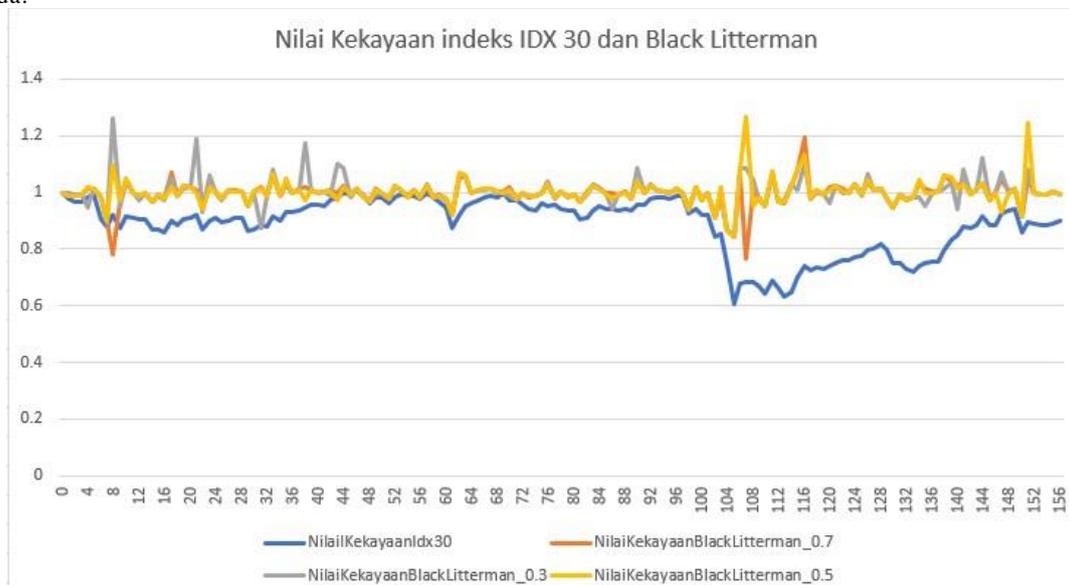
	Portofolio <i>Black Litterman</i> dengan <i>risk aversion</i> koefisien 0.7	Portofolio <i>Black Litterman</i> dengan <i>risk aversion</i> koefisien 0.3	Portofolio <i>Black Litterman</i> dengan <i>risk aversion</i> koefisien 0.5	Portofolio indeks IDX 30

<i>Expected return</i>	-0.002442	0.002262	0.001857	-0.0007427
<i>Standar deviasi</i>	0.045075	0.052423	0.04704	0.096375

Dari hasil tabel 7 dapat dikatakan yaitu jika menggunakan *risk aversion* koefisien (λ) 0.7 mendapatkan *standar deviasi* yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan *risk aversion* koefisien (λ) 0.3 dan 0.5. Sedangkan *expected return*nya *risk aversion* koefisien (λ) 0.3 cenderung lebih besar dibandingkan dengan *risk aversion* koefisien (λ) 0.7 dan 0.5.

4.3 Analisis Hasil Pengujian

Pada hasil pengujian yang dilakukan pada tabel 7, dengan menggunakan parameter *risk aversion* koefisien (λ) 0.7 maka akan mendapatkan hasil *standar deviasi* yang lebih kecil. Akan tetapi jika menggunakan parameter *risk aversion* koefisien (λ) 0.3 akan menghasilkan hasil *expected return* atau pengembalian yang diharapkan lebih tinggi dibandingkan menggunakan parameter 0.7 dan 0.5. Hal tersebut cukup mempengaruhi dalam dalam pembentukan nilai kekayaan dengan menggunakan parameter *risk aversion* koefisien (λ) yang berbeda.



Gambar 5 Plot Nilai kekayaan *Black Litterman* dengan *risk aversion* koefisien 0.7, 0.3, 0.5 dan portofolio kekayaan menggunakan indeks IDX 30

Dalam penghitungan nilai kekayaan yang dilihat dari gambar 5 ini yang digunakan untuk mengetahui keuntungan yang didapatkan investor dalam melakukan investasi. Penggunaan parameter *risk aversion* koefisien (λ) dalam metode *Black Litterman* juga mempengaruhi hasil nilai kekayaan yang didapatkan investor. *Risk aversion* koefisien (λ) ini menggambarkan tentang investor yang melakukan investasi cenderung menghindari *standar deviasi* yang akan terjadi. Dengan menggunakan *risk aversion* koefisien 0.3 (λ) investor cenderung berani mengambil *standar deviasi* saat melakukan investasi. Sedangkan dengan menggunakan *risk aversion* koefisien (λ) 0.5 investor cenderung menghindari *standar deviasi* yang akan terjadi saat melakukan investasi dan menggunakan *risk aversion* koefisien (λ) 0.7 investor menghindari *standar deviasi* yang akan terjadi. Dalam melakukan eksperimen dengan menggunakan *risk aversion* koefisien (λ) 0.7, 0.3 dan 0.5 menghasilkan nilai kekayaan yang *fluktuatif* menggunakan metode *Black Litterman* dengan *risk aversion* koefisien (λ) 0.7. Setelah dilakukan eksperimen nilai kekayaan dengan *Black Litterman* menggunakan parameter *risk aversion* koefisien (λ) 0.7, 0.3 dan 0.5 dibandingkan dengan nilai kekayaan dari indeks IDX 30. Perbandingan nilai kekayaan dengan *Black Litterman* 0.7, 0.3 dan 0.5 ini digunakan untuk melihat nilai kekayaan investor yang mengalami keuntungan. Pada eksperimen dengan membandingkan nilai kekayaan tersebut dengan menggunakan metode *Black Litterman* *risk aversion* koefisien (λ) 0.5 dan 0.7 menghasilkan nilai kekayaan yang paling baik karena investor cenderung menghindari *standar deviasi* yang terjadi dan dengan menggunakan *risk aversion* koefisien (λ) 0.7 menghasilkan nilai kekayaan yang cenderung lebih stabil. Sedangkan dalam pembentukan portofolio dengan menggunakan indeks IDX 30 digunakan untuk menguji hasil portofolio kekayaan *Black Litterman* dengan parameter *risk aversion* koefisien (λ) 0.7, 0.3 dan 0.5. Pada eksperimen ini dilakukan pengujian dengan membandingkan *standar deviasi* dan *expected return*. Hal ini bertujuan untuk membandingkan nilai kekayaan *Black Litterman* dengan portofolio indeks IDX 30 dengan memperhatikan *standar deviasi* yang lebih kecil dan *expected return* yang lebih besar untuk mendapatkan portofolio yang optimal. Dari hasil pengujian dengan membandingkan metode *Black Litterman* dan indeks IDX 30 dapat dikatakan bahwa menggunakan metode *Black Litterman* dengan menggunakan

risk aversion koefisien (λ) yang lebih kecil memiliki nilai *expected return* yang lebih tinggi dibandingkan dengan indeks IDX 30 dan nilai *standar deviasi* yang lebih rendah dibandingkan indeks IDX 30.

Dari gambar 5 dapat dikatakan dengan menggunakan parameter *risk aversion* koefisien (λ) 0.3 atau investor berani mengambil *standar deviasi* yang terjadi menghasilkan nilai kekayaan yang hasilnya cenderung *fluktuatif* atau mendapatkan kekayaan yang naik turun dan menggunakan parameter *risk aversion* koefisien (λ) 0.7 investor cenderung menghindari *standar deviasi* mendapatkan hasil nilai kekayaan yang cenderung stabil.

5 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan implementasi hasil pengujian yang dilakukan untuk pengoptimalan portofolio menggunakan *Black Litterman* dibandingkan dengan portofolio indeks IDX 30 dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Optimasi portofolio dengan menggunakan *Black Litterman* dengan menggunakan tiga parameter *risk aversion* koefisien 0.3, 0.5 dan 0.7. Untuk parameter *risk aversion* koefisien 0.3 menghasilkan hasil *expected return* 0.002262 dan *standar deviasi* 0.052423 sedangkan parameter *risk aversion* koefisien 0.7 menghasilkan *expected return* -0.002442 dan *standar deviasi* yaitu 0.045075 dan menggunakan *risk aversion* koefisien 0.5 menghasilkan *standar deviasi* 0.001857 dan *expected return* 0.04704.
2. Optimasi portofolio dengan *Black Litterman* menghasilkan nilai *standar deviasi* yang lebih kecil dibandingkan dengan *standar deviasi* portofolio indeks IDX 30 yang artinya dengan menggunakan metode *Black Litterman* dapat memperkecil *standar deviasi* yang didapatkan.

Referensi

- [1] I. Firdaus, "Analisis Pembentukan Portofolio Optimal Menggunakan Model Indeks Tunggal," *J. Ekon.*, vol. 23, no. 2, pp. 748–771, 2018, doi: 10.24912/je.v23i2.369.
- [2] D. Iskandar, M. Martalena, and N. D. Julianto, "Perbandingan Kinerja Portofolio yang Dibentuk dengan Single Index Model pada Saham-Saham yang Terdaftar dalam Indeks LQ45 dan Kompas 100 Tahun 2018," *J. Akunt. Maranatha*, vol. 12, no. 1, pp. 73–83, 2020, doi: 10.28932/jam.v12i1.2041.
- [3] W. Bessler, H. Opfer, and D. Wolff, "Multi-asset portfolio optimization and out-of-sample performance: an evaluation of Black–Litterman, mean-variance, and naïve diversification approaches," *Eur. J. Financ.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–30, 2017, doi: 10.1080/1351847X.2014.953699.
- [4] P. Mondal, L. Shit, and S. Goswami, "Study of Effectiveness of Time Series Modeling (Arima) in Forecasting Stock Prices," *Int. J. Comput. Sci. Eng. Appl.*, vol. 4, no. 2, pp. 13–29, 2014, doi: 10.5121/ijcsea.2014.4202.
- [5] M. Kara, A. Ulucan, and K. B. Atici, "A hybrid approach for generating investor views in Black–Litterman model," *Expected Syst. Appl.*, vol. 128, pp. 256–270, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.03.041.
- [6] Suad Husnan, *Dasar-Dasar Teori Portofolio & Analisis Sekuritas Edisi 5*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN, 2015.
- [7] K. Ulayya and D. Saepudin, "Optimasi Portofolio Mean-semivariance dengan Algoritma Genetika," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, p. 8259, 2018.
- [8] Ati Setiowati, "STANDAR DEVIASI INVESTASI SAHAM 01 PASAR MODAL," 1996.
- [9] M. Capinski and T. Zastawniak, *Mathematics for Finance : 7 0 + D V D ' s F O R S A L E & E X C H A N G E . .*
- [10] N. I. P. Hade Chandra Batubara, "Jurnal Riset Finansial Bisnis," *Lppi Aqli*, vol. 2, no. 2, pp. 61–70, 2018.
- [11] T. Idzorek, "2 A step-by-step guide to the Black – Litterman model Incorporating user-specified confidence levels," vol. 2003, no. November 2001.
- [12] M. Framework, "Extending Black-Litterman Analysis Beyond the Mean-Variance Framework," pp. 33–44.
- [13] D. Banerjee, "Forecasting of Indian Stock (Market using Time-series ARIMA Model IIXt-Xtl," pp. 131–135, 2014.