

RETURN PORTOFOLIO OPTIMAL DENGAN PENDEKATAN SINGLE INDEX MODEL, TREYNOR BLACK MODEL, DAN BLACK-LITTERMAN MODEL

Optimal Portfolio Return with the Single Index Model, Treynor Black Model, and Black-Litterman Model Approaches

Adri Arisena^{1*}, Lienda Noviyanti², Achmad Zanbar Soleh³, Fajar Indrayatna⁴

¹Program Studi Sains Data, Universitas Koperasi Indonesia, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat

^{2,3,4}Program Studi Ilmu Aktuaria, Universitas Padjadjaran, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat

E-mail Corresponding Author: adri@ikopin.ac.id

Abstrak: Membentuk portofolio optimal adalah metode yang dapat membantu para investor meminimalkan risiko dan mengoptimalkan keuntungan. Beberapa model untuk portofolio optimal termasuk *Single Index Model* (SIM), *Treynor Black Model* (TBM), dan *Black-Litterman Model* (BLM). SIM didasarkan pada pengamatan bahwa harga sekuritas berfluktuasi sejalan dengan indeks pasar. Pada TBM, seorang investor dapat melihat bahwa model ini kurang fokus pada nilai beta tetapi lebih berfokus pada risiko tidak sistematis. BLM menggabungkan elemen data historis dan pandangan investor untuk membentuk prediksi baru tentang portofolio sebagai dasar pemodelan. Prediksi pandangan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan time series ARIMA dan GARCH. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membentuk tingkat pengembalian portofolio optimal dengan menggunakan SIM, TBM, dan BLM berdasarkan pandangan tunggal investor serta kombinasi pandangan beberapa investor dengan pendekatan ARIMA dan GARCH.

Kata Kunci: *Black-Litterman Model, Portofolio Optimal, Single Index Model, Treynor Black Model*

Abstract: *A Establishing an optimal portfolio is a method that can help investors minimize risk and optimize profits. Some models for optimal portfolio include Single Index Model (SIM) model, Treynor Black Model (TBM) and Black-Litterman Model (BLM). SIM is based on the observation that the price of a security fluctuates in the direction of the market index. In TBM one investor can see that the model is less focused on beta values but rather focuses on unsystematic risks. BLM combines historical data elements and investor views to form new predictions of the portfolio as the basis for modeling. Predicted views in this study using time series ARIMA and GARCH. The purpose of this research is to form optimal portfolio return with SIM, TBM and BLM based on single view investor and combination of some view investor with ARIMA and GARCH approach.*

Keywords: *Black-Litterman Model ; Optimal Portfolio; Single Index Model; Treynor Black Model;*

1. PENDAHULUAN

Pasar saham Indonesia menunjukkan perkembangan yang positif, menurut pengumuman yang dibuat oleh Bursa Efek Indonesia, atau BEI. Ini disebabkan oleh peningkatan jumlah investor pasar modal hingga tahun 2022, yang mencapai 10.311.152 identifikasi investor tunggal (SID), naik 37,68% dari 7.489.337 SID pada tahun 2021. Menurut pendapat [1] investasi adalah komitmen dari sumber daya saat ini atas uang atau sumber daya yang lebih besar di masa datang. Calon investor diminta untuk mempertimbangkan dengan cermat berbagai instrumen investasi, terutama pasar modal. Nilai investasi yang dikeluarkan oleh seorang investor menentukan jumlah keuntungan yang diharapkan di masa mendatang. Investor lebih cenderung mempercayakan dananya untuk investasi ketika prospek pasar saham lebih positif.

Menurut [1], saham adalah instrumen keuangan yang menunjukkan kepemilikan dalam suatu perusahaan dan merupakan klaim terhadap sebagian aset dan pendapatan perusahaan. Sementara itu, portofolio seperti yang

dijelaskan oleh [2] melibatkan konstruksi dan pemeliharaan koleksi saham. Beberapa model yang dapat digunakan untuk mencapai portofolio yang optimal, seperti *Single Index Model (SIM)*, *Treynor Black Model (TBM)*, dan *Black-Litterman Model (BLM)*.

Teori SIM pertama kali dikembangkan oleh William Sharpe pada tahun 1963, berdasarkan pada pengamatan bahwa harga sekuritas berfluktuasi seiring dengan indeks harga pasar. TBM merupakan pengembangan dari SIM diperkenalkan pertama kali oleh Fischer Black dan Jack Treynor pada tahun 1973. TBM menurut [3] lebih berfokus pada risiko yang bersifat tidak sistematis, yaitu risiko yang berkaitan dengan perubahan pada tingkat mikro perusahaan daripada perubahan indeks pasar secara keseluruhan.

Salah satu kekurangan dari SIM dan TBM adalah mereka tidak memperhitungkan perspektif investor dalam menentukan return [4]. Oleh karena itu, BLM adalah pengembangan lanjutan dari TBM. BLM, diperkenalkan pertama kali oleh Black dan Litterman pada tahun 1990, menggantikan alpha dengan perspektif investor. BLM adalah model yang menggabungkan dua jenis estimasi: data historis dengan perspektif investor dan data dalam kondisi keseimbangan (ekuilibrium).

Pendekatan model *time series* digunakan untuk melakukan proses pemilihan saham dan menentukan pandangan investor. Pendekatan ini melibatkan asumsi yang harus dipenuhi. Menurut eksplorasi data yang dilakukan, ARIMA dan GARCH adalah metode *time series* yang digunakan dalam penelitian ini [5]. Metode ini berguna untuk membuat prediksi yang tidak pasti.

2. METODOLOGI

Data yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari penutupan saham harian dari Januari 2022 hingga Desember 2022. Penelitian ini memilih UNTR, SRIL, UNVR, dan SMGR karena mereka memiliki kecenderungan untuk menghasilkan keuntungan selama periode waktu tersebut. Periode waktu tersebut dipilih karena ingin melihat bagaimana saham akan berkembang setelah pandemi COVID-19.

SIM didasarkan pada pengamatan bahwa *return* berfluktuasi searah dengan indeks pasar saham [6]. *Return* merupakan imbal hasil yang diperoleh investor atas investasi yang dilakukan [1]. *Return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor untuk melakukan investasi karena dapat memberikan keuntungan dari kenaikan harga saham yang dimiliki investor. *Return* harian setiap saham ke-*i* dimana ($i = 1, 2, \dots, n$) dilambangkan dengan R_{it} yang merupakan presentase dari logaritma natural harga saham pada waktu t ($t = 1, 2, \dots, m$) yang dilambangkan dengan X_i dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_{it} = \ln \left(\frac{X_{i(t)}}{X_{i(t-1)}} \right) \tag{1}$$

Persamaan untuk SIM adalah sebagai berikut [7][8]

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_M + e_i \tag{2}$$

dengan R_i *return* dari saham ke-*i*, β_i sensitivitas sekuritas terhadap indeks ke-*i*, R_M *return* Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), α_i *expected value* dari *return* saham yang independen terhadap *return* IHSG ke-*i*, e_i kesalahan residu ke-*i* yang merupakan variable acak dengan nilai ekspektasi sama dengan nol. Penaksir β_i mengukur sensitivitas sekuritas ke-*i* terhadap indeks yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{iM}}{\sigma_M} \quad ; i = 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

dengan

$$\sigma_{iM} = \frac{\sum_{t=1}^n (R_{it} - \bar{R}_i)(R_{Mt} - \bar{R}_M)}{n-1} \quad ; i = 1, 2, \dots, p \ ; t = 1, 2, \dots, n \tag{4}$$

$$\sigma_M^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (R_{Mt} - \bar{R}_M)^2}{n-1} \quad ; t = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

dimana σ_{iM} menyatakan kovarians antara saham ke-i dan indeks pasar dan σ_M^2 menyatakan varians dari indeks pasar. Sedangkan nilai taksiran dari α_i yaitu

$$\alpha_i = \bar{R}_i - \beta \bar{R}_M \quad (6)$$

Nilai ekspektasi *rate of return* dari masing-masing saham adalah

$$\begin{aligned} E(R_i) &= E(\alpha_i + \beta_i R_M + e_i) \\ &= E(\alpha_i) + E(\beta_i R_M) + E(e_i) \\ &= \alpha_i + \beta_i E(R_M) \end{aligned} \quad (7)$$

Selanjutnya nilai ekspektasi *rate of return* yang dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i \alpha_i + \sum_{i=1}^n w_i \beta_i E(R_M) \quad (8)$$

Variansi dapat digunakan untuk mengukur risiko karena merupakan salah satu alat statistik yang biasa digunakan untuk mengukur penyimpangan dari nilai ekspektasi. Nilai risiko saham biasanya dapat digambarkan sebagai berikut:

$$\sigma_i^2 = E[R_i - E(R_i)]^2 \quad (9)$$

Apabila Persamaan (2) disubstitusikan pada Persamaan (9), maka akan didapat hasil sebagai berikut:

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_M^2 + \sigma_{e_i}^2. \quad (10)$$

Sedangkan persamaan untuk kovariansi antara saham ke-i dan saham ke-k ; (σ_{ik}) adalah sebagai berikut:

$$\sigma_{ik} = \beta_i \beta_k \sigma_M^2. \quad (11)$$

Menurut Persamaan (10) menjelaskan bahwa risiko saham terdiri dari risiko yang dipengaruhi oleh indeks pasar saham atau risiko sistematis ($\beta_i^2 \sigma_M^2$) dan risiko yang dipengaruhi oleh faktor selain indeks pasar saham atau risiko tidak sistematis ($\sigma_{e_i}^2$), sedangkan Persamaan (11) menjelaskan bahwa pergerakan antar saham dipengaruhi oleh pergerakan indeks pasar saham. Dari Persamaan (10) dapat dihitung pula risiko tidak sistematis dengan rumusan sebagai berikut:

$$\sigma_{e_i}^2 = \sigma_i^2 - \beta_i^2 \sigma_M^2 \quad (12)$$

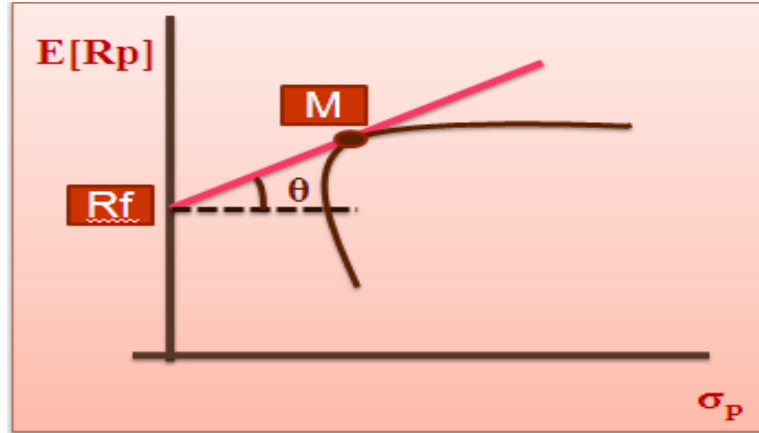
Untuk menentukan nilai risiko portofolio optimal sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= \left(\sum_{i=1}^n w_i \beta_i \right)^2 \sigma_M^2 + \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_{e_i}^2 \\ &= \beta_p^2 \sigma_M^2 + \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_{e_i}^2, \end{aligned} \quad (13)$$

Tahap selanjutnya, setelah saham-saham yang membentuk portofolio optimal telah ditentukan, adalah menentukan bobot ideal dari masing-masing saham di dalam portofolio. Portofolio optimal merupakan portofolio yang dipilih seorang investor dari sekian banyak pilihan yang ada dalam kumpulan portofolio efisien [9]. Portofolio yang dipilih pasti sesuai dengan preferensi investor terhadap return dan risiko. Untuk menentukan berat portofolio yang ideal, Anda dapat memaksimumkan nilai kemiringan (*slope*) sebagai berikut [10]:

$$\theta = \left(\frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p} \right) \tag{14}$$

Gambar 1 berikut ini akan memperlihatkan portofolio optimal pada titik M yang diperoleh dengan cara memaksimalkan nilai *slope* (θ).



Gambar 1. Penentuan Portofolio Optimal Berdasarkan Slope

Titik R_f menyatakan *return* dari aset bebas risiko. Portofolio optimal secara umum digambarkan oleh titik M. Titik M diperoleh dari persinggungan antara kurva *efficient set* dengan garis lurus yang mempunyai sudut *slope* (θ) terbesar. Nilai *slope* dihitung dari rasio terbesar pengurangan ekspektasi *rate of return* dengan aset bebas risiko terhadap standar deviasi portofolio.

Portofolio optimal dapat dihitung dengan memaksimalkan *slope* (θ). Selanjutnya fungsi θ akan dinamakan dengan fungsi objektif. Untuk memaksimalkan nilai θ terdapat dua syarat yang harus dipenuhi yaitu:

1. Syarat perlu

Turunan pertama fungsi θ terhadap $w_i = 0$ dan dinotasikan sebagai berikut:

$$\frac{\partial \theta}{\partial w_i} = 0.$$

2. Syarat cukup

Turunan kedua fungsi θ terhadap $w_i < 0$ dan dinotasikan sebagai berikut:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial w_i^2} < 0.$$

Besarnya proporsi untuk saham ke- i didapat dengan memaksimalkan *slope* sebagai berikut:

$$w_i = \frac{Z_i}{\sum_{i=1}^m Z_i}, i = 1, 2, \dots, m \tag{15}$$

dengan nilai Z_i adalah sebagai berikut:

$$Z_i = \frac{\beta_i}{\hat{\sigma}_{e_i}^2} \left(\frac{E(R_i) - R_f}{\beta_i} - C^* \right), i = 1, 2, \dots, n \tag{16}$$

TBM [3] [11] merupakan pengembangan dari SIM dimana dalam TBM bobot saham diperoleh dengan memaksimalkan nilai *sharpe ratio* dengan melibatkan risiko non sistematis yaitu risiko yang tidak terkait dengan perubahan indeks pasar secara keseluruhan. Oleh karena itu untuk mencari bobot optimal dalam TBM diawali dengan memaksimalkan *sharpe ratio* yaitu

$$S_i = \frac{E(R_i)}{\sigma_i} \quad (17)$$

Hubungan dengan indeks pasar berkorelasi negatif dengan risiko portofolio aktif. Oleh karena itu, persamaan berikut dapat digunakan untuk menjelaskan bobot TBM yang ideal.

$$w_i = \frac{\alpha_i / \sigma_i^2}{\sum_{j=1}^n \frac{\alpha_j}{\sigma_j^2}}; i = 1, 2, \dots, n \quad (18)$$

BLM, model matematis yang dibuat oleh Fischer Black dan Robert Litterman pada tahun 1990, digunakan untuk merancang portofolio. Untuk menentukan alokasi optimal, model BLM [4] berfokus pada keseimbangan harga di pasar keuangan, yang diwakili oleh bobot kapitalisasi pasar. Pendapat investor tentang perkiraan hasil investasi juga diperhitungkan dalam proses pengambilan keputusan alokasi aset. Pandangan investor diberikan dalam penelitian ini melalui penggunaan model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dan GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) [12].

Model BLM memanfaatkan data *return* dengan menggunakan *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) sebagai distribusi awal (prior) dan kemudian menggabungkannya dengan pandangan investor, menciptakan distribusi baru (posterior) melalui penerapan aturan Bayes sebagai berikut [13]:

$$P(E(r) | \Pi) = \frac{P(\Pi | E(r)) \cdot P(E(r))}{P(\Pi)} \quad (19)$$

dengan $P(E(r) | \Pi)$ fungsi densitas *expected return* bersyarat CAPM, $P(\Pi | E(r))$ fungsi densitas CAPM bersyarat *expected return*, $P(E(r))$ pandangan subjektif investor, $P(\Pi)$ probabilitas *marginal equilibrium*, Π vektor *return* dari CAPM.

Untuk mengestimasi return saham secara efektif dan mudah, diperlukan suatu model. Model tersebut yaitu *Capital Aset Pricing Model* (CAPM), yang didirikan oleh Sharpe, Lintner, dan Mossin dari tahun 1964 hingga 1966, adalah model yang dapat digunakan untuk mengestimasi *return* saham. Tahapan pembentukan *return* ekuilibrium dengan CAPM dapat dijelaskan sebagai berikut [14]:

1. Menghitung nilai ekspektasi *return* ($E(R_m)$) dan risiko/varians (σ_m^2) dari harga pasar.

$$E(R_M) = \frac{\sum_{i=1}^n (R_{Mi})}{n} \quad (20)$$

$$\sigma_M^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (R_{Mi} - \bar{R}_M)^2}{n-1} \quad (21)$$

2. Menetapkan nilai *risk free rate* harian (R_f) yang merupakan nilai rata-rata BI Rate tahunan.
3. Menghitung nilai estimasi kovarians saham ke-i terhadap pasar [$Cov(R_i, R_m)$] dan nilai koefisien beta (β_i)
4. Menghitung *return* CAPM dari masing-masing saham.

5. Membentuk vektor *return* dari CAPM (Π) berukuran ($p \times 1$) yang berisi nilai *return* ekuilibrium CAPM dari masing-masing saham.

$$\Pi = \begin{bmatrix} E_{CAPM}(R_1) \\ E_{CAPM}(R_2) \\ \vdots \\ E_{CAPM}(R_p) \end{bmatrix} \quad (22)$$

Investor tidak perlu menyatakan pandangan pada semua saham dalam portofolio namun cukup saham yang dipilih saja. Ada dua macam pandangan yang dikenal pada model *Black-Litterman* [15] yaitu:

- Pandangan pasti (*absolute view*), contohnya: “saya prediksikan aset A akan memberikan *return* sebesar $x\%$ ”
- Pandangan relatif (*relative view*), contohnya: “saya prediksikan *return* aset A akan melebihi B sebesar $y\%$ ”

P merupakan suatu matriks dari pandangan investor. Tiap baris matriks mewakili satu pandangan investor baik secara pasti ataupun relatif terhadap suatu saham dengan struktur dasar matriks sebagai berikut:

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{q1} & \cdots & p_{qp} \end{bmatrix} \quad (23)$$

Dalam menghitung ekspektasi *return* portofolio optimal kita memasukan aspek keraguan karena investor subjektif dalam memandang sehingga terdapat kemungkinan terjadinya error sehingga diperlukan matriks error kovarians dengan persamaan sebagai berikut

$$\Omega = [P' \tau \Sigma P] \quad (24)$$

dengan ($\tau = 1$) dan matriks varians kovarians

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdots & \sigma_p^2 \end{bmatrix} \quad (25)$$

Untuk membentuk pandangan dalam model *Black-Litterman* dapat menggunakan metode *time series* [16]. Pemilihan metode *time series* yang tepat, sangat membantu dalam hal menyusun sebuah prediksi. Pada penelitian ini model yang digunakan yaitu model ARIMA dan GARCH. Setelah mendapatkan nilai estimasi kemudian membentuk vektor nilai ekspektasi *return* menurut pandangan investor (\bar{Q}) berukuran ($n^{**} \times 1$) yang berisi nilai R_{t+1} estimasi *return* dari hasil metode ARIMA.

$$\bar{Q} = \begin{bmatrix} R_{t+1,1} \\ R_{t+1,2} \\ \vdots \\ R_{t+1,n^{**}} \end{bmatrix} \quad (26)$$

Setelah membentuk nilai *return* ekuilibrium dengan CAPM dan mengestimasi pandangan dari investor, langkah selanjutnya adalah melakukan pembentukan bobot optimal portofolio model *Black-Litterman*. Adapun tahapan pembentukan bobot optimal portofolio model *Black-Litterman* adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai ekspektasi *return* ($E_{BL}(R_i)$) dari model *Black-Litterman* dengan persamaan

$$E_{BL}(R_i) = [(\tau \Sigma)^{-1} + P' \Omega^{-1} P]^{-1} [(\tau \Sigma)^{-1} \Pi + P' \Omega^{-1} Q] \quad (27)$$

2. Menentukan bobot asset/saham (w_{bl}) pada model *Black-Litterman*

$$w_{bl} = (\delta \Sigma)^{-1} E_{BL}(R_i) \quad (28)$$

dengan

$$\delta = \frac{SH}{\sigma_i} \quad (29)$$

Nilai SH merupakan *Sharpe Ratio* yang ditentukan antara 0,1 dan 0,5.

3. Menghitung nilai varians dari masing-masing saham.

Selanjutnya menentukan nilai *return* portofolio optimal dengan masing-masing rumus sebagai berikut

$$E[R_p] = \sum_{i=1}^n w_{BL} (E_{BL}[R_i]) \quad (30)$$

dan variansnya

$$Var_{BL}(R_p) = [w_{BL}' \cdot E_{BL}[R_p]] \quad (31)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan *return* portofolio optimal pada model SIM diawali dengan menghitung Z_i kemudian menghitung bobot 4 saham terpilih ditampilkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Bobot Portofolio Single Index Model

i	Saham	Zi	wi (%)
1	UNTR	7,10	44,38
2	SRIL	0,20	1,25
3	UNVR	5,20	32,5
4	SMGR	3,50	21,88

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 1 tersebut maka dapat disimpulkan bahwa bobot portofolio terbesar yaitu UNTR dan yang terkecil yaitu SRIL. Setelah menghitung bobot optimal tiap saham, kemudian menghitung *return* dan varians portofolio optimal dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Return dan Varians Portofolio Optimal Single index model

Model	E[Rp]	$\hat{\sigma}_p^2$
<i>Single Index Model</i>	0,00312	0,000185

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 2 tersebut maka dapat disimpulkan bahwa *return* portofolio optimal harian yang akan diperoleh jika menggunakan *Single index model* yaitu sebesar 3,12%. Pembentukan *return* portofolio pada Model TB diawali dengan menghitung bobot keempat saham terpilih sebagai berikut:

Tabel 3. Bobot Portofolio Treynor Black Model

i	Saham	wi (%)
1	UNTR	30,15
2	SRIL	13,22
3	UNVR	53,5
4	SMGR	3,13

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 3 tersebut maka dapat disimpulkan bahwa bobot portofolio tertinggi yaitu UNVR dan yang terkecil yaitu SMGR. Setelah menghitung bobot optimal tiap saham, kemudian menghitung *return* dan varians portofolio optimal sesuai dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Return dan Varians Portofolio Optimal Treynor Black Model

Model	E[Rp]	$\hat{\sigma}_p^2$
Treynor Black Model	0,00155	0,000102

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan tabel tersebut maka dapat disimpulkan bahwa *return* portofolio optimal harian yang akan diperoleh jika menggunakan *Treynor black model* yaitu sebesar 0,155 %. BLM dimulai dengan menghitung nilai *Return* Ekuilibrium dengan CAPM. Kemudian, menggunakan pendekatan *time series*, mereka menemukan nilai pandangan investor. Untuk menemukan *return* portofolio optimal, mereka menggunakan satu pandang dan berbagai pandang. Software R digunakan untuk pengolahan data dalam penelitian ini, dengan paket tseries, MVN, FinTS, perkiraan, BLCOP, dan fortfolio. Menghitung nilai ekspektasi *return* harian IHSG dan varians IHSG adalah langkah pertama menuju ekuilibrium return dengan CAPM. Sebagai hasil dari pembentukan *return* ekuilibrium CAPM, berikut adalah hasilnya:

Tabel 5. Return Ekuilibrium CAPM

i	Saham	$E(R_i)_{CAPM}$
1	UNTR	0,001078
2	SRIL	0,000423
3	UNVR	0,000592
4	SMGR	0,000682

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Hasil tersebut selanjutnya digunakan untuk membentuk vektor *return* ekuilibrium dari CAPM (Π). Vektor *return* ekuilibrium dari CAPM adalah sebagai berikut:

$$\Pi = \begin{bmatrix} 0.001078 \\ 0.000423 \\ 0.000592 \\ 0.000682 \end{bmatrix}$$

Pandangan investor dapat diestimasi dengan pendekatan *time series*. Pendekatan *time series* untuk saham UNTR, UNVR, dan SMGR yang digunakan adalah ARIMA sedangkan untuk saham SRIL pendekatan yang digunakan adalah GARCH. Adapun untuk menggunakan metode ARIMA asumsi stasioneritas terhadap *return* harus terpenuhi. Hasil pengujian asumsi stasioneritas adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Uji Stasioneritas

Saham	Nilai Uji	P-Value	Keputusan	Kesimpulan
UNTR	-6,0952	0,01	Tolak H_0	Stasioner
UNVR	-6,718	0,01	Tolak H_0	Stasioner
SMGR	-5,8399	0,01	Tolak H_0	Stasioner

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 6 tersebut dapat disimpulkan bahwa ketiga *return* saham tersebut sudah stasioner. Setelah uji stasioner dilakukan kemudian menentukan model ARIMA terbaik dengan melihat nilai AIC. Dengan demikian model ARIMA terbaik pada ketiga saham terpilih adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Model ARIMA Terbaik

Saham	Ordo ARIMA
UNTR	ARIMA (0,0,2)
UNVR	ARIMA (2,0,1)
SMGR	ARIMA (1,0,1)

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Adapun hasil uji diagnostik model harus memenuhi asumsi *white noise*. Hasil pengujian asumsi *white noise* adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Uji White Noise

Saham	Nilai Uji	P-Value	Keputusan	Kesimpulan
UNTR	0,0000571	0,9809	Terima H_0	<i>White Noise</i>
UNVR	0,0002984	0,9863	Terima H_0	<i>White Noise</i>
SMGR	0,0064303	0,9361	Terima H_0	<i>White Noise</i>

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 8 maka dapat disimpulkan bahwa ketiga model tersebut memenuhi asumsi *white noise*. Adapun untuk menggunakan metode GARCH asumsi stasioneritas harus terpenuhi. Hasil pengujian asumsi stasioneritas adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Uji Stasioneritas GARCH

Saham	Nilai Uji	P-Value	Keputusan	Kesimpulan
SRIL	-5,6472	0.01	Tolak H_0	Stasioner

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 9 tersebut dapat disimpulkan bahwa *return* saham SRIL sudah stasioner. Setelah uji stasioner dilakukan kemudian menentukan model GARCH terbaik dengan melihat model yang signifikan dengan demikian model GARCH terbaik pada saham SRIL yaitu GARCH (1,1). Selanjutnya pandangan investor akan di estimasi dengan menggunakan ARIMA dan GARCH. Hasil estimasi keempat *return* tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Estimasi Return

i	Saham	Estimasi Return
1	UNTR	-0,00637
2	SRIL	0,022145
3	UNVR	0,001146
4	SMGR	0,002798

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Adapun matriks varians-kovarians dari *return* masing-masing saham yaitu:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 5.973569e-04 & 3.088602e-05 & 4.897885e-05 & 9.318064e-05 \\ 3.088602e-05 & 1.561377e-03 & 2.330236e-05 & 1.064188e-04 \\ 4.897885e-05 & 2.330236e-05 & 1.322461e-04 & 2.316392e-05 \\ 9.318064e-05 & 1.064188e-04 & 2.316392e-05 & 3.139436e-04 \end{bmatrix}$$

Nilai matriks (P), vektor (q), dan matriks (Ω) untuk masing-masing pandangan adalah sebagai berikut:

1. *single view 1*

$$\mathbf{P} = [1 \ 0 \ 0 \ 0], \mathbf{q} = [-0.00637] \text{ dan } \Omega = [5.973569e-04]$$

2. *single view 2*

$$\mathbf{P} = [0 \ 1 \ 0 \ 0], \mathbf{q} = [0.02214] \text{ dan } \Omega = [1.561377e-03]$$

3. *single view 3*

$$\mathbf{P} = [0 \ 0 \ 1 \ 0], \mathbf{q} = [0.001146] \text{ dan } \Omega = [1.322461e-04]$$

4. *single view 4*

$$\mathbf{P} = [0 \ 0 \ 0 \ 1], \mathbf{q} = [0.002798] \text{ dan } \Omega = [3.139436e-04]$$

5. kombinasi *view* ke 1 dan 2

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \mathbf{q} = \begin{bmatrix} -0.00637 \\ 0.02214 \end{bmatrix} \text{ dan } \Omega = \begin{bmatrix} 5.973569e-04 & 0 \\ 0 & 1.561377e-03 \end{bmatrix}$$

6. kombinasi *view* ke 1 dan 3

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \mathbf{q} = \begin{bmatrix} -0.00637 \\ 0.001146 \end{bmatrix} \text{ dan } \Omega = \begin{bmatrix} 5.973569e-04 & 0 \\ 0 & 1.322461e-04 \end{bmatrix}$$

7. kombinasi *view* ke 1 dan 4

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{q} = \begin{bmatrix} -0.00637 \\ 0.002798 \end{bmatrix} \text{ dan } \Omega = \begin{bmatrix} 5.973569e-04 & 0 \\ 0 & 3.139436e-04 \end{bmatrix}$$

8. kombinasi *view* ke 2 dan 3

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \mathbf{q} = \begin{bmatrix} 0.02214 \\ 0.001146 \end{bmatrix} \text{ dan } \Omega = \begin{bmatrix} 1.561377e-03 & 0 \\ 0 & 1.322461e-04 \end{bmatrix}$$

9. kombinasi *view* ke 2 dan 4

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{q} = \begin{bmatrix} 0.02214 \\ 0.002798 \end{bmatrix} \text{ dan } \Omega = \begin{bmatrix} 1.561377e-03 & 0 \\ 0 & 3.139436e-04 \end{bmatrix}$$

10. kombinasi *view* ke 3 dan 4

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{q} = \begin{bmatrix} 0.001146 \\ 0.002798 \end{bmatrix} \text{ dan } \Omega = \begin{bmatrix} 1.322461e-04 & 0 \\ 0 & 3.139436e-04 \end{bmatrix}$$

11. kombinasi *view* ke 1 2 3 4

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{q} = \begin{bmatrix} -0.00637 \\ 0.02214 \\ 0.001146 \\ 0.002798 \end{bmatrix} \text{ dan}$$

$$\Omega = \begin{bmatrix} 5.973569e-04 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.561377e-03 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1.322461e-04 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3.139436e-04 \end{bmatrix}$$

Pembentukan *return* portofolio optimal dengan *single view* investor diawali dengan menghitung nilai ekspektasi dan varians *return single view* investor berikut:

Tabel 11. Ekspektasi Return Single View Investor

Saham	Black-Litterman Model			
	View 1	View 2	View 3	View 4
UNTR	0,00129	0,00143	0,00138	0,00139
SRIL	0,00186	0,00461	0,00186	0,00189
UNVR	0,00065	0,00070	0,00067	0,00066
SMGR	0,00041	0,00058	0,00042	0,00050

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 12 Varians Single View Investor

Saham	Black-Litterman Model			
	View 1	View 2	View 3	View 4
UNTR	0,00119	0,00120	0,00120	0,00120
SRIL	0,00313	0,00292	0,00313	0,00313
UNVR	0,00027	0,00027	0,00026	0,00027
SMGR	0,00074	0,00074	0,00074	0,00073

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Kemudian menghitung nilai bobot portofolio *single view* dengan investor diasumsikan sangat yakin terhadap pandangannya ($\tau = 1$), vektor *return* ekulibrium dari CAPM dan matriks varians-kovarians dari *return* masing-masing saham. Hasil bobot portofolio *single view* dapat ditampilkan pada Tabel 13 berikut:

Tabel 13. Bobot Portofolio Single View (%)

Saham	Black-Litterman Model			
	View 1	View 2	View 3	View 4
UNTR	23.210	19.550	24.380	23.840
SRIL	14.260	31.750	13.840	13.540
UNVR	54.640	42.550	54.110	51.880
SMGR	7.900	6.150	7.670	10.750

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 13 tersebut dapat dilihat dari ketiga *view* tersebut bobot tertinggi terdapat pada saham UNVR sedangkan bobot terkecil terdapat pada saham SMGR. Kemudian menghitung *return* dan varians portofolio optimal dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 14. Return dan Varians Portofolio Optimal Single View

	Black-Litterman Model			
	View 1	View 2	View 3	View 4
Return	0,0009522	0,0020776	0,0009869	0,0009830
Varians	0,0009279	0,0013213	0,0009264	0,0009268

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 14 tersebut maka dapat disimpulkan bahwa *return* portofolio optimal harian tertinggi yaitu pada *view 2* sebesar 2,0776% dengan varians 1,3213%. Pembentukan *return* portofolio optimal dengan kombinasi beberapa pandangan investor diawali dengan menghitung nilai ekspektasi dan varians *return* kombinasi beberapa pandangan investor yang disajikan berikut:

Tabel 15. Ekspektasi Kombinasi Beberapa View Investor

Saham	Black-Litterman Model						
	View 1+2	View 1+3	View 1+4	View 2+3	View 2+4	View 3+4	View 1+2+3+4
UNTR	0,00134	0,00129	0,00095	0,00143	0,00144	0,00139	0,00135
SRIL	0,00461	0,00186	0,00186	0,00461	0,00463	0,00189	0,00463
UNVR	0,00069	0,00066	0,00062	0,00071	0,00070	0,00067	0,00070
SMGR	0,00058	0,00041	0,00047	0,00058	0,00066	0,00050	0,00066

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 16. Varians Kombinasi Beberapa View Investor

Saham	<i>Black-Litterman Model</i>						
	View 1+2	View 1+3	View 1+4	View 2+3	View 2+4	View 3+4	View 1+2+3+4
UNTR	0,00119	0,00119	0,00117	0,00120	0,00120	0,00120	0,00119
SRIL	0,00292	0,00313	0,00313	0,00292	0,00292	0,00313	0,00292
UNVR	0,00027	0,00026	0,00027	0,00026	0,00027	0,00026	0,00026
SMGR	0,00074	0,00074	0,00073	0,00074	0,00073	0,00073	0,00073

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Kemudian menghitung nilai bobot portofolio kombinasi beberapa view dengan asumsi sama dengan *single view* investor diasumsikan sangat yakin terhadap pandangannya ($\tau = 1$), vektor *return* ekulibrium dari CAPM dan matriks varians-kovarians dari *return* masing-masing saham. Hasil bobot portofolio kombinasi beberapa pandangan dapat ditampilkan berikut:

Tabel 17. Bobot Portofolio Kombinasi View Investor (%)

Saham	<i>Black-Litterman Model</i>						
	View 1+2	View 1+3	View 1+4	View 2+3	View 2+4	View 3+4	View 1+2+3+4
UNTR	18.340	22.960	16.500	19.390	19.060	23.590	17.730
SRIL	32.220	14.100	14.840	31.480	30.940	13.400	31.140
UNVR	43.190	55.130	56.860	43.020	41.490	52.370	42.570
SMGR	6.240	7.810	11.800	6.100	8.510	10.640	8.560

Berdasarkan Tabel 17 tersebut dapat dilihat dari kombinasi beberapa view tersebut bobot tertinggi terdapat pada saham UNVR. Kemudian menghitung *return* dan varians portofolio optimal dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 18. Return dan Varians Portofolio Optimal Kombinasi Beberapa View

Saham	<i>Black-Litterman Model</i>						
	View 1+2	View 1+3	View 1+4	View 2+3	View 2+4	View 3+4	View 1+2+3+4
<i>Return</i>	0,00206	0,00095	0,00084	0,00207	0,00205	0,00098	0,00203
Varians	0,00132	0,00092	0,00089	0,00131	0,00131	0,00092	0,00130

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Tabel 18 tersebut maka dapat disimpulkan bahwa *return* portofolio optimal harian kombinasi beberapa *view* tertinggi yaitu pada *view* 2+3 sebesar 2,07 %.

4. KESIMPULAN

Ketiga model portofolio secara konsisten mengalokasikan bobot optimal terbesar kepada saham UNVR. *Return* portofolio optimal harian yang dihasilkan berdasarkan ketiga model tersebut yaitu *Single Index Model* memberikan *return* optimal sebesar 3,12 %, *Treynor Black Model* sebesar 0,155%, *Black-Litterman Model* dengan *single view* 1 sebesar 0,95%, *single view* 2 sebesar 2,07%, *single view* 3 sebesar 0,98%, *single view* 4 sebesar 0,98%, kombinasi *view* 1+2 sebesar 2,06%, kombinasi *view* 1+3 sebesar 0,95%, kombinasi *view* 1+4 sebesar 0,84%, kombinasi *view* 2+3 sebesar 2,06%, kombinasi *view* 2+4 sebesar 2,05%, kombinasi *view* 3+4 sebesar 0,98%, dan kombinasi *view* 1+2+3+4 sebesar 2,03%.

Jika dibandingkan *return* portofolio optimal harian tertinggi diantara ketiga model tersebut, maka model yang memberikan *return* portofolio optimal harian tertinggi yaitu *Single Index Model*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Bodie, A. Kane, and A. J. Marcus, *Investment, 10th Edition*. 2013.
- [2] T. S. Divya and A. M. Viswambharan, "Investment Risk Management," *Shanlax Int. J. Commer.*, vol. 7, no. 4, pp. 36–41, 2019, doi: 10.34293/commerce.v7i4.623.

- [3] A. Kane, T. H. Kim, and H. White, "Active portfolio management: The power of the Treynor-Black model," in *Progress in Financial Markets Research*, 2012.
- [4] F. Black and R. Litterman, "Global Portfolio Optimization," *Financ. Anal. J.*, 1992, doi: 10.2469/faj.v48.n5.28.
- [5] B. W. Widodo, N. A. Achسانی, and T. Andati, "An Application of the Black-Litterman Model with ARIMA-ARCH Views for Islamic Stock Portfolio in Indonesian Stock Exchange," *Asian J. Bus. Manag.*, 2017.
- [6] J. Hartono, "Teori Portofolio dan Analisis Investasi ed.11," *Yogyakarta BPFE*, vol. 470 hlm. :, p. 762, 2017.
- [7] K. V. Smith, E. J. Elton, and M. J. Gruber, "Modern Portfolio Theory and Investment Analysis.," *J. Finance*, 1982, doi: 10.2307/2327857.
- [8] M. W. Aunillah and W. Wahyudi, "Analisis Portofolio Optimal CAPM dan Single Index Model pada Perusahaan IDX30," *J. Ilm. Ekon. Islam*, 2022, doi: 10.29040/jiei.v8i2.5772.
- [9] E. Tandelilin, *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio. Teoridan Aplikasi*. 2012.
- [10] rita. Suhartono, sugito, "ANALISIS KINERJA PORTOFOLIO OPTIMAL CAPITAL ASSET PRICING MODEL (CAPM) DAN MODEL BLACK LITTERMAN Anton," *gaussian*, 2015.
- [11] Tita Herlina and Azib, "Analisis Perbandingan Kinerja Portofolio Optimal Treynor Black Model dan Garch pada Saham," *Bandung Conf. Ser. Bus. Manag.*, 2022, doi: 10.29313/bcsbm.v2i2.3936.
- [12] A. Arisena, "Return Portofolio Optimal Menggunakan Single View Black-litterman Model dengan Pendekatan ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)," *J. Co Manag.*, 2020, doi: 10.32670/comanagement.v2i2.119.
- [13] T. Y. Lai and M. H. Stohs, "CAPM and Asset Pricing," *Int. J. Bus.*, 2021.
- [14] L. Zhang, "The Investment CAPM," *Eur. Financ. Manag.*, 2017, doi: 10.1111/eufm.12129.
- [15] R. Mahrivandi, L. Noviyanti, and G. R. Setyanto, "Black-Litterman model on non-normal stock return (Case study four banks at LQ-45 stock index)," 2017, doi: 10.1063/1.4979429.
- [16] A. Arisena, L. Noviyanti, and S. Achmad Zanbar, "Portfolio return using Black-litterman single view model with ARMA-GARCH and Treynor Black model," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2018, vol. 974, no. 1, doi: 10.1088/1742-6596/974/1/012023.

