

Markowitz Portfolio Optimization Applied On Companies Listed On The Indonesia Stock Exchange LQ-45

HADI AHMAD SUKARDI ¹, MAYA SARI ², NUGRAHA ³, IMAS PURNEMASARI ⁴

¹ Universitas Sangga Buana Bandung, Indonesia

^{2,3,4} Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia
hadi.ahmads@usbykp.ac.id

ABSTRAK

Optimisasi portofolio merupakan pendekatan yang sangat penting dalam pengelolaan investasi yang bertujuan untuk mencapai keseimbangan optimal antara risiko dan imbal hasil. Salah satu model optimisasi portofolio yang terkenal adalah Model Markowitz, yang dikembangkan oleh Harry Markowitz pada tahun 1952. Dalam artikel ini, kami menerapkan Model Markowitz pada perusahaan-perusahaan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia LQ-45, yang merupakan indeks yang mencakup 45 perusahaan terbaik di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi portofolio yang optimal dengan tingkat risiko minimal atau tingkat pengembalian maksimal, berdasarkan data historis saham perusahaan-perusahaan yang terdaftar di LQ-45.

Kata kunci: Portofolio, Markowitz, Pengembalian, Risiko

ABSTRACT

Portfolio optimization is a very important approach in investment management that aims to achieve the optimal balance between risk and return. One of the well-known portfolio optimization models is the Markowitz Model, which was developed by Harry Markowitz in 1952. In this article, we apply the Markowitz Model to companies listed on the Indonesia Stock Exchange LQ-45, which is an index that includes 45 of the best companies in Indonesia. The objective of this study is to identify the optimal portfolio with minimal risk or maximum return, based on historical stock data of companies listed in LQ-45.

Keywords: Portfolio, Markowits, Returns, Risk

1. PENDAHULUAN

Pasar modal Indonesia telah menjadi pusat perhatian para investor dalam beberapa tahun terakhir. Bursa Efek Indonesia (BEI) menyediakan berbagai peluang investasi yang menarik, dan salah satu indeks yang sangat diikuti adalah LQ-45. Indeks LQ-45 mencakup 45 perusahaan dengan likuiditas dan kapitalisasi pasar yang tinggi, yang dianggap sebagai perusahaan terbaik di Indonesia. Dalam lingkungan pasar yang dinamis seperti ini, penting bagi para investor untuk memiliki pendekatan yang efektif dalam mengelola portofolio investasi mereka. Optimisasi portofolio merupakan pendekatan yang bertujuan untuk mencapai tingkat pengembalian yang maksimal dengan tingkat risiko yang dapat diterima. Salah satu model yang paling terkenal dalam optimisasi portofolio adalah Model Markowitz, yang dikembangkan oleh Harry Markowitz pada tahun 1952. **(Susilo 2016)**

Model Markowitz memungkinkan investor untuk mengalokasikan aset mereka secara efisien dengan mempertimbangkan hubungan antara risiko dan imbal hasil. Dengan menggunakan data historis saham perusahaan yang terdaftar di LQ-45, investor dapat membangun portofolio yang optimal dengan mengidentifikasi kombinasi aset yang memberikan tingkat risiko yang diinginkan dengan tingkat pengembalian yang diharapkan. **(Rifaldy and Sedana 2016)**

Dalam pengelolaan investasi yang efektif dan efisien, tentunya kita harus menganalisis secara kuantitatif antara risiko dan tingkat yang diharapkan. Dalam manajemen keuangan tentunya disiplin keuangan memiliki hubungan yang erat dengan disiplin ilmu statistika dalam setiap kajian tentang risiko dan investasi. Asumsi Investor dalam berinvestasi selalu mempertimbangkan tingkat resiko. **(Hartono 2016)**

Dalam pengelolaan portofolio disarankan dengan menerapkannya maka total investasi pada instrumen keuangan tentunya berbeda, sehingga investor akan mengurangi risiko investasi. Dengan membentuk portofolio aset yang optimal dan tingkat risiko yang rendah serta tingkat ekspektasi potensi yang tinggi. Investasi pada aset yang berbeda tentunya akan dapat menciptakan fenomena variance yang cukup baik. Sehingga pendekatan tersebut dapat menentukan kepastian investor untuk mengelola portofolionya dengan risiko rendah. Diversifikasi yang digunakan bertujuan untuk mengurangi risiko investasi pendukung pada instrumen keuangan ketika investasi menjadi tidak efektif terhadap faktor risiko sistematis. Berdasarkan pertanyaan yang mungkin muncul dari pertanyaan yang mulai terlintas di benak, mengurangi risiko yang terkait dengan instrumen keuangan. **(Kemenkeu 2021)**

Secara keseluruhan instrumen keuangan dapat meningkatkan biaya manajemen portofolio karena seorang manajer akan diminta untuk lebih banyak mengawasi aset sebelum terjadi masalah. Oleh karena itu, kita dapat menyimpulkan dari segi risiko sistematis dan instrumen risiko, tentu saja sangat berguna tetapi bukan solusi yang akurat. Teori Portofolio Modern yaitu Model Markowitz diimplementasikan pada perusahaan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia, khusus perusahaan yang dinilai sebagai perusahaan *bluechip* yaitu LQ-45. (Lestari et al. 2022) Akhirnya, semua hasil tes dan temuan empiris diinterpretasikan di bagian kesimpulan.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Model Markowitz pada perusahaan-perusahaan yang terdaftar di BEI, khususnya pada indeks LQ-45. Dalam konteks ini, kami akan mengumpulkan data historis harga saham perusahaan-perusahaan tersebut dan melakukan analisis yang komprehensif untuk mengoptimalkan portofolio investasi. Dengan melakukan penelitian ini, kami berharap dapat memberikan wawasan yang berharga bagi investor yang berminat untuk mengalokasikan aset mereka di perusahaan-perusahaan yang terdaftar di LQ-

45. Dengan menggunakan Model Markowitz, investor dapat memiliki panduan yang lebih kuat dalam membuat keputusan investasi yang cerdas dan efisien. **(Rambe and Riski 2022)**

Bursa Efek Indonesia atau yang lebih dikenal dengan singkatannya (BEI) adalah pihak yang menyelenggarakan dan menyediakan suatu sistem sebagai sarana untuk mempertemukan penjual dan pembeli Efek pihak lain dengan tujuan memperdagangkan Efek di antara mereka. Dalam memberikan informasi secara detail mengenai perkembangan bursa, Bursa Efek Indonesia menyebarluaskan data pergerakan harga saham melalui media cetak dan elektronik. Salah satu indikator pergerakan harga saham adalah indeks harga saham. Saat ini Bursa Efek Indonesia memiliki beberapa jenis indeks, antara lain: Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), Indeks LQ45, Indeks IDX30, Indeks IDX80, Indeks Kompas100, Indeks Saham Gabungan IDX SMC, Indeks IDX SMC Liquid, Indeks IDX High Dividend 20, Indeks BEI BUMN20, Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI), Jakarta Islamic Index, Jakarta Islamic Index 70, Indeks Papan Utama, Indeks Papan Pengembangan, Indeks BISNIS-27, Indeks PEFINDO25, Indeks SRI-KEHATI, Indeks Infobank15, Indeks SMinfra18, Indeks MNC36 , Investor33 Index, PEFINDO Investment Grade Index, IDX Quality30, IDX Value30, IDX Growth30, IDX ESG Leaders, IDX-MES BUMN 17 dan Indeks Sektoral. **(Wikipedia 2022)**

Teori portofolio Markowitz menyatakan bahwa jika risiko dianggap sebagai masalah, investor tentu tidak menyukainya. Markowitz mengatakan bahwa portofolio yang baik adalah yang dikelola dengan cara yang paling optimal. Cara paling optimal, kata Markowitz, adalah mempertimbangkan setiap pertukaran. Perbedaan *trade off* yang dimaksud adalah pengambilan keputusan atas dua hal atau lebih, dengan mengeliminasi satu aspek dengan alasan, untuk aspek kualitas dan sebagai pilihan, antara resiko dan hasil yang akan diperoleh nantinya. **(Bigbrothersinvestment 2019)**

Teori portofolio Markowitz juga menentukan model yang akan menghasilkan portofolio berdasarkan mean-variance. Ini berarti bahwa pengembalian yang diharapkan dihitung dengan cara rata-rata atau dengan cara biasa, dan Varians yang merupakan alat ukur risiko yang digunakan. **(Prasetyo and Suarjaya 2020)**

Teori portofolio Markowitz tentu saja mengajarkan bahwa dalam suatu investasi untuk membagi dana yang diinvestasikan, diartikan sebagai upaya memperkecil atau memperkecil risiko yang akan terjadi di masa yang akan datang dan melahirkan suatu *Efficient Frontier*. Teori Portofolio Markowitz dapat menjadi strategi untuk memulai menyusun portofolio investasi. **(Markowitz 1952)**

Teori Markowitz mengatakan kepada investor bahwa dalam menghindari risiko terdapat 2 pilihan, yaitu menetapkan portofolio untuk memaksimalkan tingkat yang diharapkan terkait dengan tingkat risiko pasar dan menumbuhkan portofolio untuk meminimalkan tingkat risiko dalam tingkat yang diharapkan. Menurut Markowitz, ada dua faktor utama dalam optimasi portofolio, yaitu faktor level dan level risiko. Jika, ada lebih dari satu aset keuangan dalam portofolio, tingkat dan tingkat risiko yang diharapkan dihitung dengan rumus ya dan ditunjukkan dalam persamaan di bawah ini. **(Kardiyen 2008)**

$$E(r_p) = \sum E(r_i) x_i$$

Penjelasan notasi pada rumus di atas adalah sebagai berikut:

x_i = Rasio keamanan i dalam portofolio,
 $E(r_p)$ = Pengembalian portofolio yang diharapkan,

$E(r_i)$ = Pengembalian keamanan yang diharapkan i,
 n = Mengacu pada jumlah sekuritas yang tersedia

$$\sigma_p^2 = \sum \sum cov(r_i, r_j) x_i x_j$$

Penjelasan notasi pada rumus di atas adalah sebagai berikut:

x_i, x_j = rasio keamanan i dalam portofolio,
 σ_p^2 = varian portofolio (risiko),
 $cov(r_i, r_j)$ = kovarian pengembalian sekuritas i dan j,

2. METODE PENELITIAN

Model Mean-Variance dan Mean Absolute Deviation Model merupakan salah satu alternatif model optimasi dari model mean varian Markowitz yang memiliki beberapa keterbatasan pada data yang besar. **(Sartono and Setiawan 2006)**

Pada 2 model ini hasil yang diperoleh bersifat komparatif. Berdasarkan hasil penelitian, Model Varians dan Model Deviasi Mean Absolut memiliki nilai yang hampir sama. Portofolio yang menggunakan Model Varian Mean Markowitz memiliki nilai varian yang sama dibandingkan dengan Model Deviasi Mean Absolut. Keduanya memiliki fitur distribusi normal, sehingga model ini dapat diimplementasikan secara bergantian. Peneliti menyarankan agar investor risk averse dapat memilih Mean-Varian Markowitz Model dari Mean Absolute Deviation Model, sedangkan risk seeker investor dapat memilih Mean Absolute Deviation Model, karena memiliki tingkat yang sama, dan operasinya relatif mudah dan praktis. **(Kardiyen 2008)**

Menurut Harry Markowitz, "Risiko portofolio dipengaruhi oleh rata-rata tertimbang dari masing-masing risiko aset individu dan kovarian antara aset yang membentuk portofolio.". Markowitz dalam Tandelilin (2010) menjelaskan "Jangan Taruh Telur Dalam Satu Keranjang", atau jangan menaruh semua telur dalam satu keranjang. Kalimat ini memberikan arti bahwa, jika telur disimpan dalam satu keranjang dan jika keranjang tersebut jatuh, maka telur tersebut akan rusak. Harry Markowitz untuk menentukan portofolio optimal, ia mengidentifikasi return yang diharapkan dan risiko dengan menggunakan varian return, dimana varian tersebut diminimalkan untuk tingkat ekspektasi tertentu. **(Negara, Langi, and Manurung 2021)**

Dalam penelitian **(Rachmatullah, Nawir, and Siswantini 2021)** Fungsi utilitas adalah fungsi matematika yang diwakili oleh semua nilai dari berbagai alternatif (Suteja & Gunardi, 2016, hlm. 34). Investor memiliki fungsi utilitas untuk mengakses mean-variance mana yang akan menghasilkan perkiraan yang mendekati, tetapi investor tidak tahu persis yang mana (Markowitz, 1991). Menurut Landsman Model mean-variance adalah perbedaan seimbang antara pengembalian yang diharapkan yang mengukur pengembalian rata-rata aset dan pengembalian varians yang mengukur risiko terkait. **(Permata and Suryawati 2020)**

Penerapan Model Markowitz Mean Variance pada LQ-45

Pada bagian penelitian ini, model varian rata-rata Markowitz akan diterapkan pada perusahaan LQ-45 dan hasil yang diperoleh akan diinterpretasikan. Alasan penulis memilih perusahaan yang terdaftar di LQ-45 adalah :

1. Perusahaan menempati peringkat terbesar di Indonesia dalam hal nilai pasar, pengakuan merek, ukuran aset, profitabilitas, tingkat pelembagaan, beroperasi di sektor strategis dan efisiensi dividen, dll.

- Untuk itu, rata-rata nilai penutupan bulanan dan rata-rata return bulanan 45 saham perusahaan keuangan dan non keuangan yang masuk dalam indeks LQ-45 periode 2021-2022. Tujuan utama dari model Markowitz adalah untuk membangun hubungan numerik antara risiko dan pengembalian dan untuk mendapatkan pengembalian rata-rata yang diharapkan pada tingkat risiko terendah atau untuk mendapatkan pengembalian maksimum pada tingkat risiko rata-rata.

Apa yang peneliti lakukan dalam penelitian ini :

- Pertama-tama, akan ditentukan distribusi portofolio optimal yang akan menghasilkan pengembalian rata-rata dengan risiko minimum.
- Kemudian akan ditentukan distribusi portofolio optimal yang memberikan return maksimal pada tingkat risiko rata-rata.
- Kami akan menghitung distribusi portofolio optimal yang memberikan berbagai target tingkat pengembalian. Ringkasan informasi tentang sampel yang digunakan dalam analisis ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Table 1
Summary Information of Sample Firms

Kode Ekuitas	Nama Perusahaan	Sektor	Harga Penutupan Rata-Rata 2021-2022	Return
ADHI	Adhi Karya (Persero) Tbk.	Building Construction	971.43	3.49%
ADRO	Adaro Energy Tbk	Coal Mining	1577.22	-3.25%
AKRA	AKR Corporindo Tbk.	Wholesale (Durable and Non-Durable Goods)	742.29	-0.28%
ANTM	Aneka Tambang Tbk.	Metal and Mining	2322.96	1.64%
ASII	Astra International Tbk.	Automotive and Components	5472.08	-0.05%
ASRI	Alam Sutera Realty Tbk.	Property and Real Estate	179.87	2.53%
BBCA	Bank Central Asia Tbk.	Bank	6870.18	-0.64%
BBNI	Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk.	Bank	6092.16	-1.29%
BBRI	Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk.	Bank	4135.38	0.20%
BBTN	Bank Tabungan Indonesia (Persero) Tbk.	Bank	1627.40	1.13%
BKLS	Sentul City Tbk	Property and Real Estate	59.63	0.45%
BMRI	Bank Mandiri (Persero) Tbk.	Bank	6581.65	-0.86%
BSDE	Bumi Serpong Damai Tbk.	Property and Real Estate	1055.91	1.47%
CPIN	Charoen Pokphand Indonesia Tbk.	Animal Feed	6406.35	0.69%
ELSA	Elnusa Tbk.	Crude Petroleum & Natural Gas Production	302.79	1.53%
EXCL	XL Axiata Tbk.	Telecommunication	2694.01	-1.04%
GGRM	Gudang Garam Tbk.	Tobacco Manufacturers	34058.87	0.89%
HMSP	HM Sampoerna Tbk.	Tobacco Manufacturers	1118.93	1.76%
ICBP	Indofood CBP Sukses Makmur Tbk.	Food and Beverages	8609.88	0.17%
INCO	Vale Indonesia Tbk.	Metal and Mining	4824.35	1.16%
INDF	Indofood Sukses Makmur Tbk.	Food and Beverages	6420.06	0.04%
INDY	Indika Energy Tbk.	Infrastructure	1595.95	-1.11%
INKP	Indah Kiat Pulp & Paper	Basic Industry and Chemicals	8535.38	2.94%
INTP	Indocement Tunggul Prakasa Tbk.	Cement	11451.51	0.92%
ITMG	Indo Tambangraya Megah Tbk	Coal Mining	17579.54	-3.37%
JSMR	Jasa Marga (Persero) Tbk.	Toll Road	3932.18	1.33%
KLBF	Kalbe Farma Tbk.	Pharmaceuticals	1503.89	-0.27%
LPKR	Lippo Karawaci Tbk.	Property and Real Estate	160.28	2.54%
LPPF	Matahari Department Store Tbk.	Retail Trade	2720.46	-5.27%
MEDC	Medco Energi Internasional Tbk	Crude Petroleum & Natural Gas Production	571.25	1.21%
MNCN	Media Nusantara Citra Tbk.	Advertising	919.86	1.62%
PGAS	Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk.	Energy	1274.86	0.30%
PTBA	Tambang Batubara Bukit Asam (Persero) Tbk.	Coal Mining	2517.86	-0.43%
PTPP	PP (Persero) Tbk.	Building Construction	1112.96	3.06%
SCMA	Surya Citra Media Tbk.	Advertising	357.67	2.81%

Markowitz Portfolio Optimization Applied On Companies Listed On The Indonesia
Stock Exchange LQ-45

Kode Ekuitas	Nama Perusahaan	Sektor	Harga Penutupan Rata-Rata 2021-2022	Return
SMGR	Semen Indonesia (Persero) Tbk.	Cement	8955.24	2.19%
SRIL	Sri Rejeki Isman Tbk.	Textile	8.84	-0.69%
SSMS	Sawit Sumbermas Sarana Tbk.	Plantation	960.89	-0.24%
TLKM	Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk.	Telecommunication	3623.71	-1.20%
TPIA	Chandra Asri Petrochemical Tbk.	Basic Industry and Chemicals	8581.15	0.66%
UNTR	United Tractors Tbk.	Wholesale (Durable and Non-Durable Goods)	22107.06	-0.13%
UNVR	Unilever Indonesia Tbk.	Cosmetics and Household	4894.35	3.38%
WIKA	Wijaya Karya (Persero) Tbk.	Building Construction	1218.87	3.31%
WSKT	Waskita Karya (Persero) Tbk.	Building Construction	913.77	5.16%

Source : yahoofinance

Pada penelitian ini menggunakan model mean varian Markowitz. Pertama, setiap perusahaan sampel diberi bobot yang sama dan distribusi optimal dengan bobot yang sama. Bobot ditunjukkan di bawah ini..

1. Berat total stok maksimal 1.
2. Variabel perubahan untuk optimasi adalah bobot share.
3. Untuk mendapatkan return rata-rata dengan risiko yang minimal, maka standar deviasi ditetapkan seminimal mungkin selama proses optimasi.
4. Untuk menghitung pengembalian maksimum untuk tingkat risiko tertentu, pengembalian rata-rata portofolio ditetapkan sebagai nilai maksimum selama proses optimasi.

Risiko portofolio diukur dengan menggunakan varians, standar deviasi, dan pengembalian portofolio. Pengembalian rata-rata aritmetika sederhana harian dan perhitungan alokasi optimalisasi. Selain itu, menurut berbagai target tingkat pengembalian, alokasi optimal ditentukan dalam kurva perbatasan efisien portofolio yang diperoleh. Penghitungan dilakukan setiap hari selama periode 2021-2022 dan jumlah observasi sebanyak 45 perusahaan, kecuali 1 perusahaan yang telah dinyatakan keluar dari LQ-45 yaitu Waskita Beton Precast.Tbk, dengan kode WSBP.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji kovarian perusahaan sampel ditunjukkan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5 sebagai berikut :

Table 2
Covariance Test Results of the Sample Companies

	ADHI	ADRO	AKRA	ANTM	ASII	ASRI	BBCA	BBNI	BBRI	BBTN	BKLS
ADHI	0.000925	0.000195	0.000100	0.000254	0.000212	0.000368	0.000111	0.000248	0.000144	0.000263	0.000205
ADRO	0.000195	0.000740	0.000152	0.000219	0.000086	0.000138	0.000059	0.000095	0.000068	0.000138	0.000073
AKRA	0.000100	0.000152	0.000554	0.000113	0.000096	0.000113	0.000033	0.000073	0.000050	0.000156	0.000016
ANTM	0.000254	0.000219	0.000113	0.000784	0.000092	0.000176	0.000088	0.000138	0.000099	0.000157	0.000108
ASII	0.000212	0.000086	0.000096	0.000092	0.000352	0.000130	0.000102	0.000170	0.000139	0.000188	0.000038
ASRI	0.000368	0.000138	0.000113	0.000176	0.000130	0.000588	0.000107	0.000178	0.000119	0.000213	0.000156
BBCA	0.000111	0.000059	0.000033	0.000088	0.000102	0.000107	0.000216	0.000127	0.000101	0.000086	0.000025
BBNI	0.000248	0.000095	0.000073	0.000138	0.000170	0.000178	0.000127	0.000370	0.000193	0.000265	0.000039
BBRI	0.000144	0.000068	0.000050	0.000099	0.000139	0.000119	0.000101	0.000193	0.000425	0.000205	0.000112
BBTN	0.000263	0.000138	0.000156	0.000157	0.000188	0.000213	0.000086	0.000265	0.000205	0.000543	0.000084
BKLS	0.000205	0.000073	0.000016	0.000108	0.000038	0.000156	0.000025	0.000039	0.000112	0.000084	0.001200
BMRI	0.000160	0.000080	0.000034	0.000086	0.000107	0.000123	0.000101	0.000179	0.000139	0.000148	0.000050
BSDE	0.000243	0.000090	0.000119	0.000153	0.000144	0.000255	0.000088	0.000172	0.000132	0.000212	0.000100
CPIN	0.000021	0.000028	0.000053	0.000067	0.000134	0.000103	0.000071	0.000096	0.000043	0.000067	0.000046
ELSA	0.000200	0.000276	0.000207	0.000215	0.000056	0.000218	0.000057	0.000080	0.000042	0.000146	0.000066
EXCL	0.000157	0.000140	0.000060	0.000112	0.000084	0.000123	0.000066	0.000106	0.000084	0.000105	0.000105
GGRM	0.000053	0.000056	0.000054	0.000055	0.000055	0.000040	0.000037	0.000037	0.000018	0.000083	0.000004
HMSP	0.000161	0.000086	0.000052	0.000099	0.000076	0.000119	0.000043	0.000078	0.000070	0.000121	0.000090
ICBP	0.000070	0.000034	0.000045	0.000045	0.000068	0.000071	0.000044	0.000081	0.000062	0.000074	0.000025
INCO	0.000171	0.000181	0.000075	0.000418	0.000101	0.000139	0.000065	0.000108	0.000094	0.000132	0.000128
INDF	0.000081	0.000044	0.000036	0.000064	0.000062	0.000046	0.000045	0.000092	0.000057	0.000060	0.000012
INDY	0.000260	0.000581	0.000111	0.000216	0.000087	0.000216	0.000086	0.000167	0.000054	0.000165	0.000145

INKP	0.000306	0.000196	0.000208	0.000209	0.000198	0.000331	0.000107	0.000197	0.000079	0.000206	0.000084
INTP	0.000201	0.000032	0.000062	0.000118	0.000124	0.000134	0.000100	0.000151	0.000114	0.000149	0.000027
ITMG	0.000083	0.000503	0.000161	0.000125	0.000055	0.000141	0.000042	0.000104	0.000047	0.000113	0.000140
JSMR	0.000190	0.000062	0.000091	0.000120	0.000108	0.000152	0.000082	0.000132	0.000065	0.000150	0.000096
KLBF	0.000089	0.000027	0.000050	0.000069	0.000065	0.000052	0.000024	0.000091	0.000056	0.000076	-0.000028
LPKR	0.000199	0.000136	0.000070	0.000101	0.000092	0.000300	0.000049	0.000148	0.000065	0.000135	0.000087
LPPF	0.000030	0.000105	0.000141	0.000120	0.000186	0.000155	0.000051	0.000076	0.000146	0.000195	0.000147
MEDC	0.000219	0.000351	0.000171	0.000279	0.000057	0.000152	0.000068	0.000091	0.000100	0.000160	0.000108
MNCN	0.000201	0.000068	0.000073	0.000116	0.000104	0.000158	0.000062	0.000124	0.000093	0.000144	0.000115
PGAS	0.000396	0.000237	0.000157	0.000262	0.000133	0.000235	0.000084	0.000189	0.000118	0.000215	0.000040
PTBA	0.000234	0.000418	0.000128	0.000214	0.000075	0.000146	0.000073	0.000139	0.000081	0.000130	0.000088
PTPP	0.000782	0.000198	0.000117	0.000297	0.000219	0.000321	0.000116	0.000263	0.000197	0.000281	0.000190
SCMA	0.000100	-0.000070	0.000089	0.000194	0.000122	0.000124	0.000068	0.000110	0.000101	0.000096	0.000169
SMGR	0.000299	0.000049	0.000089	0.000172	0.000167	0.000218	0.000114	0.000211	0.000140	0.000214	0.000097
SRIL	0.000044	-0.000001	0.000007	0.000042	0.000027	0.000032	0.000007	0.000035	0.000037	0.000036	-0.000016
SSMS	0.000111	0.000123	0.000145	0.000113	0.000085	0.000093	0.000049	0.000143	0.000059	0.000125	0.000018
TLKM	0.000085	0.000052	0.000033	0.000048	0.000071	0.000053	0.000077	0.000094	0.000104	0.000084	-0.000018
TPIA	0.000070	0.000021	0.000018	0.000040	0.000077	0.000082	0.000028	0.000068	0.000036	0.000087	0.000053
UNTR	0.000126	0.000298	0.000157	0.000134	0.000083	0.000116	0.000051	0.000104	0.000065	0.000147	0.000015
UNVR	0.000135	0.000034	-0.000014	0.000090	0.000110	0.000110	0.000059	0.000138	0.000094	0.000145	0.000029
WKA	0.000765	0.000232	0.000114	0.000308	0.000214	0.000358	0.000118	0.000249	0.000189	0.000287	0.000156
WSKT	0.000719	0.000192	0.000149	0.000219	0.000175	0.000282	0.000084	0.000182	0.000156	0.000239	0.000150

Source : processed data

Table 3
Covariance Test Results of the Sample Companies

	BMRI	BSDE	CPIN	ELSA	EXCL	GGRM	HMSP	ICBP	INCO	INDF	INDY
ADHI	0.000160	0.000243	0.000021	0.000200	0.000157	0.000053	0.000161	0.000070	0.000171	0.000081	0.000260
ADRO	0.000080	0.000090	0.000028	0.000276	0.000140	0.000056	0.000086	0.000034	0.000181	0.000044	0.000581
AKRA	0.000034	0.000119	0.000053	0.000207	0.000060	0.000054	0.000052	0.000045	0.000075	0.000036	0.000111
ANTM	0.000086	0.000153	0.000067	0.000215	0.000112	0.000055	0.000099	0.000045	0.000418	0.000064	0.000216
ASII	0.000107	0.000144	0.000134	0.000056	0.000084	0.000055	0.000076	0.000068	0.000101	0.000062	0.000087
ASRI	0.000123	0.000255	0.000103	0.000218	0.000123	0.000040	0.000119	0.000071	0.000139	0.000046	0.000216
BBCA	0.000101	0.000088	0.000071	0.000057	0.000066	0.000037	0.000043	0.000044	0.000065	0.000045	0.000086
BBNI	0.000179	0.000172	0.000096	0.000080	0.000106	0.000037	0.000078	0.000081	0.000108	0.000092	0.000167
BBRI	0.000139	0.000132	0.000043	0.000042	0.000084	0.000018	0.000070	0.000062	0.000094	0.000057	0.000054
BBTN	0.000148	0.000212	0.000067	0.000146	0.000105	0.000083	0.000121	0.000074	0.000132	0.000060	0.000165
BKLS	0.000050	0.000100	0.000046	0.000066	0.000105	0.000004	0.000090	0.000025	0.000128	0.000012	0.000145
BMRI	0.000265	0.000119	-0.000004	0.000066	0.000066	0.000052	0.000081	0.000048	0.000063	0.000037	0.000122
BSDE	0.000119	0.000442	0.000052	0.000065	0.000076	0.000025	0.000085	0.000051	0.000108	0.000048	0.000074
CPIN	-0.000004	0.000052	0.000484	0.000044	0.000095	0.000036	0.000062	0.000075	0.000072	0.000107	0.000040
ELSA	0.000066	0.000065	0.000044	0.000591	0.000095	0.000034	0.000095	0.000037	0.000194	0.000044	0.000303
EXCL	0.000066	0.000076	0.000095	0.000095	0.000494	0.000020	0.000049	0.000018	0.000093	0.000021	0.000152
GGRM	0.000052	0.000025	0.000036	0.000034	0.000020	0.000315	0.000135	0.000053	0.000050	0.000064	0.000086
HMSP	0.000081	0.000085	0.000062	0.000095	0.000049	0.000135	0.000310	0.000063	0.000081	0.000057	0.000111
ICBP	0.000048	0.000051	0.000075	0.000037	0.000018	0.000053	0.000063	0.000184	0.000073	0.000115	0.000064
INCO	0.000063	0.000108	0.000072	0.000194	0.000093	0.000050	0.000081	0.000073	0.000537	0.000084	0.000213
INDF	0.000037	0.000048	0.000107	0.000044	0.000021	0.000064	0.000057	0.000115	0.000084	0.000224	0.000079
INDY	0.000122	0.000074	0.000040	0.000303	0.000152	0.000086	0.000111	0.000064	0.000213	0.000079	0.01431
INKP	0.000117	0.000200	0.000160	0.000203	0.000122	0.000066	0.000159	0.000133	0.000157	0.000121	0.000261
INTP	0.000097	0.000115	0.000118	0.000081	0.000090	0.000060	0.000106	0.000064	0.000069	0.000074	0.000021
ITMG	0.000067	0.000113	0.000035	0.000280	0.000125	0.000025	0.000078	0.000034	0.000154	0.000029	0.000669
JSMR	0.000070	0.000166	0.000037	0.000062	0.000068	0.000011	0.000051	0.000036	0.000080	0.000038	0.000060
KLBF	0.000047	0.000068	0.000113	0.000031	0.000087	0.000045	0.000051	0.000061	0.000076	0.000098	0.000016
LPKR	0.000116	0.000147	0.000017	0.000173	0.000099	0.000036	0.000054	0.000029	0.000115	0.000021	0.000162
LPPF	0.000046	0.000122	0.000170	0.000145	0.000132	0.000049	0.000060	0.000088	0.000214	0.000045	0.000183
MEDC	0.000088	0.000108	0.000052	0.000484	0.000161	0.000096	0.000123	0.000052	0.000261	0.000089	0.000358
MNCN	0.000088	0.000107	0.000034	0.000093	0.000101	0.000046	0.000056	0.000052	0.000078	0.000045	0.000089
PGAS	0.000138	0.000149	0.000078	0.000280	0.000139	0.000105	0.000159	0.000091	0.000189	0.000100	0.000273
PTBA	0.000107	0.000084	0.000015	0.000224	0.000115	0.000061	0.000101	0.000054	0.000184	0.000072	0.000526
PTPP	0.000168	0.000231	0.000028	0.000183	0.000146	0.000084	0.000157	0.000081	0.000192	0.000090	0.000242
SCMA	0.000037	0.000115	0.000139	-0.000022	0.000149	0.000014	0.000061	0.000081	0.000111	0.000033	-0.000127
SMGR	0.000158	0.000143	0.000146	0.000100	0.000129	0.000061	0.000136	0.000064	0.000109	0.000075	0.000078
SRIL	0.000016	0.000035	0.000010	0.000005	-0.000005	0.000019	0.000005	0.000000	0.000030	0.000015	-0.000020
SSMS	0.000065	0.000109	-0.000019	0.000174	0.000053	0.000055	0.000046	0.000069	0.000076	0.000070	0.000129
TLKM	0.000082	0.000046	0.000067	0.000012	0.000151	-0.000007	0.000043	0.000039	0.000047	0.000051	0.000028
TPIA	0.000059	0.000056	0.000056	0.000011	0.000128	0.000054	0.000051	0.000031	0.000039	0.000021	-0.000003
UNTR	0.000091	0.000114	0.000014	0.000166	0.000073	0.000092	0.000087	0.000028	0.000092	0.000030	0.000341
UNVR	0.000082	0.000086	0.000134	0.000009	0.000047	0.000106	0.000148	0.000091	0.000106	0.000112	0.000012
WKA	0.000171	0.000258	0.000072	0.000235	0.000141	0.000063	0.000153	0.000089	0.000208	0.000126	0.000256
WSKT	0.000162	0.000220	-0.000045	0.000187	0.000135	0.000050	0.000102	0.000068	0.000165	0.000071	0.000207

Source : processed data

Table 4
Covariance Test Results of the Sample Companies

	INKP	INTP	ITMG	JSMR	KLBF	LPKR	LPPF	MEDC	MNCN	PGAS	PTBA
ADHI	0.000306	0.000201	0.000083	0.000190	0.000089	0.000199	0.000030	0.000219	0.000201	0.000396	0.000234
ADRO	0.000196	0.000032	0.000503	0.000062	0.000027	0.000136	0.000105	0.000351	0.000068	0.000237	0.000418
AKRA	0.000208	0.000062	0.000161	0.000091	0.000050	0.000070	0.000141	0.000171	0.000073	0.000157	0.000128
ANTM	0.000209	0.000118	0.000125	0.000120	0.000069	0.000101	0.000120	0.000279	0.000116	0.000262	0.000214
ASII	0.000198	0.000124	0.000055	0.000108	0.000065	0.000092	0.000186	0.000057	0.000104	0.000133	0.000075
ASRI	0.000331	0.000134	0.000141	0.000152	0.000052	0.000300	0.000155	0.000152	0.000158	0.000235	0.000146
BBCA	0.000107	0.000100	0.000042	0.000082	0.000024	0.000049	0.000051	0.000068	0.000062	0.000084	0.000073
BBNI	0.000197	0.000151	0.000104	0.000132	0.000091	0.000148	0.000076	0.000091	0.000124	0.000189	0.000139
BBRI	0.000079	0.000114	0.000047	0.000065	0.000056	0.000065	0.000146	0.000100	0.000093	0.000118	0.000081

Markowitz Portfolio Optimization Applied On Companies Listed On The Indonesia
Stock Exchange LQ-45

	INKP	INTP	ITMG	JSMR	KLBF	LPKR	LPPF	MEDC	MNCN	PGAS	PTBA
BBTN	0.000206	0.000149	0.000113	0.000150	0.000076	0.000135	0.000195	0.000160	0.000144	0.000215	0.000130
BKLS	0.000084	0.000027	0.000140	0.000096	-0.000028	0.000087	0.000147	0.000108	0.000115	0.000040	0.000088
BMRI	0.000117	0.000097	0.000067	0.000070	0.000047	0.000116	0.000046	0.000088	0.000088	0.000138	0.000107
BSDE	0.000200	0.000115	0.000113	0.000166	0.000068	0.000147	0.000122	0.000108	0.000107	0.000149	0.000084
CPIN	0.000160	0.000118	0.000035	0.000037	0.000113	0.000017	0.000170	0.000052	0.000034	0.000078	0.000015
ELSA	0.000203	0.000081	0.000280	0.000062	0.000031	0.000173	0.000145	0.000484	0.000093	0.000280	0.000224
EXCL	0.000122	0.000090	0.000125	0.000068	0.000087	0.000099	0.000132	0.000161	0.000101	0.000139	0.000115
GGRM	0.000066	0.000060	0.000025	0.000011	0.000045	0.000036	0.000049	0.000096	0.000046	0.000105	0.000061
HMSP	0.000159	0.000106	0.000078	0.000051	0.000051	0.000054	0.000060	0.000123	0.000056	0.000159	0.000101
ICBP	0.000133	0.000064	0.000034	0.000036	0.000061	0.000029	0.000088	0.000052	0.000052	0.000091	0.000054
INCO	0.000157	0.000069	0.000154	0.000080	0.000076	0.000115	0.000214	0.000261	0.000078	0.000189	0.000184
INDF	0.000121	0.000074	0.000029	0.000038	0.000098	0.000021	0.000045	0.000089	0.000045	0.000100	0.000072
INDY	0.000261	0.000021	0.000669	0.000060	0.000016	0.000162	0.000183	0.000358	0.000089	0.000273	0.000526
INKP	0.000901	0.000137	0.000214	0.000143	0.000117	0.000143	0.000238	0.000140	0.000218	0.000262	0.000187
INTP	0.000137	0.000495	-0.000057	0.000111	0.000099	0.000071	0.000152	0.000084	0.000067	0.000130	0.000052
ITMG	0.000214	-0.000057	0.000095	0.000033	-0.000007	0.000066	0.000169	0.000329	0.000094	0.000224	0.000420
JSMR	0.000143	0.000111	0.000033	0.000417	0.000021	0.000087	-0.000054	0.000034	0.000085	0.000108	0.000073
KLBF	0.000117	0.000099	-0.000007	0.000021	0.000306	0.000027	0.000065	0.000024	0.000061	0.000069	0.000027
LPKR	0.000143	0.000071	0.000066	0.000087	0.000027	0.000074	0.000158	0.000122	0.000034	0.000118	0.000092
LPPF	0.000238	0.000152	0.000169	-0.000054	0.000065	0.000158	0.001591	0.000160	0.000005	0.000108	0.000078
MEDC	0.000140	0.000084	0.000329	0.000034	0.000024	0.000122	0.000160	0.000950	0.000104	0.000295	0.000283
MNCN	0.000218	0.000067	0.000094	0.000085	0.000061	0.000034	0.000005	0.000104	0.000479	0.000185	0.000079
PGAS	0.000262	0.000130	0.000224	0.000108	0.000069	0.000118	0.000108	0.000295	0.000185	0.000561	0.000230
PTBA	0.000187	0.000052	0.000420	0.000073	0.000027	0.000092	0.000078	0.000283	0.000079	0.000230	0.000470
PTPP	0.000300	0.000207	0.000088	0.000197	0.000117	0.000161	0.000038	0.000202	0.000204	0.000397	0.000246
SCMA	0.000128	0.000099	0.000009	0.000114	0.000033	0.000107	0.000101	0.000016	0.000109	0.000096	-0.000028
SMGR	0.000219	0.000337	0.000024	0.000112	0.000118	0.000091	0.000118	0.000103	0.000159	0.000200	0.000112
SRIL	0.000002	0.000036	-0.000022	0.000002	0.000026	0.000015	0.000032	0.000002	0.000009	0.000042	-0.000013
SSMS	0.000183	-0.000042	0.000163	0.000056	0.000051	0.000064	0.000064	0.000147	0.000111	0.000194	0.000107
TLKM	0.000084	0.000099	0.000022	0.000062	0.000053	0.000019	0.000018	0.000043	0.000060	0.000064	0.000055
TPIA	0.000061	0.000054	-0.000005	0.000056	0.000025	0.000131	0.000042	0.000020	0.000017	0.000062	0.000017
UNTR	0.000222	0.000079	0.000301	0.000107	0.000035	0.000075	0.000046	0.000174	0.000060	0.000184	0.000282
UNVR	0.000130	0.000124	-0.000026	0.000068	0.000108	0.000050	0.000069	0.000035	0.000067	0.000129	0.000043
WKA	0.000317	0.000200	0.000117	0.000176	0.000140	0.000195	0.000069	0.000265	0.000221	0.000431	0.000264
WSKT	0.000186	0.000180	0.000093	0.000198	0.000082	0.000188	-0.000024	0.000235	0.000171	0.000323	0.000214

Source : processed data

Table 5
Covariance Test Results of the Sample Companies

	PTPP	SCMA	SMGR	SRIL	SSMS	TLKM	TPIA	UNTR	UNVR	WKA	WSKT
ADHI	0.000782	0.000100	0.000299	0.000044	0.000111	0.000085	0.000070	0.000126	0.000135	0.000765	0.000719
ADRO	0.000198	-0.000070	0.000049	-0.000001	0.000123	0.000052	0.000021	0.000298	0.000034	0.000232	0.000192
AKRA	0.000117	0.000089	0.000089	0.000007	0.000145	0.000033	0.000018	0.000157	-0.000014	0.000114	0.000149
ANTM	0.000297	0.000194	0.000172	0.000042	0.000113	0.000048	0.000040	0.000134	0.000090	0.000308	0.000219
ASII	0.000219	0.000122	0.000167	0.000027	0.000085	0.000071	0.000077	0.000083	0.000110	0.000214	0.000175
ASRI	0.000321	0.000124	0.000218	0.000032	0.000093	0.000053	0.000082	0.000116	0.000110	0.000358	0.000282
BBCA	0.000116	0.000068	0.000114	0.000007	0.000049	0.000077	0.000028	0.000051	0.000059	0.000118	0.000084
BBNI	0.000263	0.000110	0.000211	0.000035	0.000143	0.000094	0.000068	0.000104	0.000138	0.000249	0.000182
BBRI	0.000197	0.000101	0.000140	0.000037	0.000059	0.000104	0.000036	0.000065	0.000094	0.000189	0.000156
BBTN	0.000281	0.000096	0.000214	0.000036	0.000125	0.000084	0.000087	0.000147	0.000145	0.000287	0.000239
BKLS	0.000190	0.000169	0.000097	-0.000016	0.000018	-0.000018	0.000053	0.000015	0.000029	0.000156	0.000150
BMRI	0.000168	0.000037	0.000158	0.000016	0.000065	0.000082	0.000059	0.000091	0.000082	0.000171	0.000162
BSDE	0.000231	0.000115	0.000143	0.000035	0.000109	0.000046	0.000056	0.000114	0.000086	0.000258	0.000220
CPIN	0.000028	0.000139	0.000146	0.000010	-0.000019	0.000067	0.000056	0.000014	0.000134	0.000072	-0.000045
ELSA	0.000183	-0.000022	0.000100	0.000005	0.000174	0.000012	0.000011	0.000166	0.000009	0.000235	0.000187
EXCL	0.000146	0.000149	0.000129	-0.000005	0.000053	0.000151	0.000128	0.000073	0.000047	0.000141	0.000135
GGRM	0.000084	0.000014	0.000061	0.000019	0.000055	-0.000007	0.000054	0.000092	0.000106	0.000063	0.000050
HMSP	0.000157	0.000061	0.000136	0.000005	0.000046	0.000043	0.000051	0.000087	0.000148	0.000153	0.000102
ICBP	0.000081	0.000081	0.000064	0.000000	0.000069	0.000039	0.000031	0.000028	0.000091	0.000089	0.000068
INCO	0.000192	0.000111	0.000109	0.000030	0.000076	0.000047	0.000039	0.000092	0.000106	0.000208	0.000165
INDF	0.000090	0.000033	0.000075	0.000015	0.000070	0.000051	0.000021	0.000030	0.000112	0.000126	0.000071
INDY	0.000242	-0.000127	0.000078	-0.000020	0.000129	0.000029	-0.000003	0.000341	0.000012	0.000256	0.000207
INKP	0.000300	0.000128	0.000219	0.000002	0.000183	0.000084	0.000061	0.000222	0.000130	0.000317	0.000186
INTP	0.000207	0.000099	0.000337	0.000036	-0.000042	0.000099	0.000054	0.000079	0.000124	0.000200	0.000180
ITMG	0.000088	0.000009	0.000024	-0.000022	0.000163	0.000022	-0.000005	0.000301	-0.000026	0.000117	0.000093
JSMR	0.000197	0.000114	0.000112	0.000002	0.000056	0.000062	0.000056	0.000107	0.000068	0.000176	0.000198
KLBF	0.000117	0.000033	0.000118	0.000026	0.000051	0.000053	0.000025	0.000035	0.000108	0.000140	0.000082
LPKR	0.000161	0.000107	0.000091	0.000015	0.000064	0.000019	0.000131	0.000075	0.000050	0.000195	0.000188
LPPF	0.000038	0.000101	0.000118	0.000032	0.000064	0.000018	0.000042	0.000046	0.000069	0.000069	-0.000024
MEDC	0.000202	0.000016	0.000103	0.000002	0.000147	0.000043	0.000020	0.000174	0.000035	0.000265	0.000235
MNCN	0.000204	0.000109	0.000159	0.000009	0.000111	0.000060	0.000017	0.000060	0.000067	0.000221	0.000171
PGAS	0.000397	0.000096	0.000200	0.000042	0.000194	0.000064	0.000062	0.000184	0.000129	0.000431	0.000323
PTBA	0.000246	-0.000028	0.000112	-0.000013	0.000107	0.000055	0.000017	0.000282	0.000043	0.000264	0.000214
PTPP	0.000886	0.000142	0.000313	0.000061	0.000114	0.000099	0.000076	0.000164	0.000147	0.000789	0.000696
SCMA	0.000142	0.000199	0.000079	0.000024	0.000001	0.000091	0.000195	-0.000025	0.000054	0.000162	0.000158
SMGR	0.000313	0.000079	0.000595	0.000043	-0.000026	0.000108	0.000087	0.000094	0.000112	0.000280	0.000239
SRIL	0.000061	0.000024	0.000043	0.000085	-0.000011	0.000014	0.000015	-0.000002	0.000020	0.000053	0.000039
SSMS	0.000114	0.000001	-0.000026	-0.000011	0.000585	0.000033	0.000020	0.000094	0.000087	0.000115	0.000083
TLKM	0.000099	0.000091	0.000108	0.000014	0.000033	0.000309	0.000029	0.000033	0.000062	0.000090	0.000091
TPIA	0.000076	0.000195	0.000087	0.000015	0.000020	0.000029	0.000514	-0.000032	0.000034	0.000030	0.000043
UNTR	0.000164	-0.000025	0.000094	-0.000002	0.000094	0.000033	-0.000032	0.000505	0.000034	0.000174	0.000126
UNVR	0.000147	0.000054	0.000112	0.000020	0.000087	0.000062	0.000034	0.000034	0.000428	0.0001	

Source : processed data

Informasi risk dan return dari populasi perusahaan yang dihitung sebelum optimalisasi harga penutupan rata-rata harian pada periode Maret 2021 – Februari 2022 disajikan pada Tabel 6 sebagai berikut.

Table 6
Risk and Return Information of Sample Firms Calculated Before Optimization

Equity Code	Annual Return	Annual Variance	Standard Deviation
ADHI	3.49%	0.01114	0.03041
ADRO	-3.25%	0.00891	0.02720
AKRA	-0.28%	0.00667	0.02354
ANTM	1.64%	0.00944	0.02800
ASII	-0.05%	0.00424	0.01877
ASRI	2.53%	0.00709	0.02425
BBCA	-0.64%	0.00260	0.01468
BBNI	-1.29%	0.00445	0.01923
BBRI	0.20%	0.00512	0.02062
BBTN	1.13%	0.00654	0.02330
BKLS	0.45%	0.01446	0.03465
BMRI	-0.86%	0.00319	0.01626
BSDE	1.47%	0.00532	0.02101
CPIN	0.69%	0.00584	0.02201
ELSA	1.53%	0.00712	0.02431
EXCL	-1.04%	0.00595	0.02222
GGRM	0.89%	0.00379	0.01774
HMSP	1.76%	0.00374	0.01762
ICBP	0.17%	0.00221	0.01355
INCO	1.16%	0.00647	0.02317
INDF	0.04%	0.00270	0.01498
INDY	-1.11%	0.01725	0.03783
INKP	2.94%	0.01086	0.03002
INTP	0.92%	0.00597	0.02226
ITMG	-3.37%	0.01090	0.03008
JSMR	1.33%	0.00503	0.02042
KLBF	-0.27%	0.00368	0.01748
LPKR	2.54%	0.00933	0.02783
LPPF	-5.27%	0.01917	0.03988
MEDC	1.21%	0.01145	0.03082
MNCN	1.62%	0.00577	0.02188
PGAS	0.30%	0.00675	0.02368
PTBA	-0.43%	0.00567	0.02169
PTPP	3.06%	0.01067	0.02976
SCMA	2.81%	0.01445	0.03463
SMGR	2.19%	0.00717	0.02440
SRIL	-0.69%	0.00102	0.00921
SSMS	-0.24%	0.00705	0.02419
TLKM	-1.20%	0.00372	0.01758
TPIA	0.66%	0.00619	0.02267
UNTR	-0.13%	0.00608	0.02247
UNVR	3.38%	0.00516	0.02069
WIKA	3.31%	0.01131	0.03064
WSKT	5.16%	0.01304	0.03290

Source : processed data

Berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa WSKT memiliki return tertinggi sebesar 5,16%, selain itu juga memiliki standar deviasi tertinggi. ADHI menduduki peringkat ke-2 saham tertinggi dengan return 3,49% dan standar deviasi 3,04%. UNVR menduduki peringkat ke-3 saham tertinggi dalam pengembalian dengan 3,8% dan dengan standar deviasi 2,07%. Seperti yang dapat diamati pada tabel di atas, ada berbagai jenis kombinasi mengenai risiko dan pengembalian saham. Hal yang paling penting adalah menetapkan alokasi portofolio yang optimal yang memastikan tujuan utama dalam bentuk memaksimalkan pengembalian atau meminimalkan tingkat risiko investasi. Untuk memulai analisis, pertama kita dapat memilih tujuan pertama sebagai meminimalkan tingkat risiko investasi. Alokasi portofolio optimal yang memberikan rata-rata pengembalian yang diharapkan dengan tingkat risiko terendah ditunjukkan pada Tabel 7 sebagai berikut :

Table 7
Optimal Portfolio Allocation That Provides Average Expected Return with Lowest Risk Level

Equity Code	Average Annual Return	Standard Deviation	Weight
ADHI	3.49%	3.04%	12.27%
ADRO	-3.25%	2.72%	-11.41%
AKRA	-0.28%	2.35%	-0.98%
ANTM	1.64%	2.80%	5.76%
ASII	-0.05%	1.88%	-0.16%
ASRI	2.53%	2.43%	8.87%
BBCA	-0.64%	1.47%	-2.24%
BBNI	-1.29%	1.92%	-4.55%
BBRI	0.20%	2.06%	0.71%
BBTN	1.13%	2.33%	3.97%
BKLS	0.45%	3.46%	1.60%
BMRI	-0.86%	1.63%	-3.01%
BSDE	1.47%	2.10%	5.16%
CPIN	0.69%	2.20%	2.44%
ELSA	1.53%	2.43%	5.37%
EXCL	-1.04%	2.22%	-3.66%
GGRM	0.89%	1.77%	3.14%
HMSF	1.76%	1.76%	6.20%
ICBP	0.17%	1.35%	0.59%
INCO	1.16%	2.32%	4.07%
INDF	0.04%	1.50%	0.12%
INDY	-1.11%	3.78%	-3.90%
INKP	2.94%	3.00%	10.34%
INTP	0.92%	2.23%	3.23%
ITMG	-3.37%	3.01%	-11.83%
JSMR	1.33%	2.04%	4.67%
KLBF	-0.27%	1.75%	-0.93%
LPKR	2.54%	2.78%	8.92%
LPPF	-5.27%	3.99%	-18.51%
MEDC	1.21%	3.08%	4.24%
MNCN	1.62%	2.19%	5.68%
PGAS	0.30%	2.37%	1.07%
PTBA	-0.43%	2.17%	-1.49%
PTPP	3.06%	2.98%	10.73%
SCMA	2.81%	3.46%	9.86%

Equity Code	Average Annual Return	Standard Deviation	Weight
SMGR	2.19%	2.44%	7.70%
SRIL	-0.69%	0.92%	-2.44%
SSMS	-0.24%	2.42%	-0.85%
TLKM	-1.20%	1.76%	-4.20%
TPIA	0.66%	2.27%	2.32%
UNTR	-0.13%	2.25%	-0.47%
UNVR	3.38%	2.07%	11.86%
WIKA	3.31%	3.06%	11.61%
WSKT	5.16%	3.29%	18.14%
Total			1
Expected Return			6.45%
Standard Deviation			2.40%
Share Ratio			-0.02673

Ketika anggaran investasi dialokasikan untuk tujuan meminimalkan tingkat risiko investasi, Tabel 7 diperoleh. Setelah menyelesaikan persamaan optimalisasi di Excel Solver Add-in untuk meminimalkan tingkat risiko dan mendapatkan pengembalian rata-rata, diperoleh solusi terbaik seperti ditunjukkan pada tabel di atas WSKT, ADHI, UNVR dan WIKA akan memiliki saham (bobot) terbanyak dalam portofolio sebesar %22,55, 18,14%, 12,27%, 11,86% dan 11,61%. Solusi terbaik untuk keseluruhan portofolio dapat digambarkan sebagai return rata-rata adalah 6,45% dengan standar deviasi minimum adalah 2,40%. Tujuan utama lainnya adalah memaksimalkan pengembalian dengan standar deviasi rata-rata yang diberikan. Mirip dengan yang pertama, satu proses pengoptimalan dilakukan di Excel Solver Add-in dan hasilnya ditunjukkan pada tabel di bawah ini. Alokasi portofolio optimal yang memberikan pengembalian yang diharapkan maksimum dengan tingkat rata-rata yang diberikan ditunjukkan pada Tabel 8 sebagai berikut:

Table 8
Optimal Portfolio Allocation That Provides Maximum Expected Return with Average Risk Level

Equity Code	Average Annual Return	Standard Deviation	Weight
ADHI	3.49%	3.04%	0.00%
ADRO	-3.25%	2.72%	0.00%
AKRA	-0.28%	2.35%	0.00%
ANTM	1.64%	2.80%	0.00%
ASII	-0.05%	1.88%	0.00%
ASRI	2.53%	2.43%	0.00%
BBCA	-0.64%	1.47%	0.00%
BBNI	-1.29%	1.92%	0.00%
BBRI	0.20%	2.06%	0.00%
BBTN	1.13%	2.33%	0.00%
BKLS	0.45%	3.46%	0.00%
BMRI	-0.86%	1.63%	0.00%
BSDE	1.47%	2.10%	0.00%
CPIN	0.69%	2.20%	0.00%
ELSA	1.53%	2.43%	0.00%
EXCL	-1.04%	2.22%	0.00%
GGRM	0.89%	1.77%	0.00%
HMSP	1.76%	1.76%	0.00%
ICBP	0.17%	1.35%	0.00%

Markowitz Portfolio Optimization Applied On Companies Listed On The Indonesia
Stock Exchange LQ-45

Equity Code	Average Annual Return	Standard Deviation	Weight
INCO	1.16%	2.32%	0.00%
INDF	0.04%	1.50%	0.00%
INDY	-1.11%	3.78%	0.00%
INKP	2.94%	3.00%	0.00%
INTP	0.92%	2.23%	0.00%
ITMG	-3.37%	3.01%	0.00%
JSMR	1.33%	2.04%	0.00%
KLBF	-0.27%	1.75%	0.00%
LPKR	2.54%	2.78%	0.00%
LPPF	-5.27%	3.99%	0.00%
MEDC	1.21%	3.08%	0.00%
MNCN	1.62%	2.19%	0.00%
PGAS	0.30%	2.37%	0.00%
PTBA	-0.43%	2.17%	0.00%
PTPP	3.06%	2.98%	0.00%
SCMA	2.81%	3.46%	0.00%
SMGR	2.19%	2.44%	0.00%
SRIL	-0.69%	0.92%	0.00%
SSMS	-0.24%	2.42%	0.00%
TLKM	-1.20%	1.76%	0.00%
TPIA	0.66%	2.27%	0.00%
UNTR	-0.13%	2.25%	0.00%
UNVR	3.38%	2.07%	0.00%
WIKA	3.31%	3.06%	0.00%
WSKT	5.16%	3.29%	100.00%
Total			1

Expected Return	5.16%
Standard Deviation	3.29%
Share Ratio	-0.409447

Ketika anggaran investasi dialokasikan untuk tujuan memaksimalkan tingkat pengembalian investasi yang diharapkan, Tabel 8. Setelah menyelesaikan persamaan pengoptimalan di Excel Solver Add-in untuk memaksimalkan tingkat pengembalian yang diharapkan berdasarkan tingkat deviasi standar rata-rata yang diberikan, solusi terbaik diperoleh seperti yang ditunjukkan pada tabel di atas. Perlu digaris bawahi bahwa untuk mencapai tujuan ini, hampir semua saham (43 dari 44 saham) dikeluarkan dari portofolio kecuali WSKT. WSKT memiliki seluruh saham (bobot) dalam portofolio sebesar %100,00 dengan return 5,16% dan standar deviasi 3,29%. Solusi terbaik untuk seluruh portofolio dapat digambarkan dengan return rata-rata sebesar 5,16% dengan standar deviasi minimum sebesar 3,29%.

4. KESIMPULAN

Ada dua kriteria dasar dalam mengukur kinerja manajemen portofolio, yaitu tingkat risiko dan tingkat pengembalian. Manajemen portofolio tradisional berfokus pada memaksimalkan pengembalian, sedangkan dalam portofolio modern Markowitz, hubungan kuantitatif dibangun antara risiko dan pengembalian. Investor berusaha untuk mencapai pengembalian rata-rata yang diharapkan pada tingkat risiko minimum atau untuk mendapatkan tingkat pengembalian maksimum pada tingkat risiko rata-rata. Dalam model varians Markowitz, pengembalian

portofolio diwakili oleh rata-rata pengembalian yang diharapkan, sedangkan risiko portofolio diwakili oleh varians dan standar deviasi. Pada penelitian ini, model mean varian Markowitz diterapkan pada populasi sebanyak 44 perusahaan keuangan dan non keuangan yang termasuk dalam indeks LQ-45 pada periode Maret 2021 – Februari 2022. Pada penelitian ini, return on stock prices masing-masing perusahaan dihitung setiap bulan sebagai rata-rata aritmatika. Varians dan standar deviasi return saham masing-masing perusahaan dihitung berdasarkan perhitungan return.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk membuat distribusi portofolio yang menawarkan solusi paling optimal yang sesuai dengan fungsi tujuan.

Fungsi tujuan ini dibuat:

1. Alokasi portofolio yang memberikan pengembalian yang diharapkan rata-rata pada tingkat risiko minimum,
2. Alokasi portofolio memberikan pengembalian yang diharapkan maksimum pada tingkat risiko rata-rata,
3. Perhitungan alokasi portofolio optimal yang memberikan berbagai target pengembalian yang diharapkan.

Pada setiap skenario, jumlah distribusi akan sama dengan maksimal 1, standar deviasi portofolio minimal pada risiko minimal, dan return ekspektasi portofolio akan maksimal dalam memaksimalkan return. Saat mengevaluasi pengembalian portofolio dan distribusi risiko sebelum optimalisasi, terlihat bahwa saham WSKT memiliki pengembalian yang diharapkan tertinggi sebesar 5,16%. Namun perlu dicatat bahwa saham WSKT juga memiliki tingkat risiko tertinggi. Dapat dikatakan bahwa saham ADHI menduduki peringkat ke-2 dalam portofolio sebelum dilakukan optimasi dengan ekspektasi return sebesar 3,49% dan standar deviasi sebesar 3,04%. Diikuti oleh UNVR yang menempati posisi ke-3 dengan tingkat pengembalian yang diharapkan sebesar 3,38% dan standar deviasi sebesar 2,07%.

Ketika dilakukan analisis untuk mendapatkan return yang diharapkan maksimal pada rata-rata tingkat risiko portofolio perusahaan sampel, hanya saham WSKT yang masuk dalam portofolio optimal yang memiliki return ekspektasi sebesar 5,16%. Pengembalian yang diharapkan untuk portofolio yang memenuhi tingkat risiko rata-rata dengan persyaratan pengembalian maksimum ditetapkan sebesar 5,16% dan standar deviasi 3,29%.

DAFTAR RUJUKAN

Rujukan Buku:

Kemenkeu. 2021. "Pentingnya Manajemen Keuangan Dalam Kehidupan Sehari-Hari."

<https://www.djkn.kemenkeu.go.id/kanwil-sumut/baca-artikel/14590/Pentingnya-Manajemen-Keuangan-dalam-Kehidupan-Sehari-Hari.html>.

Susilo, Bambang D. 2016. Otoritas jasa keuangan *Buku Pasar Modal 3*.

Rujukan Jurnal:

Hartono. 2016. "Pertimbangan Return Dan Risiko Dalam Keputusan Investasi." *Journal of Chemical Information and Modeling*.

- Kardiyen, Filiz. 2008. "Portföy Optimizasyonunda Ortalama Mutlak Sapma Modeli ve Markowitz Modelinin Kullanımı ve İMKB Verilerine Uygulanması." *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 13(2).
- Lestari, R I et al. 2022. "Optimalisasi Portofolio Saham Blue Chips Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Dengan Menggunakan Model Markowitz Di Era Pandemi Covid-19." *FORUM*
- Markowitz, Harry. 1952. "Portfolio Selection, Journal of Finance." *Markowitz HM—1952.*
- Negara, I Nyoman Wijaya, Yohanes A.R. Langi, and Tohap Manurung. 2021. "Analisis Portofolio Saham Model Mean – Variance Markowitz Menggunakan Metode Lagrange." *d'CARTESIAN* 9(2).
- Permata, Derry, and Rindah F Suryawati. 2020. "Analisis Portofolio Optimal Saham Syariah Jakarta Islamic Index (JII) Periode 2015-2017." *Jurnal Manajemen dan Organisasi* 11(1).
- Prasetyo, Irvan Fendy, and Anak Agung Gede Suarjaya. 2020. "PEMBENTUKAN PORTOFOLIO OPTIMAL DENGAN MENGGUNAKAN MODEL INDEKS TUNGGAL." *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana* 9(2).
- Rachmatullah, Irsyaad, Jubaedah Nawir, and Tri Siswantini. 2021. "Analisis Portofolio Optimal Markowitz Dan Single Index Model Pada Jakarta Islamic Index." *Ekonomi dan Bisnis* 8(1).
- Rambe, Ali Ahir, and Tri Rachmat Riski. 2022. "Pembentukan Portofolio Saham Yang Optimal Dengan Menggunakan Model Markowitz Sebagai Dasar Penetapan Investasi Saham Pada Jakarta Islamic Index." *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Sosial Budaya* 1(2).
- Rifaldy, Akbar, and Ida Bagus Panji Sedana. 2016. "OPTIMASI PORTOFOLIO SAHAM INDEKS BISNIS 27 DI BURSA EFEK INDONESIA (Pendekatan Model Markowitz)." *E-Jurnal Manajemen Unud* 5(3).
- Sartono, R. Agus, and Arie Andika Setiawan. 2006. "VAR Portfolio Optimal: Perbandingan Antara Metode Markowitz Dan Mean Absolute Deviation." *Jurnal Siasat Bisnis* 11(1).

Rujukan Sumber *Online* :

Bigbrothersinvestment. 2019. "Teori Portofolio Investasi Modern Markowitz."

<https://www.bigbrothersinvestment.com/detailpost/teori-portofolio-investasi-modern-markowitz> (June 7, 2023).

Wikipedia. 2022. "Bursa Efek Indonesia - Wikipedia Bahasa Indonesia, Ensiklopedia Bebas." https://id.wikipedia.org/wiki/Bursa_Efek_Indonesia#Indeks_saham (March 3, 2022).