

***Multi-Criteria As Decisions Making Menggunakan
Program Linier Dan Integer Programming***

Rischa Devita^{1*}, Ferdinan Rinaldo Tampubolon²
Politeknik Negeri Medan
Email : rischadevita@polmed.ac.id^{1*}

Abstract

The decision to choose stock assets must be analyzed properly with careful consideration as many series of alternatives so that the results of the selection maximize the achievement of expected profit or benefit. Several alternative decision choices are needed for comparison so that the decision to be taken can achieve its target, namely the right decision to maximize the success. Therefore, a comprehensive approach is needed in choosing a decision so that the results of the decision are in accordance with the success of a profit or benefit. Decision making with several criteria (Multi-criteria as decisions making) is one of the approach methods that can be used to sort out between decisions that are more appropriate or in accordance with existing conditions. Basically, the purpose of this method is so that decision makers can determine the right decision in the situation and conditions experienced with which decision alternative is more appropriate. There are several criteria for an object to be selected and then written in a linear mathematical modeling. The selection of shares to be purchased using the objective function of maximizing returns, and making the Mean Absolute Deviation risk function, a constraint function.

Keywords – Multi-Criteria Decisions Making, Objective Function, Mean Absolute Deviation, Mixed Integer Linear Programming

PENDAHULUAN

Pertumbuhan investasi sudah menampilkan kenaikan yang lumayan pesat, tidak cuma menyangkut jumlah investor ataupun dana yang dilibatkan, namun pula bermacam alterasi tipe instrumen sekuritas yang dapat dijadikan alternatif investasi. Pertumbuhan tersebut berikutnya turut mendesak tersedianya sumber energi manusia yang cakap serta sanggup memahami pengelolaan investasi secara benar. Oleh sebab itu, uraian tentang manajemen investasi sangatlah berarti dalam menanggapi tuntutan tersebut. Di samping itu, uraian tentang penafsiran pasar finansial (baik pasar duit ataupun di pasar modal), jenis- jenis instrumen yang diperdagangkan pasar modal, dan mekanisme perdagangan yang terjalin di pasar modal sangatlah berarti buat membagikan cerminan untuk Kamu tentang bermacam alternatif investasi yang ada untuk investor.

Investasi dapat didefinisikan selaku komitmen beberapa duit ataupun sumber energi yang lain yang dicoba dikala ini (*present time*) dengan harapan mendapatkan khasiat(*benefit*) di setelah itu hari(*in future*). Dalam tataran aplikasi, investasi umumnya berhubungan dengan bermacam kegiatan yang terpaut dengan penanaman duit pada bermacam berbagai alternatif peninggalan baik yang terkategori selaku peninggalan real(*real assets*) semacam tanah, emas, properti maupun yang berupa peninggalan finansial(*financial assets*), misalnya bermacam wujud pesan berharga semacam saham, obligasi maupun reksadana. Untuk investor yang lebih pintar serta lebih berani menanggung resiko,

kegiatan investasi yang mereka jalani pula dapat mencakup investasi pada aset- aset finansial yang lebih berisiko yang lain yang lebih lingkungan, semacam warrants, option, serta futures ataupun ekuitas internasional. Ulasan investasi dalam materi ini hendak lebih banyak berhubungan dengan manajemen investasi pada tipe peninggalan finansial khususnya sekuritas yang dapat diperdagangkan(*marketable securities*).

Peninggalan finansial dapat dimaksud selaku klaim berupa pesan berharga atas beberapa aset- aset pihak penerbit pesan berharga tersebut. Sebaliknya sekuritas yang gampang diperdagangkan (*marketable securities*) merupakan aset- aset finansial yang bisa diperdagangkan dengan gampang serta dengan bayaran transaksi yang relatif murah pada pasar yang terorganisasi. Pihak- pihak yang melaksanakan aktivitas investasi umumnya diucap investor. Investor pada biasanya dapat digolongkan jadi 2, ialah investor individual (*individual/ retail investors*) serta investor institusional (*institutional investors*). Investor individual terdiri dari individu- individu yang melaksanakan kegiatan investasi.

Hasil metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDA) adalah pilihan yang terbaik dari alternatif mana yang seharusnya dipilih. Perlu diingat bahwa pada praktiknya setiap keputusan adalah unik. Maka dari itu hasil dari ketentuan keputusan yang akan diambil bisa berbeda kalau situasi yang dihadapi berbeda. Pada metode ini pengambil keputusan dapat memiliki sejumlah alternatif keputusan yang diambil dan memberikan prioritas pada sejumlah alternatif, sehingga kalau alternatif pertama tidak sesuai dengan sasaran maka pengambil keputusan dapat menggunakan alternatif kedua dan alternatif lainnya sehingga mendapat hasil yang sesuai dengan sasaran.

Misalkan, seorang investor yang menginvestasikan dananya dalam wujud saham hendak diucap selaku investor individual. Sebaliknya investor institusional umumnya terdiri dari perusahaan- perusahaan asuransi, lembaga penyimpan dana (bank serta lembaga simpan- pinjam), lembaga dana pensiun ataupun industri investasi. Lembaga semacam ini umumnya mengumpulkan duit dari para anggotanya (nasabahnya) serta berikutnya memakai duit tersebut selaku modal buat investasi pada reksadana tertentu maupun dapat pula dibeli saham ataupun obligasi (Tandelilin, 2017).

Pengambilan keputusan *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) atau analisis keputusan multikriteria adalah subdisiplin dari riset operasi yang secara eksplisit mengevaluasi beberapa kriteria yang saling bertentangan dalam pengambilan keputusan (baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam lingkungan seperti bisnis, dan pemerintahan) (Alijoto, Wijaya, dan Jacob, 2021). *Multi Criteria Decisions Making* (MCDM) mengandung tiga unsur, di antaranya:

1. Atribut, memberikan ciri atau keterangan dari suatu objek seperti tinggi, luas, besar, dan sebagainya.
2. Obyektif menyatakan arah perbaikan atau kegunaan terhadap atribut, memaksimalkan harga, memaksimalkan profit, dan sebagainya
3. Tujuan, merupakan hal yang ingin dicapai dari suatu proyek. Misalkan suatu proyek memiliki tujuan memaksimalkan profit, maka proyek tersebut mempunyai tujuan mencapai profit hingga pada angka yang ditetapkan

Multi Criteria Decision Making (MCDM) adalah metode dengan mengambil banyak kriteria sebagai dasar acuan untuk mengambil keputusan, dengan berbagai alternatif keputusan metode ini memungkinkan pengambil keputusan dapat menetapkan alternatif terbaik sesuai dengan target sasarannya. *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) metode ini memakai teknik matematik untuk memaksimalkan hasil dari sejumlah alternatif yang ada.

Pada dasarnya, *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) berguna untuk membagi keputusan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih mudah dipahami menganalisis setiap bagian mengintegrasikan bagian-bagian untuk menghasilkan solusi yang berarti. Masalah *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) terdiri dari lima komponen:

1. Sasaran
2. Pengambil keputusan dengan pendapat (preferensi)
3. Alternatif keputusan
4. Kriteria evaluasi (kepentingan)
5. Hasil atau konsekuensi yang terkait dengan kombinasi alternatif/kepentingan.

METODE

Tahapan Penelitian

Pada kasus ini terdapat beberapa kriteria saham yang akan dipilih. Pemilihan saham yang akan dibeli menggunakan fungsi tujuan memaksimalkan return, dan menjadikan fungsi resiko, *Mean Absolute Deviation*, menjadi fungsi kendala sebagai berikut:

1. Return dan resiko

Return merupakan pengembalian atas investasi yang diharapkan oleh industri ataupun investor. Pendapat yang lain menyebutkan kalau return ialah tujuan utama dari dilakukannya suatu investasi. Ada 2 komponen dalam return, ialah yield serta capital gain. Yield ialah komponen return yang bisa dilihat dari aliran kas, sebaliknya capital gain ialah peningkatan harga pada sesuatu saham yang bisa ditafsirkan oleh investor. 2 komponen tersebut disebut selaku return total buat suatu investasi.

Return merupakan hasil dari investasi berbentuk keuntungan. Return dibagi ke dalam dua jenis, ialah return realisasi serta return ekspektasi. Return realisasi (*realized return*) merupakan keuntungan yang dihasilkan dari perhitungan informasi historis. Return ekspektasi (*expected return*) ialah return yang hendak didapatkan oleh investor di periode yang mendatang. Untuk investor, return merupakan dimensi tanggung jawab yang diberikan perusahaan atas dana yang ditanamkan oleh investor (Triantaphyllou et al., 1997). Apabila return yang diberikan melebihi ekspektasi yang diharapkan para investor, hingga hendak membagikan sinyal baik bagi industri. Sehingga, keyakinan para investor akan terus menjadi bertambah pada suatu investasi.

Keputusan investor dalam mengambil keputusan juga sangat dipengaruhi oleh sikap pasar yang terjalin serta ciri psikologis yang dimiliki oleh investor tersebut, apakah dia seseorang yang risk seeker, risk adverse, ataupun seorang yang risk indifferent. Industri manajemen investasi mempunyai banyak portofolio yang disesuaikan untuk bermacam berbagai jenis investor. Terdapat investor yang tercantum ke dalam jenis risk taker ialah yang berani mengambil resiko, terdapat yang tercantum jenis dalam jenis risk averter ialah yang khawatir mengambil resiko, dan terdapat pula investor yang tercantum ke dalam jenis moderat. Return dan resiko menjadi hal diberbagai kondisi menjadi dua hal yang menjadi perhatian dalam pertimbangan pengambilan keputusan (Adnyana, 2020). Resiko merupakan tingkatan kemampuan kerugian yang dihasilkan dari hasil yang diharapkan dari investasi yang tidak terwujud. Keuntungan yang dihasilkan organisasi, orang, serta institusi selaku hasil dari strategi investasi mereka diketahui sebagai pengembalian. Return itu Pengembalian merupakan keuntungan yang dihasilkan investasi, baik lewat bunga atau dividen (Pham-Gia dan Hung, 2001). Dalam dunia investasi sudah dikenal kalau terdapat korelasi yang kokoh antara resiko serta return; dengan kata lain bila risikonya besar hingga return(keuntungan) pula akan besar, begitu pula kebalikannya bila returnnya rendah maka risikonya pula hendak rendah. Hal ini sebagaimana pendapat yang mengutarakan dasar mengambil keputusan adalah:

- a. Return memperoleh sasaran menjadi salah satu alasan utama orang berinvestasi pada bursa saham. Memperoleh sasaran yang menjadi target dalam investasi saham itulah yang disebut return.
- b. Resiko biasanya dilihat semakin besarnya resiko semakin besar pula tingkat return harapan. Pengambil keputusan tidak mau menanggung resiko yang terlalu tinggi.
- c. Antara return dan resiko adalah hubungan yang bersifat searah dan linear. Artinya, semakin tinggi resiko maka berarti semakin tinggi pula return harapan, begitu pula sebaliknya.

Return dapat menjadi pengambil keputusan cenderung untuk menanamkan investasinya di dalam saham. Fungsi objektif yaitu memaksimalkan return dengan mengatur persentase alokasi asset seperti persamaan dibawah ini:

$$Maks: w_1r_1 + w_2r_2 + w_3r_3 + \dots + w_nr_n \quad (1)$$

2. Mean Absolute Deviation

Model Mean-Variance Markowitz melalui model Mean-Absolute Deviation (MAD) yang mereka usulkan. Seperti namanya, model MAD mendefinisikan risiko dengan menggunakan mean absolute deviation. Berdasarkan konstruksinya, model MAD lebih mudah dipecahkan secara komputasi, karena masalah portofolio adalah program linier, berbeda dengan program kuadrat yang terkait dengan model Mean-Variance. Pada saat itu, hal ini memungkinkan Konno untuk memecahkan masalah optimasi yang melibatkan lebih dari 1.000 saham dalam waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan model mean-variance. Kemajuan dalam komputasi telah menghilangkan banyak kekhawatiran seputar optimasi portofolio skala besar. Dengan mengabaikan waktu komputasi, kita dapat fokus hanya pada ukuran kinerja yang kita definisikan berdasarkan pengembalian portofolio dan volatilitas. Dalam makalah ini, kami memberikan perbandingan empiris antara model MeanVariance dan MAD untuk berbagai ukuran portofolio (Anugrahayu dan Azmi, 2023). Kami mulai dengan meninjau konsep probabilitas yang penting bagi model tersebut. oleh Konno Yamazaki dimana resiko volatilitas aset berada dibawah nilai yang diinginkan (ρ) seperti persamaan dibawah ini:

$$\frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^M \left| \sum_{j=1}^N (r_{jt} - r_j) w_j \right| \leq \rho \quad (2)$$

3. Profitabilitas

Profitabilitas merupakan tingkatan keuntungan bersih yang sanggup diraih oleh industri pada dikala melaksanakan operasinya. Profitabilitas mencerminkan keahlian industri dalam menciptakan laba atas pengelolaan asset industri yang ialah perbandingan antara earning after tax dengan Total assets. profitabilitas bisa digunakan buat mengukur daya guna perusahaan didalam menciptakan profit buat tiap assets yang ditanam. Salah satu profitabilitas industri merupakan Rentabilitas modal sendiri ataupun rentabilitas ekonomi(ROE).

Rentabilitas modal sendiri ataupun rentabilitas ekonomi(ROE) merupakan perbandingan antara jumlah laba yang ada untuk owner modal sendiri dengan jumlah modal sendiri yang menciptakan laba tersebut. Rasio ROE merupakan salah satu rasio yang berarti dalam keuangan industri sebab mengukur tingkatan pengembalian yang mutlak yang hendak diberikan industri kepada para pemegang saham (Kasenbacher et al., 2019).

Tingkatan ROE yang dicapai industri pula jadi salah satu pertimbangan untuk investor yang hendak membeli saham industri, karena menggambarkan bagian laba yang hendak mereka peroleh. Sebutan lain buat rasio keuangan rentabilitas modal sendiri antara lain merupakan *rate of return on stockholders' equity*, *rate of return on stockholders' investment*, *rate of return on net worth* serta *rate of return on owners' equity*. Rasio rentabilitas modal sendiri ialah rasio rentabilitas yang sangat komprehensif. Rasio rentabilitas modal sendiri tercipta oleh totalitas hasil kebijakan serta kegiatan industri (Mahayani dan Suarjaya, 2019). Rasio yang besar membuktikan tingginya keberhasilan pucuk pimpinan industri dalam mengemban misi dari para pemiliknya, ialah laba per rupiah modal yang ditanamkan dalam industri (Triantaphyllou et al., 1997). Sehingga sebagai pengambil keputusan seharusnya kita mempertimbangkan total alokasi aset tidak melebihi modal yang diberikan. Seperti pada fungsi berikut:

$$w_1r_1 + w_2r_2 + w_3r_3 + \dots + w_nr_n \leq 1 \quad (3)$$

Keterangan:

- w_j : alokasi yang digunakan untuk saham ke-j
 r_j : rata-rata pengembalian (return) saham ke-j
T : jumlah periode
 r_{jt} : return saham ke-j pada suatu periode-t
 ρ : tingkat volatilitas yang diizinkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Hasil

Pada pengumpulan data, telah diperoleh data tentang harga saham perusahaan rokok yang terdiri dari beberapa perusahaan yaitu:

1. PT Gudang Garam Tbk
2. PT HM Sampoerna Tbk
3. PT Wismilak Inti Makmur Tbk (WIIM)
4. PT Indonesia Tobacco Tbk

Data yang digunakan merupakan harga saham dari perusahaan rokok diatas, harga saham dari beberapa perusahaan rokok yang diperoleh merupakan priode dari bulan Januari 2023 hingga bulan Desember 2023.data tersebut akan disajikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Harga saham perusahaan rokok dari Januari 2023 hingga Desember 2023

Tanggal	GGRM	Return	HMSP	Return	WIIM	Return	ITIC	Return
01/01/2023	23.000		975		1310		276	
01/02/2023	25.000	8,7%	1185	21,5%	1480	13,0%	294	6,5%
01/03/2023	26.000	4,0%	1125	-5,1%	1885	27,4%	294	0,0%
01/04/2023	28.450	9,4%	1015	-9,8%	1810	-4,0%	294	0,0%
01/05/2023	27.000	-5,1%	980	-3,4%	2860	58,0%	282	-4,1%
01/06/2023	27.625	2,3%	945	-3,6%	3580	25,2%	276	-2,1%
01/07/2023	27.925	1,1%	910	-3,7%	3120	-12,8%	296	7,2%
01/08/2023	24.050	-13,9%	880	-3,3%	1775	-43,1%	286	-3,4%
01/09/2023	24.600	2,3%	865	-1,7%	1730	-2,5%	270	-5,6%
01/10/2023	23.275	-5,4%	910	5,2%	1750	1,2%	278	3,0%
01/11/2023	21.125	-9,2%	955	4,9%	1510	-13,7%	320	15,1%
01/12/2023	20.325	-3,8%	895	-6,3%	1205	-20,2%	300	-6,3%
	mean	-0,9%		-0,5%	1205	2,6%		0,9%

Keterangan :

- GGRM : PT Gudang Garam Tbk
HMSP : PT HM Sampoerna Tbk
WIIM : PT Wismilak Inti Makmur Tbk
ITIC : PT Indonesian Tobacco Tbk

Dari data tersebut kita akan menggunakan software LINGO untuk menyelesaikannya. LINGO adalah software sederhana untuk optimasi linear dan non linear yang digunakan untuk menghitung banyak masalah dengan singkat, memecahkannya, dan menganalisa masalahnya. Masalah optimasi sering diklasifikasikan sebagai masalah linear atau non linear, tergantung pada hubungan dalam masalah apakah linear terhadap variabelnya (Dunning, Huchtee, dan Lubin, 2017). LINGO merupakan program komputer yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang bervariasi. Menyelesaikan

permasalahan optimasi dengan model linear programming atau goal programming dapat dengan mudahnya dilakukan dengan program komputer ini. Perhitungan yang sangat cepat dengan program komputer ini akan sangat membantu untuk menyelesaikan model dengan kendala yang cukup banyak (Sasongko, Dwijanto, dan Arifudin, 2012) LINGO merupakan program komputer berbayar, tapi bagi yang ingin mendapatkan secara gratis dapat memilih versi demonya. Penyelesaian dengan menggunakan software Lingo seperti pada Gambar (1) sebagai berikut:

```

File Edit Solver Window Help
Max = -0.009*w1 -0.005 *w2 + 0.026*w3 + 0.009 *w4;
w1+w2+w3+w4<=1;
(1/11)*(@abs((0.087+0.009)*w1)+((0.215+0.5)*w2)+((0.13-0.026)*w3)+((0.065-0.009)*w4))+
@abs(((0.04+0.009)*w1)+((-0.051+0.5)*w2)+((0.274-0.026)*w3)+((-0.009)*w4))+
@abs(((0.094+0.009)*w1)+((-0.098+0.5)*w2)+((-0.04-0.026)*w3)+((-0.009)*w4))+
@abs(((0.051+0.009)*w1)+((-0.034+0.5)*w2)+((0.58-0.026)*w3)+((-0.041-0.009)*w4))+
@abs(((0.023+0.009)*w1)+((-0.036+0.5)*w2)+((0.252-0.026)*w3)+((-0.021-0.009)*w4))+
@abs(((0.011+0.009)*w1)+((-0.037+0.5)*w2)+((-0.128-0.026)*w3)+((0.072-0.009)*w4))+
@abs(((0.139+0.009)*w1)+((-0.033+0.5)*w2)+((-0.431-0.026)*w3)+((-0.034-0.009)*w4))+
@abs(((0.023+0.009)*w1)+((-0.017+0.5)*w2)+((-0.025-0.026)*w3)+((-0.056-0.009)*w4))+
@abs(((0.054+0.009)*w1)+((0.052+0.5)*w2)+((0.012-0.026)*w3)+((0.03-0.009)*w4))+
@abs(((0.092+0.009)*w1)+((0.049+0.5)*w2)+((-0.137-0.026)*w3)+((0.151-0.009)*w4))+
@abs(((0.038+0.009)*w1)+((-0.063+0.5)*w2)+((-0.202-0.026)*w3)+((-0.063-0.009)*w4))<=0.05;
  
```

Gambar 1. Penyelesaian dengan menggunakan software Lingo

Dari hasil pengolahan software LINGO dapat kita peroleh Hasil seperti pada Gambar (2) sebagai berikut:

```

LINGO/WIN64 13.0.55 (5 May 2022 ), LINDO API 13.0.4099.342
Licensee info: Eval Use Only
License expires: 8 OCT 2024

Global optimal solution found.
Objective value:                0.1133907E-01
Objective bound:                0.1133907E-01
Infeasibilities:                 0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        23
Elapsed runtime seconds:        0.72

Model Class:                    MILP

Total variables:                 44
Nonlinear variables:             0
Integer variables:              10

Total constraints:               43
Nonlinear constraints:           0

Total nonzeros:                 152
Nonlinear nonzeros:             0

Linearization components added:
  Constraints:                   40
  Variables:                     40
  Integers:                      10

Variable      Value      Reduced Cost
W1            0.000000    0.1339148E-01
W2            0.000000    0.3470352E-01
W3            0.1375921    0.000000
W4            0.8624079    0.000000

Row    Slack or Surplus    Dual Price
1      0.1133907E-01      1.000000
2      0.000000           0.3681409E-03
3      0.000000           0.1831532
  
```

Gambar 2. Hasil penyelesaian dengan menggunakan software LINGO

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada gambar (2), dapat dilihat nilai bobot yang dihasilkan adalah alokasi untuk saham PT Wisnilak Inti Makmur (WIIM) adalah 14 persen, dan untuk PT Indonesian Tobacco (ITIC) adalah 86 persen. Nilai variabel Keputusan yang digunakan pada pemodelan matematika tersebut

menggunakan bilangan real, sementara saham hanya dapat dibeli dalam satuan lot (100 lembar) menggunakan bilangan bulat. Berikut harga-harga keempat saham tersebut berdasarkan data tanggal 5 April 2024:

Tabel 2. Harga saham berdasarkan data tanggal 5 April 2024

No.	Nama Saham	Harga per lembar
1	GGRM	19.950
2	HMSP	835
3	WIIM	1.205
4	ITIC	274

Sehingga jika kita menggunakan hasil tersebut, jika modal yang digunakan adalah 100 juta, maka akan diperoleh saham sebanyak

$$\frac{0,14 \times 100.000.000}{1205 \times 100} = 116,182 \text{ lot}$$

Pembelian saham dalam jumlah 116, 182 lot tidak diakomodir pada PT Bursa Efek Indonesia. Sehingga model yang digunakan harus diubah untuk mengakomodir adanya variabel yang harus menggunakan bilangan bulat. Oleh sebab itu, pemodelan matematika yang dibentuk adalah *Mixed Integer Linear Programming* sebagai berikut:

$$\text{Maks: } w_1r_1 + w_2r_2 + w_3r_3 + w_4r_4 \tag{1}$$

$$\frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^{11} \left| \sum_{j=1}^4 (r_{jt} - r_j)w_j \right| \leq \rho \tag{2}$$

$$w_1r_1 + w_2r_2 + w_3r_3 + w_4r_4 \leq 1 \tag{3}$$

$$\frac{w_j \cdot C}{p_j \cdot 100} = l_j \tag{4}$$

$$l_j \in \text{Integer}$$

Keterangan:

C : Jumlah modal yang akan ditempatkan

p_i : harga saham ke- i

l_j : jumlah lot saham ke- j yang dibeli

Persaman 4 menunjukkan variable l_i yang menunjukkan jumlah lot saham yang dialokasikan untuk dibeli. Simulasi Model sebagai berikut:

```

Lingua Model - lingua_new
Obj: = -0.009*w1 -0.008*w2 + 0.026*w3 + 0.008*w4
C=100000000
w1+w2+w3+w4=1
(1743) = 18000*((10.007+0.009)*w1) + ((10.228+0.8)*w2) + ((10.13+0.026)*w3) + ((10.063+0.009)*w4) =
Solve ((10.09+0.009)*w1) + ((-0.061+0.8)*w2) + ((10.276+0.026)*w3) + ((10-0.009)*w4) =
Solve ((10.094+0.009)*w1) + ((-0.090+0.8)*w2) + ((-0.04+0.026)*w3) + ((10-0.009)*w4) +
Solve ((-0.092+0.009)*w1) + ((-0.094+0.8)*w2) + ((10.09+0.026)*w3) + ((-0.041+0.009)*w4) =
Solve ((10.023+0.009)*w1) + ((-0.086+0.8)*w2) + ((10.252+0.026)*w3) + ((10.021+0.009)*w4) =
Solve ((10.011+0.009)*w1) + ((-0.037+0.8)*w2) + ((-0.133+0.026)*w3) + ((10.072+0.009)*w4) =
Solve ((-0.133+0.009)*w1) + ((-0.083+0.8)*w2) + ((-0.431+0.026)*w3) + ((-0.034+0.009)*w4) =
Solve ((10.023+0.009)*w1) + ((-0.017+0.8)*w2) + ((-0.035+0.026)*w3) + ((-0.056+0.009)*w4) =
Solve ((-0.088+0.009)*w1) + ((10.052+0.8)*w2) + ((0.012+0.026)*w3) + ((10.03+0.009)*w4) =
Solve ((-0.082+0.009)*w1) + ((10.048+0.8)*w2) + ((-0.137+0.026)*w3) + ((10.181+0.009)*w4) =
Solve ((-0.090+0.009)*w1) + ((-0.063+0.8)*w2) + ((-0.202+0.026)*w3) + ((-0.063+0.009)*w4) ; c=0.05

w1=C/(19950*100)=5.17
w2=C/(835*100)=12.1
w3=C/(1205*100)=13.1
w4=C/(274*100)=14.1
@gin(1,3)
@gin(1,3)
@gin(1,3)
@gin(1,3)

```

Gambar 3. Simulasi Model variable l_i

```

LINGO/WIN64 19.0.55 (5 May 2022 ), LINDO API 13.0.4099.342

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 8 OCT 2024

Global optimal solution found.
Objective value:                0.1133489E-01
Objective bound:                0.1133489E-01
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          10
Total solver iterations:        218
Elapsed runtime seconds:        0.72

Model Class:                    MIPF

Total variables:                 48
Nonlinear variables:             0
Integer variables:              14
Total constraints:               47
Nonlinear constraints:          0
Total nonzeros:                 160
Nonlinear nonzeros:            0

Linearization components added:
Constraints:                     40
Variables:                       40
Integers:                        10

Variable      Value      Reduced Cost
-----
W1            0.000000    0.000000
W2            0.000000    0.000000
W3            0.1373700   0.000000
W4            0.8625520   0.000000
C             0.1000000E+08 0.000000
L1            0.000000    0.1795000E-03
L2            0.000000    0.4175000E-02
L3            114.0000   -0.3133000E-04
L4            3148.000    -0.2466000E-05
    
```

Gambar 4. Simulasi Model variable l_i

Diproleh hasil $w_3 = 14\%$ dan $w_4 = 86\%$ dengan jumlah pembelian lot untuk modal 100 juta untuk saham WIIM adalah 114 Lot dan ITIC adalah 3148 lot. Dengan return 1,13 persen dan volatilitas yang diizinkan 5 persen.

SIMPULAN

Saham adalah suatu jenis surat berharga yang diperjual belikan di bursa efek. Kepemilikan saham dapat dilakukan dengan cara pemilik saham memberikan uang kepada Perusahaan melalui bursa efek. Sebelum melakukan investasi, ada berbagai pertimbangan yang menjadi penilaian bagi investor untuk memilih saham mana yang akan dibeli (Saaty, 1990) Penilaian-penilaian tersebut meliputi kinerja perusahaan, laba atau keuntungan yang akan diperoleh, harga saham, serta pertimbangan resiko dan return. Pada penelitian ini akan dilakukan pemilihan asset saham di beberapa perusahaan rokok, di antaranya PT. Gudang Garam, PT. HM Sampoerna, PT. Wismilak Inti Makmur, PT. Indonesian Tobacco.

Metode yang digunakan dalam pemilihan asset saham adalah Teknik pengambilan keputusan Multi Criteria Decisions Making (pengambilan Keputusan dengan multi kriteria). Metode pemilihan saham yang akan dibeli menggunakan fungsi tujuan memaksimalkan return, kemudian menjadikan fungsi resiko, Mean Absolute Deviation, menjadi fungsi kendala. Data yang digunakan adalah data harga saham dari keempat perusahaan rokok tersebut yang diperoleh dari Januari 2023 hingga Desember 2023. Penyelesaian dilakukan dengan menggunakan software Lingo, kemudian diperoleh hasil bahwa $w_3=14\%$ dan $w_4=86\%$ dengan jumlah pembelian lot untuk modal 100 juta untuk saham WIIM (PT. wismilak Inti Makmur) adalah 114 Lot dan ITIC (PT. Indonesian Tobacco) adalah 3148 lot. Dengan return 1,13 persen dan volatilitas yang diizinkan 5 persen. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa saham terbaik yang dapat dipilih oleh seorang investor dengan modal 100 juta adalah saham pada PT. Wismilak Inti Makmur dan kemudian PT. Indonesian Tobacco.

DAFTAR PUSTAKA

Akram, U., Hui, P., Kaleem Khan, M., Tanveer, Y., Mehmood, K., & Ahmad, W. (2018). How website quality

- affects online impulse buying: Moderating effects of sales promotion and credit card use. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 30(1), 235–256. <https://doi.org/10.1108/APJML-04-2017-0073>. Tandelilin, “Pasar modal manajemen portofolio & investasi,” *Yogyakarta PT Kanisius*, 2017.
- A. Alijoyo, Q. B. Wijaya, and I. Jacob, “Multi-criteria Decision Analysis Analisis Keputusan Multikriteria,” *Csms*, 2021, [Online]. Available: www.lspmks.com.
- E. Triantaphyllou, B. Kovalerchuk, L. Mann, and G. M. Knapp, “Determining the most important criteria in maintenance decision making,” *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 16–28, 1997.
- I. M. Adnyana, “Buku: Manajemen Investasi dan Portofolio,” 2020.
- T. Pham-Gia and T. L. Hung, “The mean and median absolute deviations,” *Math. Comput. Model.*, vol. 34, no. 7–8, pp. 921–936, 2001.
- M. Anugrahayu and U. Azmi, “Stock Portfolio Optimization Using Mean-Variance and Mean Absolute Deviation Model Based On K-Medoids Clustering by Dynamic Time Warping,” *J. Mat. Stat. dan Komputasi*, vol. 20, no. 1, pp. 164–183, 2023, doi: 10.20956/j.v20i1.27755.
- G. Kasenbacher, J. Lee, and K. Euchukanonchai, “Mean-Variance vs . Mean-Absolute Deviation : A Performance Comparison of Portfolio Optimization Models Mean-Variance vs . Mean-Absolute Deviation : A Performance Comparison of Portfolio Optimization Models,” no. January, pp. 0–11, 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.14459.36644.
- N. P. M. Mahayani and A. A. G. Suarjaya, “Penentuan Portofolio Optimal Berdasarkan Model Markowitz Pada Perusahaan Infrastruktur Di Bursa Efek Indonesia,” *E-Jurnal Manaj. Univ. Udayana*, vol. 8, no. 5, p. 3057, 2019, doi: 10.24843/ejmunud.2019.v08.i05.p17.
- I. Dunning, J. Huchette, and M. Lubin, “JuMP: A modeling language for mathematical optimization,” *SIAM Rev.*, vol. 59, no. 2, pp. 295–320, 2017.
- A. Sasongko, D. Dwijanto, and R. Arifudin, “Optimalisasi masalah transportasi solver di bagian distribusi frozen vedgeentgaabnleprogram,” *Unnes J. Math.*, vol. 1, no. 1, 2012.
- T. L. Saaty, *Multicriteria decision making: the analytic hierarchy process: planning, priority setting resource allocation*. 1990.//doi.org/10.1108/APJML-04-2017-0073
- Amel, A. F. (2020). Pengaruh Promosi Penjualan Dan E-Service Quality Terhadap Keputusan Penggunaan Aplikasi Ovo. *JRMSI - Jurnal Riset Manajemen Sains Indonesia*, 11(2), 201–223. <https://doi.org/10.21009/jrmsi.011.2.01>
- Husein, Y., Isyanto, P., & Darojatul Romli, A. (2021). Pengaruh Promosi Dan Persepsi Manfaat Terhadap Keputusan Pembelian Aplikasi Dompot Digital Ovo Pada Mahasiswa Universitas Buana Perjuangan Karawang. *Journal for Management Student (JFMS)*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.35706/jfms.v1i1.5386>
- Justin, J., & Kusumastuti, S. Y. (2022). The Influence of Security, Easy, Benefits and Community Interest on The Use of Digital Payment as A Payment Tool in Jabodetabek. *Sinomics Journal | Volume*, 1(3), 377–388. <https://doi.org/10.54443/sj.v1i3.37>
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2012). *Marketing Management* (14 th Edit). Pearson Education.
- Latief, F., & Dirwan, D. (2020). Pengaruh Kemudahan, Promosi, Dan Kemanfaatan Terhadap Keputusan Penggunaan Uang Digital. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Manajemen*, 3(1), 16–30. <https://doi.org/10.35326/jiam.v3i1.612>
- Nursukma, H., Farida, U., & Widhianingrum, W. (2021). Pengaruh Kepercayaan, Keamanan Data, Kualitas Pelayanan, dan Persepsi Resiko Menggunakan E-Commerce Terhadap Keputusan Pembelian Online (Survei Pada Pengguna Tokopedia di Ponorogo). *ISOQUANT : Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akuntansi*, 5(2), 214. <https://doi.org/10.24269/iso.v5i2.795>
- Putra, G. P., & Julianto, I. P. (2022). Pengaruh Gaya Hidup, Promosi dan Keamanan Transaksi terhadap Keputusan Penggunaan Dompot Digital pada Generasi Z di Kabupaten Tabanan. *Vokasi : Jurnal Riset Akuntansi*, 10(01), 27–35. <https://doi.org/10.23887/vjra.v10i01.56230>

- Rambe, H., & Bangsawan, S. (2023). The Influence of Use Benefits, Convenience, Discounts, Security and Risk on the Intention To Use Indonesian Digital Wallets (DANA) In Bandar Lampung. *International Journal of Regional Innovation*, 3(2), 26–35. <https://doi.org/10.52000/ijori.v3i2.78>
- Robaniyah, L., & Kurnianingsih, H. (2021). Pengaruh Persepsi Manfaat, Kemudahan Penggunaan Dan Keamanan Terhadap Minat Menggunakan Aplikasi Ovo. *Image : Jurnal Riset Manajemen*, 10(1), 53–62. <https://doi.org/10.17509/image.v10i1.32009>
- Rosa Zachrul Phonna, Sapna Biby, Mohd Heikal, & Rahmaniar. (2023). the Effect of Convenience, Promotion and Benefits on the Decision To Use a Digital Payment System in Generation Y in Lhokseumawe City. *Journal of Accounting Research, Utility Finance and Digital Assets*, 1(3), 286–295. <https://doi.org/10.54443/jaruda.v1i3.46>
- Suwiyanti, R., Tiwi, A. S., & Sulastri. (2022). Pengaruh promosi, persepsi harga, keamanan dan kenyamanan terhadap keputusan menggunakan aplikasi Gojek di Jabodetabek. *Judicious*, 03(2), 164–174. <https://doi.org/10.37010/jdc.v3i2>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). Theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Veronica, A., Ernawati, E., Rasdiana, R., Abas, M., Yusriani, Y., Hadawiah, H., Hidayah, N., Sabtohadhi, J., Marlina, H., Mulyani, W., Zulkarnaini, Z., & Aulia, S. S. (2022). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Weerasinghe, S., & Hindagolla, M. C. B. (2018). Technology acceptance model and social network sites (SNS): a selected review of literature. *Global Knowledge, Memory and Communication*, 67(3), 142–153. <https://doi.org/10.1108/GKMC-09-2017-0079>