

## MULTI-CRITERIA AS DECISIONS MAKING MENGGUNAKAN PROGRAM LINIER DAN INTEGER PROGRAMMING

Rischa Devita<sup>1</sup>, Ferdinan Rinaldo Tampubolon<sup>2</sup>  
[rischadevita@polmed.ac.id](mailto:rischadevita@polmed.ac.id)<sup>1</sup>, [ferdinantampubolon@polmed.ac.id](mailto:ferdinantampubolon@polmed.ac.id)<sup>2</sup>  
Politeknik Negeri Medan

### Abstrak

Keputusan untuk memilih aset saham harus di analisis dengan tepat dengan pertimbangan yang matang sebagaimana banyak serangkaian alternatif sehingga hasil pemilihan tersebut memaksimalkan pencapaian profit atau keuntungan yang diharapkan. Beberapa pilihan alternatif keputusan dibutuhkan untuk pembandingan agar keputusan yang akan diambil dapat mencapai sasarannya, yaitu keputusan yang tepat memaksimalkan keberhasilan suatu profit atau keuntungan atau meminimalisir efek negatif dari suatu keputusan yang diterima sebagai resiko dari suatu peristiwa. Oleh sebab itu perlu pendekatan yang komprehensif dalam memilih keputusan agar hasil keputusan tersebut sesuai dengan keberhasilan suatu profit atau keuntungan. Pengambilan keputusan dengan beberapa kriteria (Multi-criteria as decisions making) adalah salah satu metode pendekatan yang dapat digunakan untuk memilih antara keputusan yang lebih tepat atau sesuai dengan kondisi yang ada. Pada dasarnya, tujuan dari metode ini adalah agar pembuat keputusan dapat menentukan keputusan yang tepat dalam situasi dan kondisi yang dialami dengan alternatif keputusan mana yang lebih tepat. Terdapat beberapa kriteria dari suatu objek yang akan dipilih dan kemudian ditulis dalam sebuah pemodelan matematika yang bersifat linier. Pemilihan saham yang akan dibeli menggunakan fungsi tujuan memaksimalkan return, dan menjadikan fungsi resiko Mean Absolute Deviation, menjadi fungsi kendala.

**Kata kunci :** Multi-Criteria Decisions Making., Fungsi objektif., Mean Absolute Deviation., Mixed Integer Linear Programming.

### 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 dibelikan saham ataupun obligasi. ( Tandelilin, 2017)[1]

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).[2] Multi Criteria Decisions Making (MCDM) mengandung tiga unsur, di antaranya:

Atribut, memberikan ciri atau keterangan dari suatu objek seperti tinggi, luas, besar, dan sebagainya.

Obyektif menyatakan arah perbaikan atau keusahaan terhadap atribut, memaksimalkan harga, memaksimalkan profit, dan sebagainya

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 sarannya. 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 PENELITIAN**

### **Tahapan Penelitian**

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

### **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.[3] 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 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.[4] 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.[5] 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:

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.

Resiko biasanya dilihat semakin besarnya resiko semakin besar pula tingkat return harapan. Pengambil keputusan tidak mau menanggung resiko yang terlalu tinggi.

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: 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.[3] 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 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.[4] 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.[5] 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 memaksimumkan return dengan mengatur persentase alokasi asset seperti persamaan dibawah ini:

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

## 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.[6] Kami mulai dengan meninjau konsep probabilitas yang penting bagi model tersebut. oleh Konno Yamazaki dimana resiko volatilitas aset berada dibawah nilai yang diinginkan ( $\rho$ ) 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.[7]

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.[8] Rasio yang besar membuktikan tinginya keberhasilan pucuk pimpinan industri dalam mengemban misi dari para pemiliknya, ialah laba per rupiah modal yang ditanamkan dalam industri.[3] 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
$\rho$	: tingkat volatilitas yang diizinkan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 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.[9] 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.[10] 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<=2;
(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)+((0-0.009)*w4))+
@abs((0.094+0.009)*w1)+((-0.098+0.5)*w2)+((-0.04-0.026)*w3)+((0-0.009)*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 19.0.55 (8 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:         23
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            0.137521    0.000000
W4            0.9624079    0.000000

Row  Slack or Surplus  Dual Price
1      0.1133907E-01    1.000000
2      0.000000         0.3651409E-02
3      0.000000         0.1531532
    
```

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 Wismilak 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:

$$\text{Maks: } w_1r_1 + w_2r_2 + w_3r_3 + w_4r_4 \quad (1)$$

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

$$w_1r_1 + w_2r_2 + w_3r_3 + w_4r_4 \leq 1 \quad (3)$$

$$\frac{w_j \cdot C}{p_j \cdot 100} = l_j \quad (4)$$

$l_j \in \text{Integer}$

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:

```
Lingo Model - lingo_new
Max = -0.005*w1 -0.005 *w2 + 0.026*w3 + 0.009 *w4;
C=1000000;
w1=w2=w3=w4<=1;
(1/12)*($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)+((0-0.009)*w4))+
$abs(((0.094+0.009)*w1)+((-0.098+0.5)*w2)+((-0.04-0.026)*w3)+((0-0.009)*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(((0-0.139+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(((0-0.054+0.009)*w1)+((-0.052+0.5)*w2)+((0.012-0.026)*w3)+((0.03-0.009)*w4))+
$abs(((0-0.092+0.009)*w1)+((0.049+0.5)*w2)+((-0.137-0.026)*w3)+((0.151-0.009)*w4))+
$abs(((0-0.038+0.009)*w1)+((-0.063+0.5)*w2)+((-0.202-0.026)*w3)+((-0.063-0.009)*w4))<=0.05;

w1<=C/(1995*100)=11;
w2<=C/(835*100)=12;
w3<=C/(1325*100)=13;
w4<=C/(274*100)=14;
@gin(11);
@gin(12);
@gin(13);
@gin(14);
```

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: 0.1133459E-01
Objective bound: 0.1133459E-01
Infeasibilities: 0.000000
Extended solver steps: 10
Total solver iterations: 218
Elapsed runtime seconds: 0.72

Model Class: MILP

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 0.8626299 0.000000
C 0.1000000E+09 0.000000
L1 0.000000 0.1795500E-03
L2 0.000000 0.4175000E-05
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.

## KESIMPULAN

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.[11] 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

- [1] E. Tandelilin, "Pasar modal manajemen portofolio & investasi," Yogyakarta PT Kanisius, 2017.
- [2] A. Alijoyo, Q. B. Wijaya, and I. Jacob, "Multi-criteria Decision Analysis Analisis Keputusan Multikriteria," Csms, 2021, [Online]. Available: [www.lspmks.-](http://www.lspmks.-)
- [3] 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.
- [4] I. M. Adnyana, "Buku: Manajemen Investasi dan Portofolio," 2020.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] I. Dunning, J. Huchette, and M. Lubin, "JuMP: A modeling language for mathematical optimization," *SIAM Rev.*, vol. 59, no. 2, pp. 295–320, 2017.
- [10] A. Sasongko, D. Dwijanto, and R. Arifudin, "Optimalisasi masalah transportasi solver di bagian distribusi frozen vedgeentgaabnleprogram," *Unnes J. Math.*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [11] T. L. Saaty, *Multicriteria decision making: the analytic hierarchy process: planning, priority setting resource allocation*. 1990.