

Penerapan Dekomposisi LU dalam Membantu Pengambilan Keputusan Investasi Jangka Panjang

Hasri Fayadh Muqaffa - 13523156¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹hasri.fayadh@gmail.com, 13523156@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Investasi jangka panjang merupakan salah satu strategi keuangan untuk mencapai kebebasan finansial dan membangun kekayaan melalui menempatkan sejumlah dana pada instrument investasi, biasanya lebih dari lima tahun. Dalam pengambilan keputusan investasi jangka panjang, dibutuhkan analisis yang mendalam dan matang serta berbasis data untuk meminimalkan risiko dan memaksimalkan hasil. Akan tetapi, tahapan perhitungan data keuangan, seperti hubungan antar aset, fluktuasi pasar, dan faktor risiko membutuhkan waktu dan usaha yang signifikan. Dengan demikian, dibutuhkan metode yang lebih matematis dan komputasi dalam melakukan perhitungan data keuangan. Makalah ini mengkaji penerapan dekomposisi LU yang mampu menyederhanakan dan mempercepat perhitungan data keuangan sehingga membantu dalam pengambilan keputusan investasi jangka panjang

Keywords—investasi jangka panjang, risiko, hasil, data keuangan, dekomposisi LU

I. PENDAHULUAN

Untuk membangun kekayaan dan mencapai kestabilan finansial, investasi jangka panjang dapat menjadi salah satu strateginya. Investasi jangka panjang merupakan strategi keuangan dengan menempatkan sejumlah dana ke dalam suatu aset untuk mendapatkan hasil (return) dalam jangka waktu yang lumayan lama, biasanya di atas lima tahun. Dalam berinvestasi, tentunya diperlukan suatu pengambilan keputusan investasi. Keputusan investasi merupakan tahapan dalam investasi untuk memilih pengalokasian dana ke dalam suatu bentuk instrumen investasi. Tujuan dari keputusan investasi ini adalah untuk memilih instrumen investasi secara bijaksana dengan mempertimbangkan berbagai hal, seperti risiko. Sifat dari keputusan investasi dapat diklasifikasikan dalam berbagai variasi tergantung pada tujuan, jangka waktu risiko, dan konteksnya. Pada makalah ini, sifat dari keputusan investasi difokuskan pada keputusan investasi berdasarkan jangka waktu, tepatnya keputusan investasi jangka panjang. Dalam praktiknya, keputusan investasi jangka panjang berfokus pada laju tumbuhnya nilai investasi dan potensi hasil (return) yang lebih besar, walaupun dengan risiko (risk) yang juga besar. Pengambilan keputusan investasi memerlukan pertimbangan yang matang dan berbasis data untuk meminimalkan risiko (risk) dan memaksimalkan hasil (return). Salah satu Langkah yang dilakukan dalam pengambilan keputusan investasi adalah

perhitungan data keuangan. Perhitungan data keuangan, seperti hubungan antar aset, fluktuasi pasar, dan faktor risiko memerlukan waktu yang lama dan usaha yang besar jika dilakukan secara tradisional. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan matematis yang dapat mempercepat proses perhitungan data keuangan tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Dekomposisi LU. Dekomposisi LU merupakan salah satu metode memfaktorkan sebuah matriks. Dalam konteks pengambilan keputusan investasi jangka panjang, metode ini dapat digunakan untuk menyederhanakan perhitungan data keuangan. Metode ini bukan hanya meningkatkan akurasi hasil analisis, melainkan juga mengurangi waktu komputasi jika dibandingkan dengan perhitungan tradisional, seperti eliminasi Gauss. Dengan demikian, makalah ini dibuat untuk mengkaji penerapan metode Dekomposisi LU dalam analisis investasi, terutama investasi jangka panjang dan menjelaskan kegunaannya dalam membantu pengambilan keputusan investasi jangka panjang.

II. DEKOMPOSISI LU

Dekomposisi LU adalah metode dalam aljabar linier yang digunakan untuk memfaktorkan sebuah matriks A yang berukuran $n \times n$ menjadi hasil perkalian dua matriks, yaitu matriks segitiga bawah L (*Lower*) dan matriks segitiga atas U (*Upper*).

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ l_{21} & 1 & 0 & \dots & 0 \\ l_{31} & l_{32} & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & l_{n2} & l_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & \dots & u_{1n} \\ 0 & u_{22} & u_{23} & \dots & u_{2n} \\ 0 & 0 & u_{33} & \dots & u_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & u_{nn} \end{bmatrix}$$

Gambar 1
Ilustrasi Dekomposisi LU

Terdapat dua metode yang digunakan untuk memfaktorkan matriks A menjadi matriks L dan U agar menjadi $A = LU$, yaitu Metode LU-Gauss dan Metode Reduksi Crout

A. LU-Gauss

Dilakukan melalui pendekatan eliminasi Gauss untuk memfaktorkan matriks A menjadi L dan U.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Gambar 2
Dekomposisi LU dengan Metode LU-Gauss

Langkah-langkahnya adalah

1. Nyatakan A sebagai $A = IA$.
2. Setelah itu, lakukan eliminasi Gauss dengan OBE pada matriks A agar menjadi matriks U.
3. Simpan faktor pengali m_{ij} pada posisi l_{ij} atau pada baris i dan kolom j di matriks L.
4. Ulangi langkah eliminasi gauss hingga menjadi seperti gambar 1.

B. Metode Reduksi Crout

Metode Reduksi Crout dilakukan pada kesamaan $A = LU$

$$LU = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} \\ l_{21}u_{11} & l_{21}u_{12} + u_{22} & l_{21}u_{13} + u_{23} \\ l_{31}u_{11} & l_{31}u_{12} + l_{32}u_{22} & l_{31}u_{13} + l_{32}u_{23} + u_{33} \end{bmatrix} = A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

Gambar 3
Dekomposisi LU dengan Metode Reduksi Crout

Langkah-langkah dalam menyelesaikan dengan Metode Reduksi Crout adalah dengan menyelesaikan persamaan pada gambar 3 secara bergantian dimulai dari baris pertama U, kolom pertama L, baris kedua U, kolom kedua L, dan seterusnya. Diperoleh rumus Metode Reduksi Crout sebagai berikut:

$$u_{pj} = a_{pj} - \sum_{k=1}^{p-1} l_{pk}u_{kj}$$

Dengan $p = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $j = p, p+1, p+2, \dots, n$

$$l_{iq} = \frac{a_{iq} - \sum_{k=1}^{p-1} l_{ik}u_{kq}}{u_{qq}}$$

Dengan $q = 1, 2, 3, \dots, n$ dan $i = q, q+1, q+2, \dots, n$

Salah satu kegunaan dari Dekomposisi LU adalah untuk menyelesaikan persamaan linier $Ax = b$. Ingat kembali, $A = LU$, maka $Ax = b$ dapat dibuatkan menjadi $LUX = b$. Lalu, misalkan $Ux = y$, maka dapat dibuat menjadi $Ly = b$. Lakukan teknik penyulihan maju untuk mendapatkan $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ pada $Ly = b$, sedangkan lakukan teknik penyulihan mundur untuk mendapatkan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ pada $Ux = y$.

III. KEPUTUSAN INVESTASI JANGKA PANJANG

Keputusan investasi adalah tahapan dalam menentukan pengalokasian sumber daya keuangan untuk meminimalkan risiko (*risk*) dan memaksimalkan hasil (*return*). Secara umum, keputusan investasi didasari oleh konsep-konsep dasar dalam keuangan sebagai berikut

A. Risk-Return Tradeoff

Konsep ini menyatakan bahwa setiap keputusan investasi selalu melibatkan pertukaran dari risiko (*risk*) dan hasil (*return*) yang diinginkan. Semakin besar hasil yang diinginkan oleh investor, semakin besar pula risiko yang harus dihadapi. Dalam prosesnya, konsep ini memanfaatkan data keuangan, seperti historis data aset dan korelasi antar aset

B. Efficient Market Hypothesis (EMH)

Dalam EMH, harga aset keuangan mencerminkan seluruh informasi yang ada. Dalam konsep ini, pengambilan keputusan investasi sering kali didasari oleh analisis data historis dan prediksi berbasis statistik.

C. Diversifikasi Portofolio

Prinsip diversifikasi memiliki fokus pada pengalokasian dana ke beberapa instrumen investasi untuk mengurangi risiko total. Diversifikasi dirancang dari analisis data keuangan historis

D. Pendekatan Berbasis Data

Keputusan investasi berbasis data membuat pengambilan keputusan yang lebih hati-hati dan bijak melalui perhitungan dan analisis yang mendalam

Perhitungan data keuangan adalah salah satu proses penting dalam pengambilan keputusan investasi. Pada makalah ini, akan digunakan empat contoh elemen data keuangan, yaitu:

A. Hubungan Antar Aset (Korelasi dan Kovarians)

Korelasi dan kovarians merupakan dua hal penting untuk memahami hubungan antar aset dan bagaimana dampaknya terhadap risiko portofolio. Kovarians menghitung bagaimana pergerakan dari dua aset secara bersama. Jika dua aset memiliki kovarians yang positif, itu menandakan bahwa kedua keduanya bergerak searah, sedangkan jika kedua aset memiliki kovarians yang negatif, itu menandakan bahwa aset-aset bergerak berlawanan arah. Pada makalah ini, akan difokuskan pada kovarians yang akan dikaitkan dengan dekomposisi LU.

Rumus kovarians antara dua aset i dan j adalah sebagai berikut:

$$Cov(R_i, R_j) = 1/n \sum_{k=1}^n (R_{i,k} - \bar{R}_i)(R_{j,k} - \bar{R}_j)$$

Dengan $R_{i,k}$ dan $R_{j,k}$ adalah hasil (*return*) aset i dan j pada periode ke-k dan n adalah jumlah periode pengamatan

B. Fluktuasi Pasar

Fluktuasi pasar merujuk pada perubahan nilai suatu instrumen investasi yang terjadi dalam jangka waktu tertentu. Fluktuasi menggambarkan sejauh mana nilai dari suatu aset bergerak naik atau turun dalam periode waktu tertentu. Semakin besar fluktuasi, semakin besar juga kemungkinan nilai aset bergerak dengan cepat ke arah yang tidak diduga. Salah satu cara menghitung fluktuasi pasar adalah dengan menggunakan standar deviasi. Semakin besar standar deviasi, semakin besar fluktuasi nilai suatu aset, yang mana ini menandakan investasi tersebut risikonya tinggi. Berikut adalah rumus standar deviasi yang digunakan:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}$$

Dengan n adalah jumlah data, R_i adalah pengembalian atau nilai data pada hari ke-i

IV. PENERAPAN DEKOMPOSISI LU DALAM KEPUTUSAN INVESTASI JANGKA PANJANG

A. Hubungan Antar Aset dengan Dekomposisi LU

Misalkan, terdapat portofolio dengan 3 aset, yaitu A, B, C. Pertama, tentukan hasil (*return*) R_i untuk masing-masing aset selama 4 periode. Misalkan hasil (*return*) dari masing-masing aset adalah sebagai berikut:

Periode	A	B	C
1	5	6	7
2	6	5	8
3	7	7	6
4	8	6	9

Tabel 1

Data Contoh Return 3 Aset selama 4 Periode

Dari tabel di atas, didapatkan rata-rata hasil (*return*) tiap aset sebagai berikut:

- Rata-rata hasil (*return*) A adalah 6,5%
- Rata-rata hasil (*return*) b adalah 6%
- Rata-rata hasil (*return*) C adalah 7,5%

Lalu, hitung kovarians untuk setiap pasangan aset dengan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya. Contohnya untuk pasangan antara aset A dan aset B dapat dihitung dengan:

$$Cov(R_A, R_B) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (R_{A,k} - \bar{R}_A)(R_{B,k} - \bar{R}_B)$$

$$Cov(R_A, R_B) = \frac{1}{4} ((5 - 6.5)(6 - 6) + (6 - 6.5)(5 - 6) + (7 - 6.5)(7 - 6) + (8 - 6.5)(6 - 6))$$

$$Cov(R_A, R_B) = 0,25$$

Begitu juga, untuk pasangan aset lainnya.

Setelah mengitung semua kovarians, masukkan semua nilai kovarians yang didapatkan ke dalam matrisk berikut:

$$A = \begin{bmatrix} Cov(R_A, R_A) & Cov(R_A, R_B) & Cov(R_A, R_C) \\ Cov(R_B, R_A) & Cov(R_B, R_B) & Cov(R_B, R_C) \\ Cov(R_C, R_A) & Cov(R_C, R_B) & Cov(R_C, R_C) \end{bmatrix}$$

Sehingga menjadi

$$A = \begin{bmatrix} 1,25 & 0,25 & 0,5 \\ 0,25 & 0,5 & -0,5 \\ 0,5 & -0,5 & 1,25 \end{bmatrix}$$

Lalu, lakukan dekomposisi LU. Ubahlah agar menjadi $A = LU$. Berdasarkan perhitungan didapatkan

$$L = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,4 & 1 & 0 \\ 0,2 & -0,75 & 1 \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} 1,25 & 0,25 & 0,5 \\ 0 & -0,6 & 1,05 \\ 0 & 0 & 0,1875 \end{bmatrix}$$

Setelah itu, misalkan target hasil (*return*) untuk masing-masing aset adalah sebagai berikut

- Aset A = 7,5%
- Aset B = 7%
- Aset C = 6,5%

Didapatkan, vector b, yaitu

$$b = \begin{bmatrix} 0,075 \\ 0,07 \\ 0,065 \end{bmatrix}$$

Lakukan penyelesaian SPL $Ax = b$. Pertama, lakukan penyulihan maju untuk mencari nilai y dengan $Ly = b$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,4 & 1 & 0 \\ 0,2 & -0,75 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,075 \\ 0,07 \\ 0,065 \end{bmatrix}$$

Didapatkan nilai $y_1 = 0,075$, $y_2 = 0,04$, dan $y_3 = 0,08$. Kedua, lakukan penyulihan mundur untuk mencari nilai x dengan $Ux = y$

$$\begin{bmatrix} 1,25 & 0,25 & 0,5 \\ 0 & -0,6 & 1,05 \\ 0 & 0 & 0,1875 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,075 \\ 0,04 \\ 0,08 \end{bmatrix}$$

Didapatkan nilai $x_1 = -24,67\%$, $x_2 = 68\%$, dan $x_3 = 42,67\%$. Berdasarkan hasil, dapat diketahui bahwa aset A harus dijual terlebih dahulu sebesar 24,67% atau dikenal dengan *short position*, aset B harus dialokasikan dana sebesar 68% karena memiliki kemungkinan untuk mencapai target *return*, dan aset C harus dialokasikan dana sebesar 42,67% karena memiliki kemungkinan untuk mencapai target *return*.

Penggunaan Dekomposisi LU untuk hubungan antar aset dalam python:

1. Masukkan *return* setiap aset selama 4 periode

```
import numpy as np
from scipy.linalg import lu

returns = np.array([
    [5, 6, 7],
    [6, 5, 8],
    [7, 7, 6],
    [8, 6, 9]
])
```

Gambar 4

Data Return Setiap Aset Selama 4 Periode

- Lakukan Dekomposisi LU dan Selesaikan Persamaan Linier. Jangan lupa tetapkan target *return* tiap aset.

```
mean_returns = np.array([6.5, 6, 7.5])
cov_matrix = np.cov(returns, rowvar=False, bias=True)
P, L, U = lu(cov_matrix)
b = np.array([0.075, 0.07, 0.065])
y = np.linalg.solve(L, b)
x = np.linalg.solve(U, y)

print("Matriks Kovarians:")
print(cov_matrix)
print("Maytriks L:")
print(L)
print("Maytriks U:")
print(U)

print("\nAlokasi dana untuk masing-masing aset:")
print(f"Aset A: {x[0] * 100:.2f}%")
print(f"Aset B: {x[1] * 100:.2f}%")
print(f"Aset C: {x[2] * 100:.2f}%")
```

Gambar 5

Dekomposisi LU dan Penyelesaian Persamaan Linier

```
Matriks Kovarians:
[[ 1.25  0.25  0.5 ]
 [ 0.25  0.5  -0.5 ]
 [ 0.5  -0.5  1.25]]
Maytriks L:
[[ 1.  0.  0. ]
 [ 0.4  1.  0. ]
 [ 0.2 -0.75  1. ]]
Maytriks U:
[[ 1.25  0.25  0.5 ]
 [ 0.  -0.6  1.05 ]
 [ 0.  0.  0.1875]]

• Alokasi dana untuk masing-masing aset:
Aset A: -24.67%
Aset B: 68.00%
Aset C: 42.67%
```

Gambar 6

Output untuk Matriks Kovarians, Matriks L, Matriks U dan Hasil Penyelesaian Persamaan Linier

- Fluktuasi Pasar dengan Dekomposisi LU
Misalkan diberikan data hasil (*return*) harian dari aset A,

aset B, dan aset C sebagai berikut:

Hari	Return A	Return B	Return C
1	0,02	0,01	0,015
2	0,03	0,02	0,02
3	0,01	0,005	0,01
4	0,025	0,015	0,02
5	0,015	0,01	0,025

Tabel 2

Contoh Data Return Harian dari 3 Aset

Dari tabel di atas, didapatkan rata-rata hasil (*return*) tiap aset sebagai berikut

- Rata-rata *return* aset A = 0,02
- Rata-rata *return* aset B = 0,012
- Rata-rata *return* aset C = 0,018

Lalu, hitung standar deviasi untuk setiap aset menggunakan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya. Contohnya untuk aset A dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{1}{5-1} \sum_{i=1}^5 (R_i - 0,02)^2}$$

Sehingga didapatkan $\sigma_A = 0,0079$. Lakukan hal yang sama untuk aset B dan C, sehingga didapatkan $\sigma_B = 0,0057$ dan $\sigma_C = 0,0057$. Setelah itu, hitung kovarians antara aset A, B, dan C menggunakan rumus yang telah dijelaskan sebelumnya. Diperoleh:

- $Cov(A, B) = Cov(B, A) = 0,00004375$
- $Cov(A, C) = Cov(C, A) = 0,00001875$
- $Cov(B, C) = Cov(C, B) = 0,0000175$

Semua perhitungan yang telah didapatkan, susun ke dalam matriks A berikut:

$$A = \begin{bmatrix} \sigma_A^2 & Cov(R_A, R_B) & Cov(R_A, R_C) \\ Cov(R_B, R_A) & \sigma_B^2 & Cov(R_B, R_C) \\ Cov(R_C, R_A) & Cov(R_C, R_B) & \sigma_C^2 \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} 0,0000625 & 0,00004375 & 0,00001875 \\ 0,00004375 & 0,0000325 & 0,0000175 \\ 0,00001875 & 0,0000175 & 0,0000325 \end{bmatrix}$$

Setelah itu, lakukan dekomposisi LU pada matriks A di atas, menjadi $A = LU$. Berdasarkan perhitungan didapatkan:

$$L = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,3 & 1 & 0 \\ 0,7 & 0,428 & 1 \end{bmatrix}$$

$$U = \begin{bmatrix} 0,0000625 & 0,00004375 & 0,00001875 \\ 0 & 0,00004375 & 0,00002687 \\ 0 & 0 & -0,00000714 \end{bmatrix}$$

Setelah itu, misalkan target hasil (*return*) untuk masing-

masing aset adalah sebagai berikut

- Aset A = 7,5%
- Aset B = 7%
- Aset C = 6,5%

Didapatkan, vector b, yaitu

$$b = \begin{bmatrix} 0,075 \\ 0,07 \\ 0,065 \end{bmatrix}$$

Lakukan penyelesaian SPL $Ax = b$. Pertama, lakukan penyulihan maju untuk mencari nilai y dengan $Ly = b$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,3 & 1 & 0 \\ 0,7 & 0,428 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,075 \\ 0,07 \\ 0,065 \end{bmatrix}$$

Didapatkan nilai $y_1 = 0,075$, $y_2 = 0,0425$, dan $y_3 = -0,000714$. Kedua, lakukan penyulihan mundur untuk mencari nilai x dengan $Ux = y$

$$\begin{bmatrix} 0,0000625 & 0,00004375 & 0,00001875 \\ 0 & 0,00004375 & 0,00002687 \\ 0 & 0 & -0,00007142 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,075 \\ 0,0425 \\ -0,000714 \end{bmatrix}$$

Didapatkan nilai $x_1 = -5200$, $x_2 = 9100$, dan $x_3 = 100$. Berdasarkan perhitungan, didapatkan bahwa terdapat bobot tidak realistis, maka akan digunakan normalisasi hasil menggunakan rumus

$$x'_i = \frac{x_i}{\sum x_i}$$

Diperoleh

$$\sum x = -5200 + 9100 + 100 = 4000$$

Sehingga, tiap bobot aset menjadi $x_1' = -1,3$, $x_2' = 2,275$ dan $x_3' = 0,025$. Berdasarkan hasil, dapat diketahui bahwa aset A harus dijual terlebih dahulu atau dikenal dengan *short position*, aset B harus dialokasikan dana yang cukup besar karena memiliki kemungkinan untuk mencapai target *return*, dan aset C harus dialokasikan dana yang cukup kecil karena memiliki kemungkinan untuk mencapai target *return* kecil.

Penggunaan Dekomposisi LU untuk fluktuasi pasar dalam python:

1. Masukkan *return* aset harian

```
import numpy as np
from scipy.linalg import lu

returns = np.array([
    [0.02, 0.01, 0.015],
    [0.03, 0.02, 0.02],
    [0.01, 0.005, 0.01],
    [0.025, 0.015, 0.02],
    [0.015, 0.01, 0.025]
])
```

Gambar 7
Data Return Aset Harian

2. Lakukan Dekomposisi LU dan Selesaikan Persamaan Linier. Jangan lupa tetapkan target *return* tiap aset.

```
mean_returns = np.array([0.02, 0.012, 0.018])

# Menghitung standar deviasi
std_devs = np.sqrt(np.sum((returns - mean_returns) ** 2, axis=0) /
                    (returns.shape[0] - 1))

cov_matrix = np.cov(returns, rowvar=False)

A = np.array([[
    [std_devs[0]**2, cov_matrix[0, 1], cov_matrix[0, 2]],
    [cov_matrix[1, 0], std_devs[1]**2, cov_matrix[1, 2]],
    [cov_matrix[2, 0], cov_matrix[2, 1], std_devs[2]**2]
]])

P, L, U = lu(A)

# Target return
b = np.array([0.075, 0.07, 0.065])
y = np.linalg.solve(L, np.dot(P.T, b))
x = np.linalg.solve(U, y)
x_sum = np.sum(x)
x_normalized = x / x_sum

# Output hasil
print("Standar Deviasi Aset A: {:.4f}".format(std_devs[0]))
print("Standar Deviasi Aset B: {:.4f}".format(std_devs[1]))
print("Standar Deviasi Aset C: {:.4f}".format(std_devs[2]))
print("\nMatriks Kovarians:")
print(cov_matrix)
print("\nMatriks L:")
print(L)
print("\nMatriks U:")
print(U)
print("Bobot aset setelah normalisasi:")
print(f"Aset A: {x_normalized[0]:.4f}")
print(f"Aset B: {x_normalized[1]:.4f}")
print(f"Aset C: {x_normalized[2]:.4f}")
```

Gambar 8
Dekomposisi LU dan Penyelesaian Persamaan Linier

```

• Standar Deviasi Aset A: 0.0079
  Standar Deviasi Aset B: 0.0057
  Standar Deviasi Aset C: 0.0057

Matriks Kovarians:
[[6.250e-05 4.375e-05 1.875e-05]
 [4.375e-05 3.250e-05 1.750e-05]
 [1.875e-05 1.750e-05 3.250e-05]]

Matriks L:
[[1.      0.      0.      ]
 [0.3    1.      0.      ]
 [0.7    0.42857143 1.      ]]

Matriks U:
[[ 6.25000000e-05  4.37500000e-05  1.87500000e-05]
 [ 0.00000000e+00  4.37500000e-06  2.68750000e-05]
 [ 0.00000000e+00  0.00000000e+00 -7.14285714e-06]]

Bobot aset setelah normalisasi:
Aset A: -1.3000
Aset B: 2.2750
Aset C: 0.0250

```

Gambar 9
Output untuk Matriks Kovarians, Matriks L, Matriks U dan Hasil Penyelesaian Persamaan Linier

V. KESIMPULAN

Investasi jangka panjang merupakan strategi keuangan yang memiliki tujuan untuk mengalokasikan dana ke suatu instrumen investasi dengan harapan mendapatkan hasil (*return*) yang diinginkan dalam jangka waktu 5 tahun lebih. Strategi ini menitikberatkan pada pertumbuhan nilai investasi dan potensi hasil (*return*) yang akan dihasilkan. Dalam pengambilan keputusan investasi, dibutuhkan analisis yang mendalam, matang dan berbasis data untuk meminimalkan risiko (*risk*) dan memaksimalkan hasil (*return*). Keputusan investasia ini melibatkan berbagai faktor, termasuk perhitungan data keuangan, seperti hubungan antar aset, fluktuasi pasar, dan faktor risiko. Dalam prosesnya, perhitungan data keuangan membutuhkan waktu yang lama, jika tidak dilakukan dengan pendekatan matematis dan komputasi. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Dekomposisi LU. Metode ini membuat perhitungan data semakin cepat, seperti perhitungan hubungan antar aset dan fluktuasi pasar. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dekomposisi LU dapat mempermudah dalam menemukan alokasi dana untuk masing-masing aset berdasarkan hubungan antar aset dan fluktuasi pasar dengan menggunakan data historis aset. Dengan demikian, metode ini memberikan solusi yang praktis untuk mengatasi tantangan analisis investasi dan membantu investor untuk mengambil keputusan dengan cepat dan efektif.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan kasih sayang-Nya yang telah memungkinkan penulis dapat menyelesaikan masalah ini tanpa ada kendala dan tantangan yang terlalu berat. Penghargaan juga disampaikan kepada keluarga, kerabat, dan teman-teman yang telah memberikan dukungan sehingga penulis berhasil menyelesaikan makalah

Tak lupa, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada para dosen pengampuh mata kuliah IF2123, khususnya kepada pak Dr. Judhi Santoso, M.Sc. dan pak Arrival Dwi Sentosa, S.Kom., M.T., yang telah memberikan pengetahuan dan pembelajaran yang sangat berharga bagi penulis selama perkuliahan. Penulis berharap makalah ini dapat dimanfaatkan dengan bagus, baik untuk penulis, maupun orang lain.

REFERENSI

- [1] <https://www.sunlife.co.id/id/life-moments/preparing-to-retire/tips-and-types-of-long-term-investments-to-choose-wisely/>
diakses pada 29 Desember 2024
- [2] <https://depositobpr.id/blog/keputusan-investasi-adalah>
diakses pada 29 Desember 2024
- [3] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2022-2023/Algeo-20-Singular-value-decomposition-Bagian1-2022.pdf>
diakses pada 30 Desember 2024
- [4] <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2022-2023/Algeo-22-Dekomposisi-LU.pdf>
diakses pada 30 Desember 2024
- [5] <https://www.scribd.com/doc/86738234/Kovarian-Menggunakan-Data-Historis>
diakses pada 1 Januari 2025
- [6] <https://www.ocbc.id/id/article/2022/02/24/standar-deviasi-adalah>
diakses pada 1 Januari 2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 2 Januari 2025



Hasri Fayadh Muqaffa 13523156