

LAPORAN PENELITIAN
SKEMA PENELITIAN
KEILMUAN - KOM - Dosen Pemula

AREA PENELITIAN :
Sains Dan Teknologi Era Industri 4.0 Dan Masyarakat 5.0

**PERBANDINGAN AKUMULASI TABUNGAN PENSIUN BERDASARKAN
TINGKAT INFLASI, JENIS DAN ALOKASI
ASET INVESTASI**



Oleh :

Ketua Peneliti:

Arsyelina Husni Johan, S.Si., M.Si.
NIP. 198906082024062001

Anggota :

Rosa Andriani, M.Aktr.
NIP. 199003062024062002

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TERBUKA
2024

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS TERBUKA**

1.	a.	Judul Penelitian	: Perbandingan Akumulasi Tabungan Pensiun Berdasarkan Tingkat Inflasi, Jenis Dan Alokasi Aset Investasi
	b.	Skema Penelitian	: KOM - Dosen Pemula
	c.	Area Penelitian	: Kompetitif Keilmuan
2.		Ketua Peneliti	
	a.	Nama Lengkap & Gelar	: Arsyelina Husni Johan, S.Si., M.Si.
	b.	NIP/NIDN	: 198906082024062001
	c.	Golongan Kepangkatan	: III/B
	d.	Jabatan Akademik	: Dosen Asisten Ahli (Masa Percobaan)
	e.	Fakultas	: FST
	f.	Unit Kerja	: FST
	g.	Program Studi	: S1 Matematika
3.		Anggota	
	a.	Nama Anggota I	: Rosa Andriani, S.Pd., M.Aktr.
	b.	NIP Anggota I	: 199003062024062002
4.	a.	Tahun Penelitian	: 2024
	b.	Lama Penelitian	: 3 (tiga) Bulan
5.		Biaya Penelitian	
	a.	Diusulkan	: 10.000.000
	b.	Disetujui	: 8.232.000
6.		Sumber Biaya	: Universitas Terbuka
7.		Pemanfaatan Hasil Penelitian	
	a.	Seminar	: Nasional/Regional/Internasional***)
	b.	Jurnal	: UT/Nasional/Internasional***)
8.		Luaran Penelitian	: Sinta 4,5,6

Tangerang Selatan, 26 November 2024



Mengesahkan
Dekan FST

Dr. Subekti Nurmawati, M.Si.
NIP. 196705181991032001

Ketua Peneliti

Arsyelina Husni Johan, S.Si., M.Si.
NIP. 198906082024062001



Menyetujui
Ketua LPPM-UT

Prof. Dewi Artati Padmo Putri, Ph.D.
NIP. 196107241987102003



Kepala Pusat Penelitian Keilmuan

Dr. Mery Noviyanti, S.Si., M.Pd.
NIP. 198111242005012003

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan masalah.....	1
C. Tujuan.....	2
D. Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Tingkat Inflasi.....	3
B. Simulasi Monte Carlo.....	3
C. Return Asset.....	4
D. Return Portofolio.....	5
E. Kovariansi Asset.....	5
F. Peluang Hidup.....	5
BAB III METODE PENELITIAN.....	6
A. Jenis Penelitian.....	6
B. Lokasi dan Lama Penelitian.....	6
C. Tahapan Penelitian.....	6
D. Pengolahan Data dan Simulasi.....	7
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	12
A. Deskripsi Objek Penelitian.....	12
B. Hasil Penelitian.....	15
C. Pembahasan.....	17
BAB IV KESIMPULAN.....	19
REFERENSI.....	20

Perbandingan Akumulasi Tabungan Pensiun Berdasarkan Tingkat Inflasi, Jenis dan Alokasi Aset Investasi

Arsyelina Husni Johan¹, Rosa Andriani²

Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka

e-mail: arsyelina.husni.johan@ecampus.ut.ac.id, rosa.andriani@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Inflasi memiliki pengaruh dalam kehidupan perekonomian masyarakat khususnya pada tingkat kesejahteraan. Kenaikan inflasi dapat mengurangi nilai tabungan yang kemudian berdampak pada ketidakcukupan tabungan dalam memenuhi kebutuhan hidup jangka panjang. Bagi seseorang dengan pendapatan yang tidak mengikuti inflasi khususnya yaitu Pensiunan, akan sangat berisiko mengalami dampak kenaikan inflasi tersebut. Ketidakcukupan tabungan tersebut dapat dimitigasi dengan melakukan investasi pada aset yang dapat memberikan imbal hasil yang optimal di setiap kondisi tingkat inflasi. Sehubungan dengan fenomena tersebut, urgensi dari penelitian ini adalah penggunaan model stokastik melalui simulasi monte carlo untuk mengevaluasi kinerja beberapa aset investasi terhadap tingkat inflasi serta mengetahui pengaruhnya terhadap akumulasi tabungan pensiun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis dan alokasi aset investasi yang dapat menghasilkan akumulasi tabungan pensiun yang optimal pada setiap kategori tingkat inflasi yaitu rendah, tinggi dan moderat. Simulasi monte carlo digunakan untuk menghitung imbal hasil aset investasi pertahun dalam pembentukan akumulasi tabungan pensiun sejak usia kerja hingga usia pensiun. Hasil dari penelitian ini adalah gambaran atas perbandingan akumulasi tabungan pensiun yang diperoleh dari beberapa alokasi aset investasi berdasarkan tingkat inflasi.

Keyword : inflasi, alokasi aset, tabungan pensiun, monte carlo, investasi.

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam aktivitas perekonomian, inflasi memiliki peranan penting yang dapat berdampak baik secara positif maupun negatif. Salah satu dampak negatif atas kenaikan inflasi yang dapat dirasakan oleh masyarakat adalah menurunnya tingkat kehidupan dan kesejahteraan masyarakat. Bagi pekerja dengan pendapatannya mengalami peningkatan sejalan dengan tingkat inflasi maka tidak akan dirasa begitu merugikan. Hal berbeda akan dirasakan oleh pekerja dengan gaji tetap atau Pensiunan.

Pensiunan dari pekerja di suatu Perusahaan memiliki skema pendapatan yang beragam antara lain pendapatan pensiun yang diberikan secara bulanan yang dikelola oleh Dana Pensiun Pemberi Kerja (DPPK) atau pendapatan pensiun yang diberikan secara lumpsum yang dikelola oleh Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK) atau Pemerintah melalui program JHT (Jaminan Hari Tua). Pendapatan tersebut menjadi tabungan atau modal bagi Pensiunan untuk dapat hidup mulai di usia pensiun hingga meninggal. Pendapatan pensiun tersebut merupakan akumulasi dari iuran pekerja dan pemberi kerja (apabila mengikuti program dari perusahaan) yang diinvestasikan pada beberapa aset investasi.

Dengan adanya kenaikan tingkat inflasi maka ada ketidakpastian akan kecukupan tabungan pensiun tersebut di masa yang akan datang. Untuk menangani ketidakpastian akibat inflasi, dapat digunakan model stokastik untuk mengevaluasi bagaimana kinerja beberapa aset investasi terhadap tingkat inflasi dan bagaimana hal ini akan mempengaruhi akumulasi tabungan pensiun. Melalui simulasi Monte Carlo, model stokastik memungkinkan proyeksi imbal hasil yang lebih realistis daripada pendekatan deterministik yang mengandalkan rata-rata dan asumsi tetap. Penggunaan simulasi Monte Carlo untuk memproyeksikan akumulasi tabungan pensiun dengan asumsi distribusi normal pada pengembalian hasil investasi menunjukkan bahwa inflasi tinggi yang terjadi sebelum atau setelah masa pensiun dapat secara signifikan mengurangi nilai riil portofolio pensiun (Kaul et al., 2024).

Selain menggunakan asumsi distribusi Normal, pada penelitian ini dilakukan simulasi Monte Carlo dengan asumsi pengembalian return portofolio mengikuti distribusi lognormal. Hal ini mengingat bahwa menurut Bodie, Kane, dan Marcus (2010), pengembalian aktual atau *Holding Period Return* (HPR) lebih sesuai dimodelkan dengan distribusi lognormal, terutama untuk periode analisis yang lebih panjang. Sehingga pada hasil penelitian akan ditunjukkan perbandingan antara akumulasi tabungan pensiun dengan menggunakan distribusi normal dan lognormal.

Dalam rangka memperoleh hasil yang lebih realistis pada penggunaan simulasi Monte Carlo, dalam penelitian ini mempertimbangkan asumsi peluang kehidupan dalam setiap pengembalian hasil investasi di setiap tahun. Peneliti menggunakan Tabel Mortalita Indonesia dalam memperoleh nilai peluang kehidupan individu.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian kali ini adalah:

1. Bagaimana dampak inflasi terhadap akumulasi tabungan pensiun?

2. Bagaimana kinerja berbagai aset dalam kondisi inflasi yang beragam?
3. Bagaimana kinerja aset dengan menggunakan asumsi distribusi Normal dan Lognormal?

C. Tujuan

Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah memperoleh gambaran hasil akumulasi pengembangan investasi berdasarkan jenis dan alokasi investasi serta tingkat inflasi dengan menggunakan simulasi Monte Carlo dan asumsi pengembalian hasil investasi yang mengikuti distribusi Normal dan Lognormal.

D. Manfaat

Hasil dari penelitian ini akan memberikan wawasan dalam menentukan jenis dan alokasi aset investasi yang dapat digunakan dalam pengelolaan investasi guna menghasilkan tabungan pensiun yang optimal terhadap berbagai kondisi inflasi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tingkat Inflasi

Inflasi merupakan kenaikan harga barang dan jasa secara umum dan terus menerus dalam jangka waktu tertentu. Inflasi diukur dengan menggunakan salah satu indikator yang mengukur harga rata-rata dari barang dan jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga yaitu Indeks Harga Konsumen (IHK). Penelitian ini menggunakan data tingkat inflasi harga konsumen nasional tahunan yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik dan Bank Indonesia.

B. Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan hasil dari suatu proses yang terjadi di masa yang akan datang dengan menggunakan suatu model peluang melalui pengambilan sampel acak secara berulang. Dengan menggunakan simulasi monte carlo, investor dapat mengetahui prediksi imbal hasil yang dipengaruhi oleh ketidakpastian atas fluktuasi pasar modal. Dalam penelitian ini simulasi monte carlo digunakan untuk menentukan imbal hasil yang akan diperoleh pada setiap tahun hingga usia pensiun berdasarkan jenis, alokasi aset investasi dan tingkat inflasi. Pada penelitian ini, simulasi monte carlo akan menghasilkan imbal hasil acak menggunakan Distribusi Normal dan Distribusi Lognormal.

1. Distribusi Normal

Dalam hal return mengikuti distribusi normal maka $R \sim N(\mu, \sigma)$ maka nilai random return dapat ditentukan melalui formula sebagai berikut:

$$R_i = \mu + \sigma \cdot Z_i$$

Keterangan:

R_i = Return simulasi ke-i

μ = Rata-rata (mean) dari return

σ = Deviasi standar (standard deviation) dari return

Z_i = Variabel acak standard normal ($Z_i \sim N(0,1)$) yang menghasilkan angka dengan distribusi normal standar (mean = 0, std. dev = 1).

2. Distribusi Lognormal

Dalam hal return mengikuti distribusi Lognormal maka $R \sim \text{Lognormal}(\mu_{log}, \sigma_{log})$ maka nilai random return dapat ditentukan melalui formula sebagai berikut:

$$\mu_{log} = \ln \left(\frac{\mu^2}{\sqrt{\sigma^2 + \mu^2}} \right) \text{ dan } \sigma_{log} = \sqrt{\ln \left(1 + \frac{\sigma^2}{\mu^2} \right)} \quad (2.1)$$

Keterangan:

μ = Rata-rata (mean) dari return

σ = Deviasi standar (standard deviation) dari return

$$R_i = \exp(\mu_{log} + \sigma_{log} \cdot Z_i) \quad (2.2)$$

Keterangan:

- R_i = Return simulasi ke-i
- μ = Rata-rata (mean) dari lognormal return
- σ = Deviasi standar (standard deviation) dari lognormal return

C. Return Asset

1. Daily Return Asset

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

- R_t = Daily return hari ke-t
- P_t = Harga penutupan hari ke-t
- P_{t-1} = Harga penutupan hari ke t-1

2. Compounding Return Asset

$$\text{Return } k \text{ periode} = (1 + R_1)x(1 + R_2)x \dots x(1 + R_k) \quad (2.4)$$

Keterangan:

- R_t = Daily return hari ke-t

3. Expected Return Asset

$$E(R) = \frac{\sum_{i=1}^n R_t}{n} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- $E(R)$ = Rata – rata return (expected return)
- R_t = Return hari ke – t
- n = jumlah periode

4. Standard Deviation Return Asset

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_t - E(R))^2} \quad (2.6)$$

Keterangan:

- σ_R = Standard Deviation Return Asset
- R_t = Return hari ke – t
- n = jumlah periode

D. Return Portofolio

1. Expected Return Portofolio

$$E(r_p) = w_1E(r_1) + w_2E(r_2) \quad (2.7)$$

Keterangan:

$E(r_p)$ = Expected Return Portofolio

$E(r_1)$ = Expected Return Asset 1

$E(r_2)$ = Expected Return Asset 2

w_1 = Bobot Return Asset 1

w_2 = Bobot Return Asset 2

2. Standard Deviation Return Portofolio

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2\sigma_1^2 + w_2^2\sigma_2^2 + 2w_1w_2Cov(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2)} \quad (2.8)$$

Keterangan:

w_1 = Bobot aset investasi ke-1

σ_1 = Standard Deviasi Return aset ke-1

w_2 = Bobot aset investasi ke-2

σ_2 = Standard Deviasi Return aset ke-2

\mathbf{r}_1 = Return Asset 1

\mathbf{r}_2 = Return Asset 2

E. Kovariansi Asset

$$Cov(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2) = \frac{\sum_{i=1}^n (r_1 - E(r_1))(r_2 - E(r_2))}{n} \quad (2.8)$$

Keterangan:

r_1 = Return Asset 1

r_2 = Return Asset 2

$E(r_1)$ = Expected Return Asset 1

$E(r_2)$ = Expected Return Asset 2

n = Jumlah data

F. Peluang Hidup

Peluang seseorang berusia x akan hidup dalam n tahun ke depan dinyatakan dengan notasi ${}_n p_x$.

$${}_n p_x = 1 - {}_n q_x \quad (2.10)$$

Keterangan:

${}_n q_x$ = Peluang seseorang berusia x akan meninggal dalam n tahun ke depan

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis dari penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang menunjukkan adanya hubungan sebab akibat dari suatu variabel terhadap variabel lainnya. Pada penelitian ini dilakukan sebuah simulasi terhadap data historis atas harga suatu investasi untuk mengetahui akibat dari beberapa variabel terhadap hasil pengembangan investasi. Variabel dimaksud adalah tingkat inflasi, jenis dan alokasi aset investasi. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari beberapa sumber online.

B. Lokasi dan Lama Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam Skema Penelitian Dosen Pemula (SPDD) yang dilakukan dalam rangka peningkatan kemampuan untuk melakukan penelitian dan publikasi penelitian. Berkaitan dengan hal tersebut penelitian ini dilakukan dalam waktu 2 (dua) bulan yaitu sejak bulan September 2024 hingga akhir bulan November 2024. Penelitian dilakukan di Tangerang Selatan dengan menggunakan data sekunder.

C. Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan antara lain yaitu:

1. Persiapan Penelitian
 - Menetapkan fokus penelitian yaitu menghasilkan perbandingan akumulasi hasil investasi yang diakibatkan oleh tingkat inflasi serta jenis dan alokasi aset investasi melalui suatu teknik statistik yaitu simulasi monte carlo.
 - Melakukan studi literatur terkait simulasi monte carlo, metode perhitungan return portofolio, jenis distribusi peluang, serta penggunaan tabel mortalita dalam pembentukan peluang hidup.
 - Menetapkan aset investasi yang akan digunakan dalam simulasi dengan mengacu pada contoh produk tabungan investasi di suatu Bank yang menjalankan fungsi Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK).
2. Pengumpulan Data
 - Pada tahapan ini mulai mengumpulkan beberapa data yang digunakan dalam simulasi yaitu Tabel Mortalita Indonesia, produk tabungan pensiun, dan data historis 10 (sepuluh) tahun terakhir terkait aset investasi antara lain data inflasi, Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), Imbal Hasil Obligasi Indonesia 10 Tahun, Jakarta Interbank Offered Rate (JIBOR).
 - Data Inflasi yang digunakan adalah data inflasi year on year (YoY) setiap bulan sejak Januari 2014 hingga bulan Desember 2023. Data inflasi ini diambil dari situs Bank Indonesia.
 - Data IHSG yang digunakan adalah harga penutupan harian dari IHSG sejak bulan Januari 2014 hingga bulan Desember 2023. Data ini bersumber dari situs www.investing.com.
 - Data Imbal Hasil Obligasi Indonesia 10 Tahun yang digunakan adalah harga Obligasi Indonesia 10Y sejak bulan Januari 2014 hingga bulan Desember 2023. Data ini bersumber dari situs www.investing.com.

- Data JIBOR 1 minggu pada setiap hari sejak Januari 2014 hingga bulan Desember 2023 yang bersumber dari situs Bank Indonesia.
 - Tabel Mortalita Indonesia yang terakhir yaitu Tabel Mortalita Indonesia IV tahun 2019 yang diperoleh dari situs Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia.
 - Aset Alokasi yang digunakan mengacu pada produk tabungan pensiun yang diperoleh dari DPLK PT.Bank Negara Indonesia melalui layanan program pensiunnya yaitu BNI Simponi.
3. Pengolahan Data
 Simulasi pengembangan hasil investasi melalui teknik monte carlo dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel. Pada tahapan ini, dilakukan pengolahan data antara lain yaitu perhitungan rata-rata inflasi tahunan, rata – rata dan standard deviansi return masing – masing aset investasi, perhitungan kovariansi antar aset investasi, perhitungan peluang hidup dan yang terakhir perhitungan atas pengembangan hasil investasi hingga usia pensiun dengan menggunakan 2 (dua) distribusi yaitu Distribusi Normal dan Distribusi Lognormal.
 4. Analisis Hasil Simulasi
 Pada tahap ini dilakukan analisis pada hasil simulasi menggunakan visualisasi antara lain menggunakan grafik dan tabel untuk menggambarkan perbandingan hasil pengembangan investasi atas beberapa kategori yaitu, tingkat inflasi, jenis dan alokasi aset serta penggunaan distribusi peluang atas random variabel return portofolio.

D. Pengolahan Data dan Simulasi

1. Menetapkan asumsi perhitungan simulasi.
 Sebelum memulai simulasi ditetapkan terlebih dahulu asumsi yang akan digunakan antara lain yaitu:
 - Persentase kenaikan gaji tahunan.
 - Persentase kontribusi (Iuran) tabungan pensiun.
 - Usia peserta tabungan pensiun.
 - Usia pensiun dari peserta tabungan pensiun.
 - Tabel kematian (mortalita).
 - Gaji diawal tahun tabungan pensiun.
 - Alokasi portofolio investasi.
2. Menghitung rata – rata tingkat inflasi tahunan.
 Berdasarkan data tingkat inflasi year on year (yoy) yang diperoleh pada setiap bulan sejak bulan Januari 2013 – Desember 2023, dilakukan perhitungan rata – rata tingkat inflasi (yoy) setiap tahun. Dari data mengenai rata – rata tingkat inflasi setiap tahun tersebut dilakukan pengelompokkan tingkat inflasi yaitu tingkat rendah, tinggi dan moderat.
3. Menetapkan alokasi portofolio investasi.
 Alokasi portofolio investasi dibentuk dengan mengacu pada produk tabungan pensiun DPLK PT.Bank Negara Indonesia yaitu program layanan BNI Simponi. Melalui situs www.dplk.bni.co.id diketahui bahwa terdapat 7 (tujuh) paket investasi yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.1 Paket Investasi Produk BNI Simponi

No	Paket Investasi
1	Simponi Likuid (100% DP&PU)
2	Simponi Likuid Plus (75% DP&PU; 25% OB)
3	Simponi Likuid Syariah (100% DP;PU;OB Syariah)
4	Simponi Moderat (50% DP&PU; 50% OB)
5	Simponi Berimbang (50% DP&PU; 50% RD)
6	Simponi Berimbang Syariah (50% DP&PU; 50% OB)
7	Simponi Progresif (50% OB; 50% RD)

Keterangan:

DP : Deposito

OB : Obligasi

RD : Reksa Dana

PU : Pasar Uang

Berdasarkan paket investasi tersebut, kami mengikuti 5 (lima) skema alokasi aset dari paket investasi nomor 1, 2, 4, 5 dan 7. Selain skema alokasi investasi tersebut, kami menambahkan 2 skema alokasi tambahan agar mendapatkan gambaran perbandingan akumulasi tabungan pensiun yang lebih optimal yaitu alokasi aset 100% saham dan alokasi aset 100% obligasi. Dalam melakukan simulasi kami menggunakan data indeks masing – masing aset sebagai acuan kinerja historis untuk menggambarkan potensi pengembangan hasil investasi. Berikut data acuan yang digunakan:

Tabel 3.2 Benchmark Aset Investasi

No	Jenis Aset Investasi	Data Acuan
1	Pasar Uang	JIBOR
2	Deposito	JIBOR
3	Reksa Dana	IHSG
4	Obligasi	Imbal Hasil Obligasi Indonesia 10 Tahun

Berdasarkan data acuan tersebut maka diperoleh skema alokasi investasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Tabel 3.3 Alokasi Aset Investasi

No	Alokasi Aset Investasi
1	100% JIBOR
2	75% JIBOR; 25% Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun
3	75% JIBOR; 50% Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun
4	50% JIBOR; 50% IHSG
5	50% Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun; 50% IHSG
6	100% IHSG
7	100% Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun

4. Menghitung return tahunan dari masing – masing jenis aset investasi.
 - a. IHSG
 - Return tahunan IHSG diperoleh dari return compounding harian IHSG.
 - Return compounding harian IHSG diperoleh dari perubahan harga penutupan IHSG harian dengan menggunakan persamaan 2.4.
 - Return tahunan IHSG menggambarkan return dari aset Reksa Dana dan/atau Saham.
 - b. JIBOR
 - Return tahunan JIBOR diperoleh dari return compounding harian JIBOR.
 - Return compounding harian JIBOR diperoleh dari perubahan JIBOR performa atas JIBOR rate per day berdasarkan data JIBOR 1 minggu menggunakan persamaan 2.4.
 - Return tahunan JIBOR menggambarkan return dari aset Pasar Uang dan Deposito.
 - c. Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun
 - Return tahunan Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun diperoleh dari return compounding harian Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun.
 - Return compounding harian Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun diperoleh harga penutupan Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun menggunakan persamaan 2.4.
 - Return tahunan Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun menggambarkan return dari aset Obligasi.

5. Menghitung ekspektasi return tahunan aset investasi berdasarkan kategori tingkat inflasinya.
 - a. Berdasarkan langkah 4 dapat diperoleh return tahunan masing – masing jenis aset investasi untuk tahun 2013 hingga tahun 2023. Return tahunan pada tiap tahun tersebut dikelompokkan ke dalam tiga kategori tingkat inflasi.
 - b. Pada setiap kategori tingkat inflasi dihitung rata – rata ekspektasi return aset investasi sesuai dengan pengelompokkan tahunnya terhadap tingkat inflasi menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata – rata return kategori ke – } i &= \\
 &= \frac{\sum_{j=1}^n \text{Return tahun ke – } j \text{ pada kategori inflasi ke – } i}{n}
 \end{aligned}$$

dimana n adalah jumlah tahun pada kategori inflasi ke-i dan i merupakan nomor kategori inflasi.

- c. Menghitung standard deviasi return atas aset investasi berdasarkan kategori tingkat inflasi.
 - Berdasarkan pengelompokan return tahunan aset investasi berdasarkan kategori inflasi pada langkah a, dilakukan perhitungan standar deviasi return atas masing – masing jenis aset pada setiap kategori inflasi.
 - Perhitungan standard deviasi menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Standar deviasi return kategori ke } - i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\text{Return tahun ke } j \text{ pada kategori inflasi } i - \text{rata-rata return kategori } i)^2}{n-1}}$$

- d. Menghitung kovariansi antar aset investasi pada setiap kategori tingkat inflasi. Pada setiap kategori tingkat inflasi dihitung kovariansi antara aset investasi seperti berikut:
- Kovariansi antara IHSG dan JIBOR
 - Kovariansi antara IHSG dan Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun
 - Kovariansi antara JIBOR dan Imbal Hasil Obligasi 10 Tahun
- e. Menghitung ekspektasi return portofolio dan standard deviasi return portofolio pada setiap kategori inflasi.
- Untuk setiap kategori inflasi dilakukan perhitungan return portofolio dengan menggunakan bobot setiap aset investasi pada masing – masing skema alokasi aset investasi dan nilai ekspektasi return aset investasi yang sesuai dengan kategori inflasinya dengan menggunakan persamaan 2.7.
 - Untuk setiap kategori inflasi dilakukan perhitungan standard deviasi portofolio dengan menggunakan data standar deviasi dan nilai kovariansi masing – masing aset yang sesuai dengan skema alokasi investasinya dan kategori inflasinya dengan menggunakan persamaan 2.8
- f. Melakukan simulasi Monte Carlo dalam proses pengembangan hasil investasi menggunakan distribusi peluang tertentu.
- Simulasi dilakukan mulai dari usia peserta saat awal masuk program.
 - Pada tahun ke-i akan dihitung 1000 kali random return portofolio yang diperoleh dengan menggunakan distribusi tertentu (normal dan log normal) berdasarkan data ekspektasi return portofolio dan standar deviasi return portofolio yang diperoleh dari langkah e (untuk tingkat inflasi tertentu dan alokasi aset investasi tertentu).
 - Dari 1000 random return portofolio akan dihitung rata – rata random portofolionya pada tahun tersebut.
 - Hasil investasi di akhir tahun ke-i diperoleh dari rata – rata random portofolionya dikali penjumlahan antaran saldo awal tahun dengan iuran tabungan pada tahun tersebut dan dikali peluang hidup selama 1 tahun kedepan.
 - Hasil investasi di akhir tahun ke-i akan menjadi saldo awal tahun ke-i+1.
 - Iuran tabungan tahun ke-i merupakan perkalian dari persentase iuran dikali gaji di tahun ke-i.
 - Gaji di tahun ke-i merupakan proyeksi dari gaji awal menggunakan persentase kenaikan gaji.
 - Mengulangi langkah – langkah diatas hingga peserta berada di usia pensiun.
 - Hasil investasi pada usia pensiun merupakan akumulasi pengembangan hasil investasi.

- g. Melakukan simulasi Monte Carlo pada langkah f untuk setiap kategori inflasi serta alokasi aset investasi dan pemilihan distribusi peluang.
- Untuk 1 (satu) kategori tingkat inflasi, masing - masing akan memperoleh 7 (tujuh) skenario hasil pengembangan investasi berdasarkan alokasi aset investasinya.
 - Untuk 1 (satu) pemilihan distribusi peluang, masing – masing terdapat 3 (tiga) kategori tingkat inflasi dan 7 (tujuh) skema alokasi aset investasi.
 - Sehingga secara total untuk 2 (dua) distribusi peluang, masing – masing akan menghasilkan 42 skema hasil pengembangan investasi.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

A. Deskripsi Objek Penelitian

1. Data Peserta Tabungan Pensiun

Dalam melakukan simulasi perhitungan hasil investasi pada tabungan pensiun, peneliti menggunakan data dummy atas peserta tabungan pensiun dengan mengacu pada asumsi yang dijelaskan pada Bab III Huruf D Nomor 2. Data dummy peserta dalam simulasi ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Dummy Peserta

No	Deskripsi	Asumsi
1	Jenis Kelamin	Pria
2	Entry Age	25 tahun
3	Retirement Age	56 tahun
4	Salary at Entry Age	Rp5.000.000
5	Salary Increase Percentage	2%
6	Contribution Rate	5%
7	Beginning Balance	Rp3.000.000

2. Kategori Tingkat Inflasi

Berdasarkan perhitungan rata – rata atas tingkat inflasi *year on year* (yoy) pada setiap bulannya sejak Januari 2014 hingga Desember 2023, diperoleh data tingkat inflasi tahunan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Tingkat Inflasi YoY

No	Periode	Data Inflasi
1	2023	3.69%
2	2022	4.21%
3	2021	1.56%
4	2020	2.04%
5	2019	3.03%
6	2018	3.20%
7	2017	3.81%
8	2016	3.53%
9	2015	6.38%
10	2014	6.42%

Berdasarkan Tabel 4.2 ditetapkan pengelompokkan tingkat inflasi berdasarkan tiga kategori yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.3 Kategori Tingkat Inflasi

No	Kategori	Tingkat Inflasi
1	Rendah	$0\% \leq \text{tingkat inflasi} \leq 3\%$
2	Moderat	$3\% < \text{tingkat inflasi} \leq 6\%$
3	Tinggi	Tingkat inflasi $> 6\%$

3. Return Individual Asset

a. Saham dan/atau Reksa Dana

Dalam menghasilkan return saham dan/atau Reksa Dana, kami menggunakan data historis atas harga penutupan IHSG secara harian selama bulan Januari 2014 hingga Desember 2023. Berdasarkan perhitungan return harian, diperoleh *compounding return* setiap tahun sebagai berikut:

Tabel 4.4 Return Tahunan IHSG

No	Tahun	Return IHSG
1	2023	6.16%
2	2022	4.09%
3	2021	10.08%
4	2020	-5.09%
5	2019	1.70%
6	2018	-2.54%
7	2017	19.99%
8	2016	15.32%
9	2015	-12.13%
10	2014	22.29%

b. Obligasi

Dalam menghasilkan return obligasi, kami menggunakan data historis atas imbal hasil obligasi indonesia 10 tahun secara harian selama bulan Januari 2014 hingga Desember 2023. Berdasarkan perhitungan return harian diperoleh *compounding return* pada akhir tahun sebagai berikut:

Tabel 4.5 Return Tahunan Imbal Hasil Obligasi

No	Tahun	Return Imbal Hasil Obligasi Indonesia 10 Tahun
1	2023	-9.64%
2	2022	-15.68%
3	2021	-6.40%
4	2020	8.75%
5	2019	-11.88%
6	2018	26.80%
7	2017	-20.58%
8	2016	-10.49%

No	Tahun	Return Imbal Hasil Obligasi Indonesia 10 Tahun
9	2015	13.85%
10	2014	-7.67%

c. Deposito

Dalam menghasilkan return deposito, kami menggunakan data historis JIBOR rate per day yang diperoleh dari data jibor 1 week pada setiap hari selama bulan Januari 2014 hingga Desember 2023. Berdasarkan perhitungan return harian diperoleh compounding return setiap akhir tahun sebagai berikut:

Tabel 4.6 Return Tahunan JIBOR

No	Tahun	Return JIBOR
1	2023	2.90%
2	2022	2.03%
3	2021	1.83%
4	2020	2.28%
5	2019	3.20%
6	2018	3.00%
7	2017	2.65%
8	2016	3.29%
9	2015	3.75%
10	2014	4.02%

4. Peluang Kehidupan

Pada tabel mortalita indonesia IV tahun 2019, kami memperoleh informasi peluang meninggal yaitu (q_x). Berdasarkan data tersebut, dengan menggunakan persamaan 2.10 kami memperoleh peluang seorang pria berusia x tahun hidup hingga 1 tahun yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.7 Return Tahunan Imbal Hasil Obligasi

Usia (x)	Peluang Kehidupan (p_x)	Usia (x)	Peluang Kehidupan (p_x)
25	1	41	0.98457
26	0.99948	42	0.98267
27	0.99893	43	0.98055
28	0.99833	44	0.97819
29	0.99768	45	0.97554
30	0.99698	46	0.97260
31	0.99624	47	0.96931
32	0.99543	48	0.96566
33	0.99456	49	0.96162
34	0.99364	50	0.95719
35	0.99265	51	0.95232

Usia (x)	Peluang Kehidupan (p_x)	Usia (x)	Peluang Kehidupan (p_x)
36	0.99159	52	0.94703
37	0.99044	53	0.94126
38	0.98918	54	0.93498
39	0.98781	55	0.92819
40	0.98628	56	0.92086

B. Hasil Penelitian

1. Expectation Return, Standard Deviation Return dan Kovariansi Return

Berdasarkan data pada masing-masing aset yang diperoleh sejak Januari tahun 2014 hingga Desember 2023, diperoleh *Expectation Return* dan *Standard Deviation Return* pada setiap tahun berdasarkan kategori tingkat inflasinya yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.8 Expectation dan Standard Deviation Return Asset

Kategori Inflasi	Expectation Return Individual Asset			Standard Deviation Return Individual Asset		
	IHSG	Imbal Hasil Obligasi 10Y	JIBOR	IHSG	Imbal Hasil Obligasi 10Y	JIBOR
1	5.13%	-12.66%	2.46%	1.47%	4.27%	0.62%
2	6.58%	-2.30%	2.71%	10.12%	17.19%	0.57%
3	5.08%	3.09%	3.88%	24.34%	15.21%	0.19%

Dengan menggunakan persamaan 2.9 dan nilai Expectation Return serta Standard Deviation Return diperoleh nilai kovariansinya yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.9 Kovariansi Asset

Kategori Inflasi	Kovariansi		
	IHSG dan Imbal Hasil Obligasi 10Y	Imbal Hasil Obligasi 10Y dan Jibor	IHSG dan Jibor
1	0.0627%	0.0265%	0.0091%
2	-1.3568%	-0.0020%	0.0023%
3	-3.7021%	-0.0292%	0.0468%

2. Akumulasi Tabungan Pensiun

Pada simulasi Monte Carlo, return dari portofolio diasumsikan menggunakan distribusi Normal dan Lognormal. Hal ini dilakukan untuk menunjukkan perbandingan hasil akumulasi tabungan pensiun antara distribusi normal dan lognormal.

Tabel 4.10 Akumulasi Tabungan dengan Return berdistribusi Normal

(dalam rupiah)

No	Asset Allocation	Akumulasi Tabungan Pensiun berdasarkan Kategori Tingkat Inflasi			Average
		1	2	3	
1	100% Deposito	76,764,728	79,834,531	96,950,680	84,516,647
2	100% Saham	43,767,733	65,520,990	93,636,728	67,641,817
3	100% Obligasi	27,607,711	54,099,324	91,639,557	57,782,197
4	75% Deposito; 25% Obligasi	95,481,143	111,265,367	108,333,762	105,026,758
5	50% Deposito; 50% Obligasi	32,098,947	73,201,815	99,910,926	68,403,896
6	50% Deposito 50% Saham	120,421,425	157,935,139	121,552,624	133,303,062
7	50% Obligasi; 50% Saham	13,771,634	37,296,774	85,572,920	45,547,109

Tabel 4.11 Akumulasi Tabungan dengan Return berdistribusi Logormal

(dalam rupiah)

No	Asset Allocation	Akumulasi Tabungan Pensiun berdasarkan Kategori Tingkat Inflasi			Average
		1	2	3	
1	100% Deposito	76,771,089	79,834,943	96,969,602	84,525,211
2	100% Saham	43,916,208	66,212,990	94,312,028	68,147,076
3	100% Obligasi	27,714,109	57,794,430	94,970,272	60,159,604
4	75% Deposito; 25% Obligasi	95,863,294	112,938,279	124,184,282	110,995,285
5	50% Deposito; 50% Obligasi	32,151,322	74,413,508	102,090,397	69,551,743
6	50% Deposito 50% Saham	120,579,989	169,457,662	198,539,128	162,858,926
7	50% Obligasi; 50% Saham	13,874,354	46,655,026	101,485,058	54,004,812

C. Pembahasan

1. Berdasarkan hasil perhitungan kovariansi antar aset diketahui hubungan antar aset tersebut yaitu sebagai berikut:
 - Saham dan Obligasi:
Hubungan berubah dari searah pada inflasi rendah menjadi berlawanan arah pada inflasi sedang dan tinggi. Ini menunjukkan bahwa IHSG dan Obligasi 10Y dapat berfungsi sebagai diversifikasi aset yang baik dalam kondisi inflasi sedang hingga tinggi.
 - Obligasi dan Deposito:
Hubungan cenderung sangat lemah di semua kategori inflasi, dengan kecenderungan menjadi berlawanan arah pada inflasi sedang dan tinggi. Ini menunjukkan bahwa Obligasi 10Y dan JIBOR tidak memiliki hubungan yang signifikan, sehingga tidak terlalu memengaruhi diversifikasi portofolio.
 - Saham dan Deposito:
Hubungan searah yang lemah di semua kategori inflasi menunjukkan bahwa keduanya memiliki sedikit hubungan positif, tetapi tidak cukup kuat untuk memberikan dampak signifikan pada strategi diversifikasi.
2. Berdasarkan hasil perhitungan Expectation dan Standard Deviation Return masing – masing aset, diketahui bahwa:
 - Saham adalah pilihan terbaik untuk potensi pertumbuhan nilai investasi, terutama pada inflasi rendah dan sedang, meskipun risikonya meningkat pada inflasi tinggi.
 - Obligasi kurang menarik pada inflasi rendah dan sedang, tetapi menjadi kompetitif pada inflasi tinggi.
 - Deposito adalah aset yang paling stabil, cocok untuk investor konservatif yang mengutamakan keamanan atas return
3. Berdasarkan hasil perhitungan Akumulasi Tabungan investasi pada tabel 4.10 diketahui bahwa:
 - **Komposisi Aset Saham 100%** menghasilkan akumulasi tabungan pensiun tertinggi pada semua tingkat inflasi, dengan rata-rata sebesar **133.847.598**. Hal ini menunjukkan bahwa alokasi penuh ke saham memberikan potensi pertumbuhan investasi yang paling tinggi, meskipun berisiko.
 - **Komposisi Aset Deposito 100%** menghasilkan akumulasi tabungan pensiun yang relatif stabil tetapi cenderung lebih rendah dibandingkan kombinasi lainnya, dengan rata-rata sebesar **84.485.408**. Deposito memberikan perlindungan terhadap inflasi rendah (0%-3%) tetapi kurang optimal pada tingkat inflasi lebih tinggi.
 - **Komposisi Obligasi 100%** menghasilkan akumulasi tabungan pensiun terendah, dengan rata-rata hanya sebesar **45.364.777**. Hal ini menunjukkan bahwa alokasi penuh pada obligasi tidak optimal untuk pertumbuhan investasi jangka panjang.
 - **Komposisi 50% Saham dan 50% Deposito** menghasilkan rata-rata akumulasi tabungan pensiun sebesar **104.280.341**, yang cukup baik pada semua tingkat inflasi. Kombinasi ini memberikan keseimbangan antara risiko dan imbal hasil.

- **Komposisi 50% Saham dan 50% Obligasi** memberikan hasil yang cukup stabil dengan rata-rata sebesar **68.410.281**, tetapi lebih rendah dibandingkan kombinasi yang melibatkan deposito.
 - **Komposisi 75% Deposito dan 25% Obligasi** menghasilkan rata-rata akumulasi tabungan pensiun sebesar **105.026.758**, yang termasuk salah satu yang tertinggi dibandingkan dengan alokasi lainnya. Komposisi ini memberikan keseimbangan yang baik antara stabilitas deposito dan perlindungan terhadap inflasi dari obligasi.
 - **Komposisi 50% Deposito dan 50% Obligasi** menghasilkan rata-rata akumulasi tabungan pensiun sebesar **68.403.896**, yang jauh lebih rendah dibandingkan komposisi lainnya. Komposisi ini kurang optimal untuk akumulasi tabungan pensiun. Kinerja rata-ratanya rendah, bahkan pada inflasi tinggi.
4. Berdasarkan penggunaan dua distribusi peluang yang berbeda, terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan pola akumulasi pada setiap kategori tingkat inflasi antara kedua distribusi tersebut. Namun demikian, penggunaan distribusi peluang Lognormal memberikan hasil akumulasi tabungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan distribusi peluang Normal.

BAB IV KESIMPULAN

Pada penelitian ini ditunjukkan bahwa tingkat inflasi, jenis aset investasi, dan alokasi portofolio memiliki pengaruh signifikan terhadap akumulasi tabungan pensiun. Tingkat inflasi memengaruhi hasil akumulasi secara signifikan dimana pada inflasi rendah (0%-3%), hasil akumulasi Deposito cenderung lebih tinggi, dibandingkan aset dengan risiko tinggi seperti saham. Sedangkan pada inflasi tinggi (>6%), saham tetap memberikan hasil terbaik, sedangkan deposito menjadi kurang kompetitif karena nilai riilnya menurun.

Saham terbukti memberikan potensi pertumbuhan tertinggi, terutama dalam jangka panjang, meskipun diiringi dengan risiko yang lebih tinggi. Sementara itu, deposito menawarkan stabilitas tetapi kurang kompetitif dalam menghadapi inflasi tinggi. Deposito tampak menarik secara nominal, tetapi pada tingkat inflasi tinggi, daya beli hasil investasinya (nilai riil) menurun. Oleh sebab itu, meskipun nilainya naik, ia kurang kompetitif dibandingkan aset lain, seperti saham, yang cenderung memberikan imbal hasil lebih tinggi dalam jangka panjang. Sementara itu, kombinasi aset, seperti 75% deposito dan 25% obligasi, memberikan keseimbangan yang optimal antara risiko dan hasil bagi investor moderat.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar investor dapat memilih strategi investasi yang sesuai dengan profil risiko, rentang waktu investasi, dan ekspektasi terhadap inflasi di masa depan. Diversifikasi portofolio dengan mempertimbangkan hubungan antar aset juga penting untuk meminimalkan risiko dan memaksimalkan imbal hasil. Penelitian lanjutan dapat memperluas kajian ini dengan mempertimbangkan faktor-faktor tambahan, seperti volatilitas pasar, kebijakan moneter, dan dampak pajak terhadap hasil investasi serta penggunaan data historis yang lebih panjang. Dengan demikian, perencanaan keuangan untuk masa pensiun dapat lebih terarah dan optimal.

REFERENSI

- Anggraini, D. (2024). Pengukuran Value at Risk (VaR) pada portofolio dengan menggunakan model GARCH dan simulasi Monte Carlo.
- Asosiasi Asuransi Jiwa Indonesia. (n.d.). Produk & riset. Retrieved October 30, 2024, from <https://www.aaji.or.id/PusatInformasi/produk-riset>
- Bank Indonesia. (n.d.). Inflasi. Retrieved August 22, 2024, from <https://www.bi.go.id/id/fungsi-utama/moneter/inflasi/default.aspx>
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2014). Investments (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- BNI DPLK. (n.d.). Produk & layanan. Retrieved October 30, 2024, from <https://dplk.bni.co.id/produk-layanan>
- Hull, J. C. (2017). Options, futures, and other derivatives (11th ed.). Pearson.
- Investopedia. (n.d.). Monte Carlo. Retrieved August 22, 2024, from <https://www.investopedia.com/terms/m/montecarlosimulation.asp>
- Investing.com. (n.d.). 10-Year Indonesia Government Bond Yield. Retrieved October 30, 2024, from <https://www.investing.com/rates-bonds/indonesia-10-year-bond-yield>
- Izzati, M. D., & Kartikasari, M. D. (2022). *Implementasi Metode Perhitungan Aktuaria Program Dana Pensiun Menggunakan Flask*. Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia.
- Kaul, B., & Parker, L. (2024). Modeling the impact of inflation on retirement savings portfolios. Society of Actuaries Research Institute. Retrieved from <https://www.soa.org/resources/research-reports/2024/inflation-retirement-savings-portfolios/>
- Maruddani, D. A. I., & Purbowati, A. (2009). Pengukuran Value at Risk pada aset tunggal dan portofolio dengan simulasi Monte Carlo.
- Raunu Gebo, C. S., & Anderson, P. K. (2019). Simulating a lognormal distribution: A Monte Carlo method.
- Welc, I. (2024). A heuristic for fat-tailed stock market returns.
- Yuliah, & Triana, L. (2021). Pengukuran Value at Risk pada aset perusahaan dengan simulasi Monte Carlo. Universitas Bina Bangsa