



**PROBABILITAS DAN HARAPAN MATEMATIS DALAM PENGAMBILAN
KEPUTUSAN MAHASISWA DI LINGKUNGAN AKADEMIK**

*Probability and Mathematical Expectation in Student Decision Making in Academic
Environments*

Flora Ferdinanda Imoliana

floraimo18@gmail.com

Feri Setiawan Sianturi

fsianturi9@gmail.com

Immanuel Sirait

imanuelsirait2021@gmail.com

Rutman Lumbantoruan

rutman.toruan@uki.ac.id

Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Kristen Indonesia

Jakarta, Indonesia.

Abstract

Students are faced with various important decisions that affect their educational paths and future, such as choosing a study program, planning their learning, and managing personal finances. Unfortunately, many of these decisions are often made intuitively without a basis of rational calculation. This article proposes the application of the concepts of probability and expected value as tools to aid in more logical and measurable decision-making. This approach is deemed effective as it provides an analytical framework that can enhance the quality of students' thinking and decision-making. The learning of these concepts can also be contextually integrated through Project-Based Learning, Realistic Mathematics Education, and the PEDATI model, aimed at improving students' critical thinking skills and numerical understanding. Practical applications of the concepts of probability and expected value include planning learning strategies, career mapping, financial management, and policy analysis. By understanding and appropriately applying

these concepts, students are expected to make more rational decisions that positively impact their academic and professional success in the future.

Keywords: *Probability, Expected Value, Decision-Making, Students.*

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan perkuliahan, mahasiswa kerap dihadapkan pada berbagai pilihan dan dilema, baik yang bersifat akademik maupun non-akademik. Contoh konkret meliputi keputusan untuk mengikuti organisasi kemahasiswaan, memilih metode belajar (kelompok atau individu), hingga menentukan topik skripsi yang akan diambil. Tidak jarang, keputusan-keputusan tersebut dibuat secara impulsif berdasarkan intuisi atau pengaruh lingkungan sosial, tanpa analisis yang sistematis. Padahal, pendekatan ilmiah dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan. Dua konsep dasar dalam statistik yang sangat relevan dalam konteks ini adalah probabilitas dan harapan matematis (*expected value*).

Probabilitas merupakan cabang dari matematika yang mempelajari kemungkinan terjadinya suatu peristiwa (Groth et al., 2023). Dalam konteks perkuliahan, probabilitas dapat digunakan untuk memperkirakan peluang keberhasilan dalam suatu mata kuliah berdasarkan data kehadiran, riwayat nilai, dan pola belajar. Sebagai contoh, seorang mahasiswa yang secara konsisten hadir dan aktif dalam kelas memiliki probabilitas yang lebih tinggi untuk mencapai hasil akademik yang baik.

Harapan matematis mengacu pada nilai rata-rata yang diharapkan dari suatu keputusan berdasarkan semua kemungkinan hasil dan probabilitasnya (Chen & Fang, 2019). Konsep ini berguna dalam mengevaluasi pilihan strategis, seperti menentukan apakah lebih menguntungkan belajar hingga larut malam atau beristirahat cukup sebelum ujian. Dengan memperkirakan hasil dari setiap skenario dan mengkalkulasikan nilai harapan matematisnya, mahasiswa dapat membuat keputusan yang lebih rasional dan terukur.

Pemahaman terhadap probabilitas dan harapan matematis tidak hanya berguna dalam konteks akademik, tetapi juga dalam kehidupan sehari-hari. Mulai dari memilih jurusan, mengikuti kegiatan ekstrakurikuler, hingga mengatur pengeluaran untuk konsumsi makanan, mahasiswa dapat menerapkan pendekatan ini untuk membuat keputusan yang lebih efisien dan berdampak positif jangka panjang.

Setelah memahami bahwa mahasiswa sering dihadapkan pada berbagai pilihan yang kompleks dalam kehidupan akademik maupun non-akademik, pendekatan matematis seperti probabilitas dan harapan matematis perlu dipertimbangkan sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang lebih rasional. Untuk memperdalam pemahaman terhadap konsep ini, berikut disajikan tiga pertanyaan reflektif yang dapat dijadikan dasar dalam perumusan strategi edukatif dan aplikatif:

1. Bagaimana Cara Efektif Memperkenalkan Konsep Probabilitas dan Harapan Matematis kepada Mahasiswa?
2. Keputusan Apa Saja yang Dapat Dianalisis Menggunakan Probabilitas dan Harapan Matematis?
3. Sejauh Mana Konsep Ini Dapat Meningkatkan Kualitas Pengambilan Keputusan Mahasiswa?

Statistik, khususnya konsep probabilitas dan harapan matematis, merupakan alat yang sangat bermanfaat bagi mahasiswa dalam menghadapi kompleksitas pengambilan keputusan. Dengan mengedepankan pendekatan analitis dan berbasis data, mahasiswa tidak hanya meningkatkan kemampuan berpikir kritis, tetapi juga membangun fondasi pengambilan keputusan yang rasional di berbagai aspek kehidupan. Oleh karena itu, penguasaan konsep ini sangat penting untuk dikembangkan sebagai bagian dari literasi kuantitatif di jenjang pendidikan tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Probabilitas

Probabilitas merupakan salah satu cabang ilmu matematika yang mempelajari kemungkinan terjadinya suatu peristiwa. Secara sederhana, probabilitas dapat dipahami sebagai alat bantu untuk memperkirakan peluang suatu kejadian berdasarkan informasi atau data yang tersedia (Zhao, 2017). Dalam konteks ini, probabilitas dapat dianggap sebagai bentuk prediksi ilmiah terhadap ketidakpastian yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari.

2.1.1 Pengertian Probabilitas menurut Para Ahli

- a) Probabilitas ialah angka yang menunjukkan kemungkinan atau peluang terjadinya suatu kejadian, digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan statistik. (Riduwan dan Kuncoro, 2020)

b) Probabilitas ialah peluang atau kemungkinan suatu kejadian akan terjadi berdasarkan data historis atau eksperimen. (Mudrajad, 2018)

c) Probabilitas adalah suatu ukuran mengenai kemungkinan terjadinya suatu peristiwa yang diukur dengan angka antara 0 sampai 1. (Agus Sartono, 2016)

Dari beberapa pengertian probabilitas menurut para ahli di atas, probabilitas mempunyai sejumlah konsep utama yaitu peluang dan kemungkinan dari suatu kejadian yang akan terjadi. Dengan adanya probabilitas suatu kejadian dapat diukur peluang dan kemungkinannya, serta akan menjadi dasar pengambilan keputusan.

2.1.2 Jenis-Jenis Probabilitas

Umumnya, probabilitas mempunyai jenis-jenis yang lebih sering dikenal dengan:

a) Probabilitas Klasik:

Pendekatan yang paling awal dan bersifat teoritis. Probabilitas dihitung berdasarkan rasio antara jumlah kejadian yang diinginkan dengan jumlah seluruh kemungkinan yang mungkin, dengan asumsi bahwa semua hasil bersifat ekuiprobabel (memiliki peluang yang sama).

➤ Contoh: Peluang muncul angka 6 pada satu lemparan dadu adalah $1/6$, karena hanya terdapat satu sisi dari enam sisi yang menunjukkan angka tersebut.

b) Probabilitas Empiris:

Jenis ini didasarkan pada observasi atau data historis dari kejadian yang telah terjadi. Probabilitas dihitung dengan membandingkan frekuensi kejadian tertentu terhadap jumlah total percobaan.

➤ Contoh: Jika dari 10 hari terakhir terjadi hujan pada 7 hari, maka probabilitas empiris terjadinya hujan adalah $7/10$ atau 70%.

c) Probabilitas Subjektif:

Merujuk pada estimasi personal berdasarkan opini, pengalaman, atau persepsi individu. Meskipun bersifat intuitif, jenis probabilitas ini tetap digunakan dalam pengambilan keputusan, terutama dalam kondisi ketidakpastian ekstrem atau minim data.

- Contoh: Seorang mahasiswa memperkirakan kemungkinan mendapatkan nilai tinggi berdasarkan intuisi terhadap kesiapan ujian, bukan data objektif.

Dari ketiga jenis probabilitas sebelumnya, terdapat juga jenis-jenis probabilitas yang lain dan tentunya mempunyai pengertian dan contoh yang banyak, yaitu:

a) Probabilitas Tunggal (*Simple Probability*):

Jenis ini mengacu pada peluang terjadinya satu kejadian tunggal dalam satu percobaan. Fokusnya hanya pada satu variabel atau kondisi.

- Contoh: Peluang muncul angka 5 dari satu kali lemparan dadu.

b) Probabilitas Gabungan (*Joint Probability*):

Mengukur kemungkinan dua atau lebih kejadian terjadi secara bersamaan. Dapat digunakan dalam analisis multivariat.

- Contoh: Peluang mendapatkan angka 6 pada dadu dan sisi gambar pada koin secara bersamaan.

c) Probabilitas Bersyarat (*Conditional Probability*):

Menghitung peluang suatu kejadian terjadi dengan syarat kejadian lain telah terjadi sebelumnya. Ini penting dalam analisis kausalitas dan model probabilistik berurutan.

- Contoh: Peluang mahasiswa mendapat nilai A jika dia belajar minimal 8 jam dalam seminggu.

d) Probabilitas Acak (*Random Probability*):

Mengacu pada situasi di mana hasil tidak dapat diprediksi dengan pasti dan tidak mengikuti pola yang jelas. Probabilitas jenis ini sering diasosiasikan dengan proses stokastik.

- Contoh: Pola klik pengguna di situs web yang bervariasi secara acak.

e) Probabilitas Berturut-Turut (*Sequential Probability*):

Digunakan dalam konteks di mana kejadian terjadi secara berurutan dan urutan tersebut memengaruhi hasil. Digunakan dalam pohon keputusan, proses Markov, dan model sekuensial lainnya.

- Contoh: Peluang muncul angka 2 diikuti angka 5 dalam dua kali lemparan dadu secara berturut-turut.

2.1.3 Aplikasi Probabilitas dalam Konteks Kehidupan Mahasiswa

Konsep probabilitas sesungguhnya tidak hanya relevan dalam dunia akademik atau riset ilmiah, tetapi juga sangat aplikatif dalam aktivitas harian, seperti:

- a) **Perkiraan Cuaca:** Menilai kemungkinan terjadinya hujan berdasarkan data meteorologi.
- b) **Pergerakan Harga Pasar:** Mengestimasi apakah harga saham atau komoditas akan mengalami kenaikan atau penurunan.
- c) **Pengambilan Keputusan Ekonomi Pribadi:** Mempertimbangkan risiko dan manfaat dari keputusan konsumtif, seperti menabung dibandingkan dengan membeli kebutuhan konsumtif.

Meskipun terlihat sebagai perhitungan matematis yang kompleks, pada dasarnya probabilitas sering digunakan secara intuitif dalam pengambilan keputusan harian. Tanpa disadari, manusia telah menggunakan prinsip probabilitas dalam berbagai pertimbangan, baik yang bersifat strategis maupun instingtif.

2.1.4 Relevansi Probabilitas dalam Pengambilan Keputusan

Pemahaman terhadap probabilitas memungkinkan individu untuk berpikir secara sistematis dalam menghadapi ketidakpastian. Dengan menggunakan pendekatan probabilistik, seseorang dapat:

- a) Mengidentifikasi kemungkinan hasil dari suatu tindakan
- b) Menghindari bias intuisi yang tidak akurat
- c) Meningkatkan kualitas pengambilan keputusan melalui pertimbangan yang lebih objektif

Dengan demikian, probabilitas bukan sekadar angka, melainkan suatu kerangka berpikir yang dapat memperkuat kemampuan analisis dan pengambilan keputusan rasional dalam berbagai aspek kehidupan mahasiswa.

2.2 Konsep Harapan Matematis (*Expected Value*)

Nilai Harapan Matematis (*Expected Value*) adalah rata-rata tertimbang dari semua kemungkinan hasil suatu variabel acak, dihitung berdasarkan probabilitas masing-masing hasil. Harapan matematis digunakan untuk memperkirakan hasil jangka panjang dari suatu peristiwa acak. Adapun rumus daripada harapan matematis, yaitu:

$$E(X) = \sum [x \times P(x)]$$

Dimana:

- $E(X)$ = Harapan matematis

- x = Nilai variable acak
- $P(x)$ = Probabilitas terjadinya nilai

2.2.1 Contoh Perhitungan Harapan Matematis

Seorang mahasiswa ingin memperkirakan nilai ujian pada mata kuliah metode pengambilan keputusan berdasarkan persiapan belajarnya. Berikut adalah distribusi probabilitas nilai yang mungkin didapat:

Tabel 2.1

| Nilai | Probabilitas |
|-------|--------------|
| 90 | 0.3 |
| 80 | 0.4 |
| 70 | 0.2 |
| 60 | 0.1 |

Harapan matematis dihitung dengan rumus:

$$E(X) = (90 \times 0.3) + (80 \times 0.4) + (70 \times 0.2) + (60 \times 0.1)$$

$$E(X) = 27 + 32 + 14 + 6 = 79$$

Jadi, mahasiswa dapat mengharapkan nilai rata-rata 79 dalam ujian tersebut.

2.2.2 Hubungan Antara Probabilitas dan Harapan Matematis

Harapan matematis (*expected value*) adalah konsep fundamental dalam teori probabilitas yang digunakan untuk menentukan nilai rata-rata dari suatu kejadian acak apabila eksperimen dilakukan berulang kali dalam kondisi yang sama. Konsep ini sangat relevan dalam pengambilan keputusan berbasis data, khususnya ketika terdapat berbagai kemungkinan hasil yang masing-masing memiliki probabilitas tertentu. Hubungan antara probabilitas dan harapan matematis dapat diilustrasikan sebagai berikut:

➤ Bayangkan seorang mahasiswa sedang mempertimbangkan dua pilihan menjelang ujian:

- 1) Belajar semalaman (begadang),
- 2) Tidur yang cukup dan belajar seperlunya.

Dari pengalaman atau data sebelumnya, ia memperkirakan:

Tabel 2.2

| Strategi | Nilai yang Mungkin Didapat | Probabilitas |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Belajar semalaman | Nilai A (85) | 0.4 |
| Belajar semalaman | Nilai B (75) | 0.6 |
| Tidur cukup | Nilai A (85) | 0.3 |
| Tidur cukup | Nilai B (75) | 0.5 |
| Tidur cukup | Nilai C (65) | 0.2 |

Maka:

- 1) Harapan matematis jika belajar semalaman:

$$(85 \times 0.4) + (75 \times 0.6) = 34 + 45 = \mathbf{79}$$

- 2) Harapan matematis jika tidur cukup:

$$(85 \times 0.3) + (75 \times 0.5) + (65 \times 0.2) = 25.5 + 37.5 + 13 = \mathbf{76}$$

Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa secara rata-rata, strategi belajar semalaman memberikan nilai harapan yang sedikit lebih tinggi dibanding tidur cukup, meskipun faktor kesehatan dan konsentrasi jangka panjang juga perlu dipertimbangkan.

2.3 Teori Pengambilan Keputusan

Dalam setiap aspek kehidupan, manusia secara alamiah berperan sebagai pengambil keputusan (*decision maker*). Sejak bangun tidur hingga kembali beristirahat, individu dihadapkan pada berbagai pilihan, baik yang bersifat sederhana seperti memilih menu sarapan, maupun yang kompleks seperti menentukan arah karier atau strategi belajar. Fenomena ini menegaskan bahwa pengambilan keputusan merupakan proses kognitif yang melekat dalam aktivitas manusia sehari-hari. Pengambilan keputusan merupakan titik awal dari setiap tindakan. Tanpa keputusan, tidak ada arah atau tindakan konkret yang dapat diambil. Dalam filsafat dan psikologi kognitif, keputusan dipandang sebagai hasil dari interaksi antara persepsi, informasi, dan preferensi individu. Dalam konteks organisasi dan kepemimpinan, keputusan sering kali menjadi faktor penentu keberhasilan suatu tindakan kolektif.

Pengambilan keputusan adalah suatu proses sistematis dalam menentukan pilihan terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan kriteria tertentu. Keputusan yang diambil harus mempertimbangkan informasi yang tersedia, situasi, tujuan yang ingin dicapai,

serta konsekuensi dari setiap pilihan yang dibuat. Pengambilan keputusan adalah proses memilih alternatif terbaik dari sejumlah opsi yang tersedia untuk mencapai tujuan organisasi atau individu. (Robbins dan Coulter, 2016)

2.3.1 Tahapan-Tahapan dalam Pengambilan Keputusan

- 1) **Identifikasi Masalah:** Menentukan apakah ada kesenjangan antara kondisi saat ini dan yang diharapkan. Memahami penyebab utama masalah yang perlu dipecahkan.
- 2) **Pengumpulan Informasi Relevan:** Mengumpulkan data yang relevan dan menganalisis informasi yang diperlukan. Memahami kondisi lingkungan, baik internal maupun eksternal.
- 3) **Analisis Masalah:** Informasi dianalisis guna mengidentifikasi penyebab, peluang, dan batasan yang ada.
- 4) **Evaluasi Alternatif:** Menganalisis kelebihan dan kekurangan setiap alternatif. Menggunakan metode seperti Analisis SWOT, *Cost-Benefit Analysis*, atau *Decision Matrix*.
- 5) **Memilih Alternatif Terbaik:** Menentukan keputusan berdasarkan analisis dan pertimbangan strategis. Menggunakan model rasional, intuitif, atau kombinasi keduanya.
- 6) **Implementasi Keputusan:** Melaksanakan keputusan yang telah diambil. Mendistribusikan tanggung jawab kepada pihak terkait.
- 7) **Evaluasi dan Umpan Balik:** Menilai hasil dari keputusan yang telah diimplementasikan. Jika hasilnya tidak sesuai, dilakukan revisi atau perbaikan Keputusan.

2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan merupakan proses kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik yang berasal dari dalam diri individu (faktor internal) maupun dari lingkungan sekitarnya (faktor eksternal). Berikut penjelasan mengenai kedua jenis faktor tersebut:

a) Faktor Internal:

1) Pengalaman dan Pengetahuan Sebelumnya:

Pengalaman masa lalu berperan penting dalam membentuk preferensi dan cara individu dalam membuat keputusan. Seseorang cenderung

mengulang pilihan yang sebelumnya memberikan hasil positif atau memuaskan karena adanya pembelajaran dari pengalaman tersebut.

2) Kepribadian dan Gaya Pengambilan Keputusan:

Setiap individu memiliki gaya pengambilan keputusan yang berbeda, tergantung pada kepribadian masing-masing. Ada yang cenderung menggunakan pendekatan rasional dan analitis, sementara yang lain lebih mengandalkan intuisi dan perasaan. Gaya ini dapat memengaruhi kecepatan serta arah keputusan yang diambil.

3) Nilai Pribadi dan Moralitas:

Nilai-nilai yang dianut oleh individu, termasuk norma moral dan etika, turut memengaruhi keputusan yang dibuat. Individu sering kali memilih tindakan yang dianggap "benar" atau sesuai dengan nilai-nilai pribadi yang diyakininya.

b) Faktor Eksternal:

1) Kondisi Sosial dan Ekonomi:

Lingkungan eksternal seperti kondisi ekonomi, kebijakan pemerintah, dan situasi sosial secara keseluruhan dapat memengaruhi preferensi dan pilihan individu. Misalnya, perubahan harga barang atau regulasi baru dapat menyebabkan individu menyesuaikan keputusan mereka.

2) Teknologi dan Tren Sosial:

Perkembangan teknologi dan kemunculan tren baru sering kali memengaruhi cara pandang serta preferensi masyarakat. Inovasi teknologi dapat menciptakan alternatif baru yang lebih menarik atau efisien, sehingga mengubah pilihan individu.

3) Lingkungan Sosial dan Budaya:

Faktor sosial seperti pengaruh teman sebaya, keluarga, dan budaya yang dominan di lingkungan tempat tinggal individu juga dapat menentukan pilihan yang diambil. Individu cenderung mengikuti norma sosial agar dapat diterima dalam kelompok atau komunitasnya.

2.3.3 Model Pengambilan Keputusan Menurut Para Ahli

a) Model Rasional (Herbert A. Simon, 1957):

Mengasumsikan bahwa individu mengambil keputusan secara logis dan sistematis. Prosesnya mencakup pengumpulan informasi, analisis alternatif, dan pemilihan opsi terbaik.

b) Teori Prospek (Kahneman & Tversky, 1979):

Menjelaskan bahwa manusia cenderung lebih takut terhadap risiko kerugian dibandingkan mencari keuntungan. Keputusan sering kali dipengaruhi oleh cara masalah disajikan (*framing effect*).

c) Model *Garbage Can* (March & Olsen, 1976):

Keputusan terjadi dalam lingkungan yang kompleks, dengan masalah dan solusi sering kali muncul secara tidak terstruktur. Digunakan untuk memahami pengambilan keputusan dalam organisasi yang dinamis.

d) Model Vroom-Yetton (1973):

Menjelaskan bagaimana tingkat partisipasi dalam pengambilan keputusan bervariasi berdasarkan situasi. Digunakan untuk menentukan kapan keputusan harus diambil secara individu atau kolektif.

2.4 Pengambilan Keputusan Mahasiswa dalam Konteks Akademik

Pengambilan keputusan akademik merupakan proses kognitif yang dilakukan mahasiswa dalam menentukan pilihan terkait aspek-aspek pendidikan mereka, seperti pemilihan program studi, perencanaan tugas, hingga perencanaan karier masa depan (Ramírez-Contreras et al., 2023). Proses ini bertujuan untuk mencapai hasil yang optimal sesuai dengan tujuan akademik dan pribadi mahasiswa. Berikut adalah berbagai faktor yang memengaruhi pengambilan keputusan akademik:

a) Faktor Internal (Dari dalam Diri):

1) Pemahaman Diri (*Self-Awareness*):

Kemampuan mahasiswa untuk memahami potensi, minat, dan keterampilan diri sangat menentukan dalam proses pemilihan akademik. Semakin tinggi pemahaman terhadap diri sendiri, semakin tepat keputusan yang diambil.

2) Kepercayaan Diri (*Self-Efficacy*):

Tingkat keyakinan mahasiswa terhadap kemampuannya untuk sukses dalam pilihan yang diambil dapat memengaruhi arah keputusan tersebut. Keyakinan yang tinggi akan mendorong pengambilan keputusan yang lebih tegas dan terarah.

3) Stabilitas Emosi:

Kemampuan untuk mengelola emosi, seperti stres dan kecemasan saat menghadapi pilihan penting, berkontribusi pada proses pengambilan keputusan yang lebih rasional dan terkontrol.

b) Faktor Eksternal (Dari Lingkungan Sosial):

1) Dukungan Keluarga:

Pendapat dan dorongan dari orang tua atau keluarga sering kali menjadi pertimbangan penting dalam menentukan pilihan akademik mahasiswa.

2) Lingkungan Sosial dan Teman Sebaya:

Pengaruh dari teman, komunitas, serta norma sosial di lingkungan sekitar dapat memengaruhi persepsi dan preferensi mahasiswa terhadap suatu pilihan.

3) Kebijakan dan Fasilitas Institusi Pendidikan:

Dukungan dari institusi seperti ketersediaan layanan konseling, informasi akademik, dan bimbingan karier juga dapat membantu mahasiswa dalam mengambil keputusan yang lebih baik.

➤ **Faktor Akademik:**

1) Kualitas Program Studi: Reputasi program studi, kurikulum, dan prospek akademik menjadi pertimbangan utama dalam memilih jalur pendidikan.

2) Fasilitas dan Sumber Daya Kampus: Ketersediaan laboratorium, perpustakaan, akses digital, serta dosen berkualitas turut memengaruhi daya tarik suatu institusi atau jurusan.

➤ **Faktor Ekonomi:**

1) Biaya Pendidikan: Pertimbangan mengenai biaya kuliah dan kemampuan ekonomi keluarga memainkan peran penting dalam menentukan kelanjutan pendidikan.

2) Prospek Karier dan Kesejahteraan Finansial: Kemungkinan memperoleh pekerjaan yang layak setelah lulus serta potensi penghasilan di masa depan juga menjadi pertimbangan utama dalam proses pengambilan keputusan.

2.5 Hubungan Antara Probabilitas, Harapan Matematis, dan Pengambilan Keputusan

Dalam kehidupan sehari-hari, individu sering dihadapkan pada berbagai pilihan dengan hasil yang tidak pasti. Untuk membuat keputusan yang rasional, terutama dalam konteks ketidakpastian, konsep probabilitas dan harapan matematis (*expected value*) sangat penting untuk dipahami dan diterapkan.

a) Probabilitas

Ukuran matematis yang menyatakan kemungkinan terjadinya suatu peristiwa dalam ruang sampel tertentu. Nilainya berkisar antara 0 (tidak mungkin terjadi) hingga 1 (pasti terjadi). Contoh sederhana: Jika terdapat 1 permen coklat dari total 4 permen, maka probabilitas memperoleh permen coklat adalah $1/4$ atau 0,25.

Dalam konteks pengambilan keputusan, probabilitas membantu individu untuk:

- 1) **Menilai Risiko:** Mengidentifikasi kemungkinan kerugian atau kegagalan dari suatu pilihan.
- 2) **Memperkirakan Hasil:** Memprediksi hasil yang mungkin terjadi dari suatu keputusan.
- 3) **Membuat Pilihan yang Lebih Cerdas:** Memilih opsi dengan peluang keberhasilan yang lebih tinggi berdasarkan data atau perhitungan.

b) Harapan Matematis

Nilai rata-rata yang diharapkan dari suatu percobaan atau keputusan yang diulang dalam jangka panjang. Dihitung dengan menjumlahkan hasil kali antara setiap kemungkinan hasil dengan probabilitas terjadinya. Harapan matematis digunakan untuk:

- 1) **Menilai Hasil Rata-Rata dalam Jangka Panjang:** Memperkirakan rata-rata hasil dari suatu keputusan bila dilakukan berulang kali.
- 2) **Membandingkan Beberapa Pilihan:** Menentukan pilihan yang memberikan nilai ekspektasi tertinggi.
- 3) **Mengambil Keputusan yang Rasional:** Memilih tindakan berdasarkan perhitungan hasil yang paling menguntungkan secara statistik.

c) Probabilitas dan Harapan Matematis dalam Pengambilan Keputusan:

Kedua konsep ini saling melengkapi dan menjadi dasar pengambilan keputusan berbasis analisis kuantitatif. **Prosesnya mencakup:**

- 1) Identifikasi semua kemungkinan hasil,
- 2) Penentuan probabilitas untuk masing-masing hasil,
- 3) Perhitungan harapan matematis.

Prinsip pengambilan keputusan:

- 1) Jika harapan matematis positif → keputusan cenderung **menguntungkan**.
- 2) Jika harapan matematis negatif → keputusan cenderung **merugikan**.

3. PEMBAHASAN

3.1 Cara Efektif Memperkenalkan Konsep Probabilitas dan Harapan Matematis kepada Mahasiswa

Pembelajaran probabilitas dan nilai harapan sering kali dianggap menantang oleh mahasiswa karena sifat konsepnya yang abstrak dan tidak langsung terlihat dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang kontekstual dan interaktif agar mahasiswa dapat memahami konsep ini secara lebih mendalam dan aplikatif. Pendekatan seperti *Project-Based Learning* (pembelajaran berbasis proyek), pembelajaran berbasis konteks nyata seperti pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI), serta penggunaan simulasi dan permainan edukatif, dapat meningkatkan pemahaman konsep probabilitas dan nilai harapan. Melalui pendekatan ini, mahasiswa tidak hanya menghafal rumus, tetapi juga memahami makna dan penerapan konsep dalam kehidupan nyata, seperti dalam pengambilan keputusan berdasarkan probabilitas dan analisis risiko.

3.1.1 Pembelajaran Berbasis Proyek sebagai Sarana Efektif

Metode *Project-Based Learning* (PjBL) memberikan pengalaman belajar yang mendalam dengan menempatkan mahasiswa sebagai aktor utama dalam proses pembelajaran. Dalam konteks probabilitas, mahasiswa dapat dilibatkan dalam proyek yang merefleksikan situasi nyata, sehingga mereka dapat mengkonstruksi pemahaman secara aktif melalui pengalaman langsung.

a) Proyek Survei: Eksplorasi Data dan Peluang

Salah satu bentuk proyek yang efektif adalah kegiatan survei. Mahasiswa dapat merancang dan melaksanakan survei mengenai topik-topik yang relevan dengan kehidupan mereka, seperti preferensi makanan, waktu belajar yang paling produktif, atau penggunaan media sosial. Melalui pengumpulan dan analisis data tersebut, mahasiswa belajar mengenai distribusi peluang, nilai harapan, dan penyajian data statistik secara kontekstual. Kegiatan ini tidak hanya melatih kemampuan analitis dan pemahaman konsep

probabilitas, tetapi juga mengembangkan keterampilan kolaboratif, berpikir kritis, dan komunikasi ilmiah.

b) Simulasi dan Permainan untuk Pemahaman Probabilitas

Selain proyek berbasis data, simulasi menggunakan alat sederhana seperti dadu, koin, atau kartu dapat membantu mahasiswa memahami konsep peluang secara empiris. Misalnya, melalui aktivitas melempar dadu berulang kali dan mencatat hasilnya, mahasiswa dapat mengamati kecenderungan frekuensi relatif mendekati nilai peluang teoretis, sesuai dengan prinsip *law of large numbers*. Simulasi ini memberikan visualisasi nyata atas konsep yang bersifat abstrak, sehingga mahasiswa dapat mengembangkan intuisi probabilistik secara alami. Selain itu, pendekatan ini juga menciptakan suasana belajar yang aktif dan menyenangkan.

3.1.2 Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI)

Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) merupakan adaptasi dari *Realistic Mathematics Education (RME)* yang dikembangkan oleh Freudenthal Institute di Belanda. Dalam PMRI, pembelajaran matematika dilandaskan pada konteks kehidupan nyata yang dekat dengan pengalaman mahasiswa, sehingga konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami. Dalam konteks probabilitas, PMRI memberikan ruang bagi mahasiswa untuk membangun pemahaman melalui eksplorasi situasi nyata, seperti permainan dadu atau kegiatan sehari-hari lainnya. Pembelajaran dilaksanakan dengan mengikuti *Hypothetical Learning Trajectory (HLT)* dan *Local Instructional Theory (LIT)*, yang menyusun tahapan-tahapan belajar secara sistematis dari pemahaman intuitif menuju pemahaman formal.

a) Tahapan Pembelajaran PMRI untuk Probabilitas

1) Eksplorasi Konteks Realistik:

Pembelajaran dimulai dengan konteks konkret yang akrab, seperti permainan dadu. Mahasiswa diajak mengenali situasi peluang melalui pengalaman langsung.

2) Modelisasi Situasi:

Mahasiswa mengembangkan model matematis awal, seperti ruang sampel dari permainan dadu, untuk memetakan semua kemungkinan yang dapat terjadi.

3) Formulasi Konjektur:

Mahasiswa diajak mengembangkan prediksi atau konjektur berdasarkan observasi, sehingga mereka mengembangkan intuisi probabilitistik.

4) Generalisasi dan Abstraksi:

Berdasarkan eksplorasi dan diskusi, mahasiswa menyusun rumus peluang secara mandiri berdasarkan pengalaman konkret sebelumnya.

5) Refleksi Konseptual:

Mahasiswa merefleksikan proses pembelajaran dan membandingkan hasil praktik dengan teori, sehingga pemahaman terhadap konsep peluang menjadi lebih bermakna dan aplikatif.

3.1.3 Permainan Kartu sebagai Media Pembelajaran Probabilitas dan Harapan Matematis

Penggunaan permainan kartu sebagai media pembelajaran merupakan pendekatan yang efektif dalam mengajarkan konsep probabilitas yang lebih kompleks, seperti peluang bersyarat, kombinatorika, dan nilai harapan matematis. Permainan menciptakan suasana belajar yang interaktif, menurunkan kecemasan terhadap matematika, dan meningkatkan partisipasi mahasiswa. Melalui permainan kartu, mahasiswa dapat mempelajari berbagai konsep, antara lain:

1) Peluang Kejadian Saling Lepas dan Bersyarat:

Mahasiswa menghitung peluang munculnya kombinasi kartu tertentu dan memahami konsep saling bebas serta kejadian bergantung.

2) Kombinasi dan Permutasi:

Permainan melatih kemampuan berpikir kombinatorial dalam menentukan jumlah kemungkinan susunan kartu tertentu.

3) Harapan Matematis melalui Permainan:

Mahasiswa memainkan permainan berbasis hadiah atau poin, kemudian menghitung nilai harapan dari permainan tersebut. Mereka menganalisis rata-rata keuntungan atau kerugian dalam jangka panjang, serta mempelajari konsep varians dan deviasi standar melalui fluktuasi hasil.

3.1.4 Model Pembelajaran PEDATI

Model PEDATI merupakan pendekatan sistematis dan berstruktur yang dirancang untuk membimbing mahasiswa memahami konsep probabilitas dan nilai harapan secara bertahap dan komprehensif. Nama PEDATI merupakan akronim dari empat tahapan utama, yaitu Pelajari, Dalami, Terapkan, dan Evaluasi. Model ini mengintegrasikan pendekatan multimodal dan partisipatif, yang memfasilitasi keterlibatan aktif mahasiswa.

a) Komponen Model PEDATI

- 1) **Pelajari:** Pada tahap awal ini, mahasiswa diperkenalkan pada konsep-konsep dasar probabilitas dan nilai harapan melalui media yang menarik seperti video pembelajaran, animasi, dan bahan bacaan kontekstual. Tujuan utamanya adalah membangun pemahaman awal yang kuat dan menarik minat belajar.
- 2) **Dalami:** Setelah memperoleh gambaran dasar, mahasiswa terlibat dalam diskusi kelompok, forum daring, dan webinar untuk memperdalam konsep. Interaksi ini memungkinkan mahasiswa bertukar perspektif, mengajukan pertanyaan, serta mengklarifikasi miskonsepsi melalui dialog ilmiah.
- 3) **Terapkan:** Tahap ini menekankan pada praktik langsung. Mahasiswa diberi kesempatan untuk menerapkan konsep probabilitas dalam proyek nyata, simulasi komputer, atau analisis kasus. Melalui pengalaman ini, mahasiswa dapat memahami penerapan konsep dalam situasi dunia nyata.
- 4) **Evaluasi:** Evaluasi dilakukan untuk mengukur sejauh mana pemahaman mahasiswa terhadap materi. Instrumen evaluasi dapat berupa kuis, tugas analisis, dan penilaian proyek yang menguji kemampuan berpikir logis, pemahaman konsep, serta keterampilan aplikasi.

b) Pendekatan dalam Menghitung Peluang

Mahasiswa juga diperkenalkan pada tiga pendekatan utama dalam menentukan nilai peluang:

- 1) **Pendekatan Klasik:** Peluang dihitung dengan asumsi bahwa semua hasil memiliki kemungkinan yang sama, seperti pada permainan dadu atau koin. Pendekatan ini cocok untuk memperkenalkan konsep dasar.

- 2) **Pendekatan Frekuensi Relatif:** Peluang ditentukan berdasarkan data empiris dari kejadian sebelumnya. Pendekatan ini mendekatkan mahasiswa pada penerapan di dunia nyata.
- 3) **Pendekatan Subjektif:** Peluang ditentukan berdasarkan keyakinan atau penilaian pribadi terhadap suatu kejadian, sering digunakan dalam pengambilan keputusan di bawah ketidakpastian.

Dengan memahami ketiga pendekatan ini, mahasiswa dapat melihat konsep peluang dari berbagai perspektif dan mengaplikasikannya sesuai konteks.

3.1.5 Tantangan dalam Pembelajaran dan Solusinya

Pembelajaran probabilitas memiliki tantangan tersendiri yang perlu dikelola secara strategis. Beberapa tantangan yang umum dihadapi antara lain:

- 1) **Keterbatasan Waktu:** Proyek pembelajaran seringkali memerlukan waktu yang panjang dan perencanaan matang.
- 2) **Kesulitan dalam Penilaian:** Menilai pemahaman dan proses dalam proyek berbasis tim memerlukan instrumen penilaian yang adil dan menyeluruh.
- 3) **Keragaman Tingkat Pemahaman Mahasiswa:** Setiap mahasiswa memiliki latar belakang dan kecepatan belajar yang berbeda.

a) Untuk mengatasi tantangan ini, strategi berikut dapat diterapkan:

- 1) **Pemetaan Proyek Menjadi Sub-Tugas:** Proyek dibagi ke dalam tahap-tahap kecil dengan tenggat waktu yang jelas, untuk menghindari penumpukan beban kerja.
- 2) **Penggunaan Rubrik Penilaian Komprehensif:** Penilaian tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses berpikir, kerja sama tim, dan refleksi individu.
- 3) **Program *Mentoring* Sejawat:** Mahasiswa yang telah memahami materi lebih dahulu dapat berperan sebagai mentor bagi rekan lainnya, menciptakan lingkungan belajar kolaboratif.

3.1.6 Strategi Optimalisasi Pembelajaran

Agar pembelajaran probabilitas dan nilai harapan semakin bermakna dan relevan, beberapa strategi tambahan dapat diterapkan:

- 1) **Pemanfaatan Teknologi dan Perangkat Lunak:**

Menggunakan software statistik dan simulasi (misalnya *GeoGebra*, *Excel*, atau *Python*) untuk memvisualisasikan konsep peluang dan nilai harapan.

2) Kolaborasi dalam Proyek Penelitian Dosen:

Mahasiswa dilibatkan dalam proyek penelitian dosen yang relevan dengan topik probabilitas, sehingga mereka belajar melalui pengalaman nyata.

3) Studi Kasus dari Dunia Industri:

Penerapan probabilitas dalam konteks nyata seperti manajemen risiko, pengambilan keputusan bisnis, atau data science dapat digunakan sebagai bahan studi kasus.

4) Pengembangan Portofolio Pembelajaran:

Mahasiswa didorong untuk mendokumentasikan seluruh proses pembelajaran mereka dalam bentuk portofolio, yang dapat digunakan sebagai alat refleksi dan evaluasi perkembangan diri.

3.2 Keputusan yang Dapat Dianalisis Menggunakan Probabilitas dan Harapan Matematis

Pengambilan keputusan dalam berbagai konteks, baik pribadi maupun profesional, dapat ditingkatkan kualitasnya melalui penerapan konsep probabilitas dan harapan matematis (*expected value*). Konsep ini memungkinkan individu dan organisasi untuk menganalisis risiko serta memperkirakan hasil dari berbagai alternatif keputusan secara rasional dan terukur. Dalam dunia modern yang kompleks, pendekatan berbasis probabilitas telah menjadi fondasi utama dalam pengambilan keputusan berbasis data (Lakrim et al., 2025).

3.2.1 Aplikasi dalam Dunia Keuangan dan Investasi

Probabilitas dan nilai harapan digunakan secara luas dalam pengelolaan aset, penilaian risiko, dan strategi keuangan untuk memaksimalkan pengembalian sekaligus meminimalkan risiko.

a) Pemilihan Portofolio Investasi (Model Markowitz)

Harapan Model *Mean-Variance* yang diperkenalkan oleh Harry Markowitz memungkinkan investor menyusun portofolio optimal dengan mempertimbangkan *expected return* dan varians dari aset-aset yang tersedia. Probabilitas digunakan untuk memodelkan hasil potensial dari berbagai kondisi ekonomi, dan nilai harapan digunakan untuk memperkirakan pengembalian rata-rata dari kombinasi aset.

b) Penilaian Harga Opsi (Model *Black-Scholes* dan *Binomial Tree*)

Model *Black-Scholes* dan pohon binomial memanfaatkan konsep probabilitas dalam menentukan harga wajar opsi saham. Asumsi tentang distribusi harga saham di masa depan, volatilitas, dan suku bunga bebas risiko menjadi parameter penting dalam perhitungan nilai opsi, yang memberikan dasar kuantitatif bagi keputusan transaksi derivatif.

c) Manajemen Risiko Kredit (*Probability of Default & Monte Carlo Simulation*)

Dalam industri perbankan, probabilitas kegagalan pembayaran (*Probability of Default*) dan kerugian yang mungkin terjadi jika gagal bayar (*Loss Given Default*) dihitung untuk menilai kelayakan pemberian kredit. Simulasi Monte Carlo digunakan untuk mengestimasi distribusi kerugian portofolio kredit dalam berbagai skenario ekonomi, guna mengukur risiko sistemik secara lebih akurat.

3.2.2 Aplikasi dalam Dunia Bisnis

Probabilitas dan harapan matematis membantu pelaku bisnis dalam menyusun strategi dan mengambil keputusan yang tidak hanya mengandalkan intuisi, tetapi berbasis analisis kuantitatif.

a) Analisis Proyek Investasi (*NPV* dan *IRR* Probabilistik)

Dalam evaluasi proyek, perusahaan menghitung nilai sekarang bersih (*Net Present Value*) dan tingkat pengembalian internal (*Internal Rate of Return*), sering kali dengan mempertimbangkan probabilitas berbagai skenario (optimis, moderat, pesimis). Harapan matematis digunakan untuk menilai kelayakan proyek dengan mempertimbangkan peluang keberhasilan dan risiko kegagalan.

b) Penentuan Strategi Peluncuran Produk (*Expected Monetary Value*)

Proses Dalam pengambilan keputusan strategis seperti peluncuran produk, perusahaan menghitung *Expected Monetary Value* (EMV) dari setiap alternatif strategi distribusi. Probabilitas dari setiap skenario pasar digunakan untuk memperkirakan nilai harapan keuntungan, dan strategi dengan EMV tertinggi dipilih sebagai yang paling rasional.

c) Manajemen Persediaan dengan Model Stokastik

Model stokastik dalam rantai pasok memungkinkan perusahaan mengelola persediaan berdasarkan distribusi probabilitas permintaan. Dengan mempertimbangkan variabel seperti data penjualan historis, musim, dan tren,

perusahaan dapat mengoptimalkan tingkat persediaan untuk menghindari kekurangan atau kelebihan barang, sekaligus meminimalkan biaya penyimpanan dan kerugian.

3.2.3 Pengambilan Keputusan Pribadi Berbasis Probabilitas dan Nilai Harapan

Dalam kehidupan sehari-hari, individu sering kali dihadapkan pada pilihan yang kompleks dan penuh ketidakpastian. Pendekatan berbasis probabilitas dan nilai harapan (*expected value*) dapat membantu dalam membuat keputusan yang lebih rasional dan terukur, bahkan dalam konteks non-akademik atau non-profesional.

a) Analisis Keputusan Asuransi

Konsumen Sebagai contoh, dalam pemilihan produk asuransi, seseorang dapat membandingkan premi yang dibayarkan dengan nilai harapan kerugian. Misalnya, jika premi asuransi kendaraan sebesar Rp5 juta dan potensi kerugian akibat kecelakaan adalah Rp300 juta dengan peluang 2%, maka nilai harapan kerugian adalah:

$$E(\text{Loss}) = 0.02 \times \text{Rp } 300.000.000 = \text{Rp } 6.000.000$$

Maka, membayar premi Rp5 juta dinilai rasional karena lebih rendah dari nilai ekspektasi kerugian.

b) Evaluasi Partisipasi dalam Lotere dan Permainan Peluang

Dalam lotere, seringkali nilai harapan negatif, misalnya harga tiket sebesar £2 dengan nilai ekspektasi kemenangan hanya £1.16. Ini berarti partisipan secara matematis mengalami kerugian rata-rata £0.84 per tiket. Sebaliknya, permainan dengan nilai harapan positif dapat menjadi layak secara statistik dalam jangka panjang.

c) Pertimbangan Pendidikan dan Karir

Pemilihan antara melanjutkan pendidikan dan langsung bekerja dapat dianalisis dengan pendekatan probabilistik. Misalnya, melanjutkan S2 dengan biaya Rp200 juta dan peluang 70% mendapatkan pekerjaan dengan gaji Rp15 juta/bulan dapat dibandingkan dengan pilihan langsung bekerja dengan gaji Rp10 juta/bulan. Perhitungan *expected lifetime earnings* selama 40 tahun dapat memberikan dasar kuantitatif untuk menilai investasi pendidikan.

3.2.4 Peran Probabilitas dalam Pengambilan Keputusan Pemerintah

Pemerintah sebagai pengambil kebijakan publik dalam skala luas juga memanfaatkan konsep probabilitas dan harapan matematis untuk menyusun kebijakan yang efisien, adil, dan berbasis data.

a) Analisis *Cost-Benefit* Proyek Infrastruktur

Dalam pembangunan infrastruktur seperti jalan tol, pemerintah melakukan analisis probabilistik terhadap skenario lalu lintas (ramai, sedang, sepi) dan menghitung nilai sekarang bersih (*Net Present Value*) ekspektasi dari ketiga skenario. Analisis sensitivitas digunakan untuk mengantisipasi perubahan parameter makroekonomi.

b) Penilaian Risiko Bencana Alam

Probabilistic risk assessment digunakan dalam mitigasi risiko bencana seperti gempa bumi. Pemerintah menganalisis data historis dan model seismik untuk menghitung nilai harapan kerugian dari berbagai wilayah, sehingga alokasi anggaran untuk penguatan bangunan dapat dilakukan secara efisien dan prioritas.

c) Evaluasi Program Vaksinasi

Dalam kebijakan kesehatan, seperti program vaksinasi COVID-19, pemerintah mempertimbangkan potensi kerugian ekonomi akibat pandemi dibandingkan dengan biaya vaksinasi. Dengan memperhitungkan probabilitas penularan, hospitalisasi, dan dampak *lockdown*, pemerintah dapat menyimpulkan bahwa investasi vaksinasi menghasilkan nilai harapan ekonomi yang sangat positif.

3.2.5 Aplikasi Probabilitas dalam Dunia Industri

Dalam sektor industri, penggunaan probabilitas dan nilai harapan menjadi penting dalam perencanaan operasional, efisiensi produksi, dan pemeliharaan aset.

a) Perencanaan Produksi dengan Simulasi Stokastik

Untuk menghadapi ketidakpastian permintaan dan pasokan, perusahaan menggunakan *stochastic programming* dan simulasi Monte Carlo. Strategi ini memungkinkan perusahaan merancang jadwal produksi optimal yang meminimalkan biaya penyimpanan, kekurangan stok, dan pemanfaatan kapasitas mesin.

b) Pemeliharaan Prediktif Mesin Produksi

Teknologi sensor dan analisis data digunakan untuk memprediksi kemungkinan kerusakan mesin. Melalui pendekatan probabilistik, perusahaan dapat memutuskan waktu optimal untuk melakukan perawatan preventif atau perbaikan, guna meminimalkan *total cost of ownership* dan gangguan operasi.

3.2.6 Aplikasi dalam Pengelolaan Lingkungan dan Perubahan Iklim

a) Manajemen Air Waduk Berbasis Probabilistik

Model Waduk merupakan infrastruktur vital yang berfungsi sebagai sumber air untuk irigasi pertanian, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dan pelestarian lingkungan hidup. Namun, ketersediaan air sangat dipengaruhi oleh variabilitas iklim, terutama fenomena seperti El Niño dan La Niña yang berdampak signifikan terhadap curah hujan. Dengan menggunakan *stochastic dynamic programming*, para pengelola waduk dapat menghitung nilai harapan dari aliran masuk air (*expected inflow*) berdasarkan data historis dan proyeksi cuaca. Pendekatan ini digunakan untuk merancang kebijakan pelepasan air yang optimal, menyeimbangkan antara keuntungan ekonomi dan keberlanjutan lingkungan.

b) Perhitungan Risiko Ekonomi dari Emisi Karbon

Perusahaan di sektor industri kini semakin mempertimbangkan risiko ekonomi jangka panjang dari emisi karbon, terutama terkait dengan potensi penerapan kebijakan seperti pajak karbon, batas emisi, dan sistem perdagangan emisi. Melalui *carbon pricing models*, perusahaan dapat memperkirakan *expected carbon cost* berdasarkan berbagai skenario kebijakan masa depan. Misalnya, jika probabilitas penerapan pajak karbon oleh pemerintah diperkirakan sebesar 60%, maka investasi dalam teknologi ramah lingkungan saat ini dapat menjadi pilihan rasional yang lebih murah dibandingkan membayar biaya kepatuhan yang tinggi di masa mendatang (misalnya, pembelian *carbon credits*).

3.3 Kontribusi Probabilitas dan Harapan Matematis dalam Pengambilan Keputusan Mahasiswa

Probabilitas dan harapan matematis merupakan alat berpikir kuantitatif yang sangat berguna dalam membantu mahasiswa membuat keputusan yang lebih objektif, rasional, dan berbasis data. Dalam konteks akademik maupun kehidupan pribadi, kedua konsep ini memperkuat kemampuan penalaran mahasiswa dengan menggantikan intuisi subjektif dan tebakan semata dengan analisis numerik yang sistematis.

3.3.1 Meningkatkan Akurasi dan Rasionalitas Pengambilan Keputusan

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan probabilistik dalam pengambilan keputusan dapat meningkatkan akurasi keputusan mahasiswa hingga 40–65%. Hal ini berlaku dalam berbagai situasi, mulai dari pemilihan program beasiswa, pengelolaan keuangan pribadi, hingga strategi belajar yang lebih efektif.

3.3.2 Pengambilan Keputusan Akademik yang Objektif

a) Studi Kasus Seleksi Beasiswa

Contoh nyata penerapan konsep probabilitas adalah penggunaan Model Bayes dalam proses seleksi beasiswa, seperti yang diterapkan di Program Studi Matematika Universitas Negeri Medan (UNIMED). Dalam model ini, probabilitas seseorang mendapatkan beasiswa dihitung berdasarkan atribut seperti Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) dan tingkat Uang Kuliah Tunggal (UKT). Rumus Bayes yang digunakan:

$$P(C|A) = \frac{P(A|C) P(C)}{P(A)}$$

Dimana:

- $P(C|A)$ = Probabilitas diterima beasiswa berdasarkan IPK tinggi
- $P(A|C)$ = Probabilitas memiliki IPK tinggi jika diterima beasiswa
- $P(C)$ = Probabilitas umum diterima beasiswa
- $P(A)$ = Probabilitas memiliki IPK tinggi

Hasil implementasi menunjukkan bahwa mahasiswa dengan $IPK \geq 3.5$ memiliki peluang diterima sebesar 87%, dibandingkan hanya 23% pada mahasiswa dengan $IPK < 2.75$. Pendekatan ini membantu mengurangi bias subjektif hingga 65% dan membuat proses seleksi lebih adil dan terukur.

b) Optimalisasi Strategi Belajar Melalui Harapan Matematis

Mahasiswa juga dapat menggunakan rumus *expected learning gain* untuk memilih metode pembelajaran yang paling efektif:

$$E[G] = \sum (p_i \times g_i)$$

Dimana:

- p_i = Probabilitas keberhasilan metode ke- i
- g_i = Peningkatan hasil belajar dari metode ke- i

Misalnya, metode *flipped classroom* memiliki peluang sukses 70% dan *peer tutoring* 85%. Jika dikombinasikan, potensi peningkatan IPK mahasiswa bisa mencapai 8.3 poin kumulatif. Dengan demikian, pemilihan strategi belajar menjadi lebih efisien dan berbasis data.

3.3.3 Stratifikasi Kemampuan Berpikir Probabilistik Mahasiswa

Kemampuan mahasiswa dalam berpikir probabilistik dapat dikategorikan ke dalam beberapa tingkat perkembangan:

a) Level 1 (Pemikiran Subjektif)

Keputusan didasarkan pada intuisi dan pengalaman pribadi semata, tanpa data pendukung. Akurasi keputusan pada level ini relatif rendah, berkisar pada 38%.

b) Level 2 (Pemikiran Rasio Sederhana)

Mahasiswa mulai menggunakan proporsi dan frekuensi dasar, namun belum mempertimbangkan variabel kompleks. Contohnya, menghitung peluang keberhasilan berdasarkan rasio partisipasi.

c) Level 3-4 (Pemikiran Statistik Lanjutan)

Mahasiswa dapat menggunakan probabilitas bersyarat dan gabungan (*joint probability*) dalam pengambilan keputusan kompleks. Contohnya:

$$P(A \cap B) = P(A | B) \times P(B)$$

(A = lulus tepat waktu, B = mengambil mata kuliah dengan tingkat kesulitan tinggi). Mahasiswa dengan kemampuan pada level ini dilaporkan mengalami peningkatan rata-rata IPK sebesar 0.35 poin per semester, membuktikan dampak signifikan dari berpikir kuantitatif terhadap keberhasilan akademik.

3.3.4 Analisis Risiko dan Manfaat dengan Harapan Matematis

a) Manajemen Keuangan Mahasiswa

Mahasiswa sering kali mempertimbangkan pilihan antara bekerja paruh waktu atau fokus penuh pada studi. Dengan menggunakan rumus *Expected Monetary Value (EMV)*, pilihan tersebut dapat dianalisis secara objektif:

$$EMV = \sum(p_i \times g_i)$$

Sebagai contoh:

- Peluang mendapatkan gaji Rp2,5 juta jika bekerja = 60%
- Peluang hanya memperoleh Rp1,8 juta = 40%

Maka:

$$EMV_{kerja} = (0.6 \times 2.5 \text{ juta}) + (0.4 \times 1.8 \text{ juta}) = 2.22 \text{ juta}$$

$$EMV_{studi} = (0.8 \times IPK \ 3.5) \times \text{premi gaji}$$

Sebaliknya, EMV untuk fokus studi dapat dihitung berdasarkan probabilitas kelulusan dengan IPK tinggi dan proyeksi gaji premium pasca kelulusan. Jika kombinasi kerja 15 jam/minggu dan belajar penuh menghasilkan EMV

gabungan tertinggi, maka pilihan tersebut merupakan strategi optimal dari sisi utilitas ekonomi dan akademik.

3.3.5 Aplikasi dalam Konteks Keputusan Kompleks

Dalam menghadapi berbagai pilihan penting selama masa studi, mahasiswa sering dihadapkan pada keputusan yang melibatkan risiko dan ketidakpastian. Penerapan konsep *Markov Decision Process* (MDP), dan *Real Options Analysis* memungkinkan mahasiswa untuk menganalisis berbagai alternatif pilihan secara kuantitatif, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih rasional dan terukur.

a) Pengelolaan Anggaran Organisasi Mahasiswa: Markov Decision Process

Organisasi kemahasiswaan sering dihadapkan pada keputusan penggunaan anggaran terbatas untuk berbagai kegiatan. Dengan menggunakan *Markov Decision Process* (MDP), keputusan dapat dirancang dengan mempertimbangkan konsekuensi jangka panjang:

$$V(s) = \max_a \left(R(s, a) + \gamma \sum_{s'} P(s' | s, a) V(s') \right)$$

Dimana:

- $V(s)$ = nilai kondisi saat ini
- $R(s, a)$ = *reward* dari tindakan
- γ = diskonto waktu (misalnya 0.9)
- $P(s' | s, a)$ = probabilitas transisi ke kondisi berikutnya

Penerapan MDP menunjukkan bahwa organisasi dapat menghemat anggaran secara signifikan, bahkan menurunkan defisit acara hingga 28%, sambil tetap mempertahankan kualitas kegiatan.

b) Perencanaan Karier Pasca-Kelulusan: Real Options Analysis

Dalam menentukan jalur karier setelah lulus, mahasiswa dihadapkan pada pilihan seperti langsung bekerja atau menunda untuk mempersiapkan usaha sendiri. Konsep *Real Options Analysis* yang umum digunakan di bidang keuangan dapat diterapkan untuk mengevaluasi nilai fleksibilitas dalam menunda keputusan:

$$C = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2)$$

- C = nilai opsi menunda keputusan
- S_0 = nilai sekarang dari usaha atau peluang karier
- $d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$
- X = biaya atau nilai alternatif yang ditinggalkan
- $N(d)$ = distribusi normal kumulatif
- r = suku bunga bebas risiko
- T = waktu

Analisis ini menunjukkan bahwa menunda bekerja untuk mempersiapkan usaha dapat memberikan nilai fleksibilitas hingga Rp18,7 juta per tahun. Dengan demikian, mahasiswa dapat menilai secara kuantitatif apakah keputusan untuk menunda pekerjaan demi berwirausaha memiliki nilai ekonomi yang layak.

4. KESIMPULAN

Probabilitas dan harapan matematis merupakan dua konsep fundamental dalam statistik yang memiliki peran signifikan dalam meningkatkan kualitas pengambilan keputusan, khususnya di kalangan mahasiswa. Dalam kehidupan akademik dan non-akademik, mahasiswa kerap dihadapkan pada situasi yang menuntut pemilihan alternatif terbaik di tengah ketidakpastian. Pendekatan berbasis probabilitas memungkinkan mahasiswa untuk mengevaluasi kemungkinan hasil dari setiap pilihan, sementara harapan matematis membantu memperkirakan nilai rata-rata dari hasil-hasil tersebut secara kuantitatif dan sistematis. Melalui pemahaman dan penerapan kedua konsep ini, mahasiswa tidak hanya dapat meningkatkan akurasi dan objektivitas keputusan yang diambil, tetapi juga mampu mengembangkan pola pikir analitis dan berbasis data. Penggunaan probabilitas dan harapan matematis dalam konteks seperti strategi belajar, pengelolaan keuangan pribadi, partisipasi dalam organisasi, pemilihan karier, hingga perencanaan akademik menunjukkan bagaimana konsep ini dapat diadaptasi secara luas dan aplikatif dalam kehidupan sehari-hari.

Penerapan metode pembelajaran kontekstual seperti *Project-Based Learning*, Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI), simulasi, permainan edukatif, serta model sistematis seperti PEDATI, terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep probabilitas dan harapan matematis. Melalui pendekatan ini, mahasiswa lebih mudah menghubungkan konsep yang bersifat abstrak dengan pengalaman nyata mereka, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Lebih jauh lagi, penerapan konsep probabilitas dan harapan matematis tidak hanya terbatas pada level individu, tetapi juga terbukti relevan dalam pengambilan keputusan pada level organisasi, industri, dan kebijakan publik. Mahasiswa yang terlatih dengan pola pikir probabilistik memiliki keunggulan dalam memahami risiko, memperkirakan hasil, dan merancang strategi yang adaptif di tengah perubahan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penguasaan terhadap probabilitas dan harapan matematis bukan sekadar keterampilan statistik, tetapi merupakan bagian integral dari literasi kuantitatif yang mendukung kesiapan mahasiswa dalam menghadapi tantangan akademik, profesional, dan sosial secara lebih cerdas dan rasional. Oleh karena itu, penting bagi institusi pendidikan tinggi untuk terus mengintegrasikan pembelajaran konsep ini secara kontekstual, aplikatif, dan berkelanjutan dalam kurikulum pendidikan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chen, R., & Fang, L. (2019). A Case Teaching Study of Mathematics Expectation and Variance. *International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences*, 6(2).
- Groth, R. E., Rickards, M., & Roehm, E. (2023). STUDENT-GENERATED CONNECTIONS IN LEARNING ABOUT COMPOUND PROBABILITY AND THEIR EMERGENCE DURING INSTRUCTION. *Statistics Education Research Journal*, 22(1). <https://doi.org/10.52041/serj.v22i1.51>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Lakrim, A., Chergui, M., & Wahbi, B. El. (2025). An exploratory study of the difficulties related to the probabilistic modeling process. *Journal of Education and Learning*, 19(3), 1590–1599. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i3.22046>
- March, J. G., & Olsen, J. P. (1976). *Ambiguity and choice in organizations*. Bergen: Universitetsforlaget.
- Mudrajad, K. (2018). *Manajemen proyek*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Sartono, A. (2016). *Manajemen keuangan: Teori dan aplikasi*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Simon, H. A. (1957). *Models of man: Social and rational*. New York: Wiley.
- Ramírez-Contreras, A., Zúñiga-Silva, L., & Ojeda-Gómez, E. (2023). A study on mathematics students' probabilistic intuition for decision-making in high school. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 18(4), em0749. <https://doi.org/10.29333/iejme/13586>
- Riduwan, & Kuncoro, E. A. (2020). *Statistika untuk penelitian: Pendidikan, sosial, ekonomi, komunikasi, dan bisnis*. Alfabeta.
- Vroom, V. H., & Yetton, P. W. (1973). *Leadership and decision-making*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Zhao, Q. I. (2017). *The relationship between Probability and Mathematical Statistics and Professional Courses in Economic Management* (Vol. 82).