



**Perencanaan Pengembangan Lokasi Anjungan Tunai Mandiri
(ATM) dengan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)
dan Teorema Bayes
(Studi kasus: ATM Bank Mandiri di sekitar
Universitas Brawijaya)**

SKRIPSI

oleh

SITI SHOLEKHA

195090401111032



**PROGRAM STUDI SARJANA MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2023**



**Perencanaan Pengembangan Lokasi Anjungan Tunai Mandiri
(ATM) dengan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)
dan Teorema Bayes**

**(Studi kasus: ATM Bank Mandiri di sekitar
Universitas Brawijaya)**

SKRIPSI

oleh
SITI SHOLEKHA
195090401111032



**PROGRAM STUDI SARJANA MATEMATIKA
DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**Perencanaan Pengembangan Lokasi Anjungan Tunai Mandiri
(ATM) dengan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)
dan Teorema Bayes
(Studi kasus: ATM Bank Mandiri di sekitar
Universitas Brawijaya)**

**SITI SHOLEKHA
195090401111032**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 22 Desember 2023
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika

Menyetujui,
Pembimbing



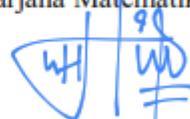
Kwardiniya Andwaningtyas, S.Si., M.Si
NIP. 197006221998022001

Mengetahui,

Ketua Departemen Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya


Dr. H. H. F. F. S. S. M. Sc
NIP. 198008142005012004

Ketua Program Studi
Sarjana Matematika



Ummu Habibah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 198505152009122004

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Sholekha
NIM : 195090401111032
Program Studi : Sarjana Matematika
Departemen : Matematika
Judul Skripsi : Perencanaan Pengembangan Lokasi Anjungan
Tunai Mandiri (ATM) dengan Metode
Perbandingan Eksponensial (MPE) dan Teorema
Bayes (Studi kasus: ATM Bank Mandiri
di sekitar Universitas Brawijaya)

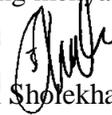
dengan ini menyatakan bahwa:

1. isi Skripsi ini benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di Daftar Pustaka dalam Skripsi ini,
2. apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 22 Desember 2023

Yang menyatakan,



Siti Sholekha
NIM. 195090401111032



Perencanaan Pengembangan Lokasi Anjungan Tunai Mandiri (ATM) dengan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) dan Teorema Bayes (Studi kasus: ATM Bank Mandiri di sekitar Universitas Brawijaya)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi pemilihan lokasi ATM Mandiri yang paling potensial untuk dilakukan pengembangan di daerah sekitaran Universitas Brawijaya. Tujuan dari pengembangan salah satu ATM terbaik ini adalah untuk memperoleh keuntungan maksimum bagi pihak bank terkait dan penempatan lokasi yang merata. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode MPE dan Teorema Bayes. Metode perbandingan eksponensial (MPE) digunakan untuk mencari peluang *prior* sebagai informasi awal dengan tiga kriteria yaitu kinerja mesin ATM, akses menuju lokasi, dan kondisi keramaian di sekitar lokasi. Sementara itu, pada penerapan Teorema Bayes peluang *prior* akan diperbaharui menjadi peluang *posterior* dengan data jumlah nasabah sebagai informasi tambahan. Perhitungan pada peluang *posterior* dilakukan secara iteratif sampai mendekati satu, proses perhitungan dengan bantuan *software* Matlab menghasilkan iterasi sebanyak sembilan belas kali, kemudian dihitung nilai harapan dari masing-masing lokasi ATM. Hasil perhitungan dengan Teorema Bayes menunjukkan bahwa ATM *Mall Dinoyo* memiliki nilai harapan maksimum sebanyak 48 nasabah, artinya ATM *Mall Dinoyo* adalah lokasi ATM yang sebaiknya diprioritaskan untuk dilakukan pengembangan.

Kata Kunci: Metode Perbandingan Eksponensial (MPE), Peluang *prior*, Peluang *posterior*, Teorema Bayes, Nilai harapan



Planning for the Development of Automated Teller Machine (ATM) Locations using the Exponential Comparison Method (MPE) and Bayes' Theorem (Case study: Bank Mandiri ATM around Brawijaya University)

ABSTRACT

This research aims to analyze the strategy for selecting Mandiri ATM locations with the most potential for development in the area around Brawijaya University. The aim of developing one of the best ATMs is to obtain maximum profits for the relevant banks and evenly distribute locations. The methods used in this research are the MPE method and Bayes' Theorem. The exponential comparison method (MPE) is used to find prior opportunities as initial information using three criteria, namely ATM machine performance, access to the location, and crowd conditions around the location. Furthermore, in applying Bayes' Theorem, the prior probability will be updated into a posterior probability with data on the number of customers as additional information. The calculation of the posterior probability is carried out iteratively until it approaches one, the calculation process with the help of Matlab software produces nineteen iterations, then the expected value of each ATM location is calculated. The results of calculations using the MPE method and Bayes' Theorem show that the Dinoyo Mall ATM has a maximum expected value of 48 customers, meaning that the Dinoyo Mall ATM is an ATM location that should be prioritized for development.

Keywords: *MPE Method, Prior probability, Posterior Probability, Bayes Theorem, Expected value.*



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT, atas kehendak-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Kwardiniya Andawaningtyas, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, kritik, saran dan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
2. Dra. Endang Wahyu Handamari, M.Si dan Dr. Umu Sa`adah, M.Si, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran bagi penulis,
3. Dr. Dra. Wuryansari M. K., M.Si., selaku dosen penasihat akademik yang telah memberikan pengarahan bagi penulis,
4. Dr. Sa`adatul Fitri, S.Si, M.Sc., selaku ketua Departemen Matematika Universitas Brawijaya dan, Ummu Habibah, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Sarjana Matematika,
5. Seluruh dosen Matematika yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan serta staf administrasi Departemen Matematika atas segala bantuannya,
6. Bapak Samijo, Ibu Rusminah, kakak-kakak tercinta yaitu Wiji Astuti, Rani Setyaningsih, dan Angga Widodo atas segala doa dan dukungannya,
7. Teman-teman Matematika Universitas Brawijaya 2019 atas segala dukungan dan kebersamaannya selama ini.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat serta hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini. Kritik dan saran untuk perbaikan penulisan selanjutnya dapat disampaikan melalui email penulis itisholekha03@student.ub.ac.id. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya.

Malang, 22 Desember 2023

Penulis

**DAFTAR ISI**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x1
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR SIMBOL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Data.....	5
2.2 Metode Perbandingan Eksponensial (MPE).....	6
2.3 Teori Keputusan.....	7
2.4 Interval Kelas.....	8
2.5 Teorema Limit Pusat.....	8
2.6 Uji Normalitas Data.....	9
2.7 Distribusi Normal.....	9
2.8 Rata-rata.....	11
2.9 Simpangan Baku.....	11
2.10 Peluang.....	12
2.10.1 Peluang bersyarat.....	12
2.10.2 Peluang total.....	13
2.10.3 Partisi.....	13
2.11 Teorema Bayes.....	14
2.11.1 Formula Teorema Bayes.....	14
2.11.2 Formula Teorema Bayes secara iterasi.....	15
2.12 Nilai Harapan.....	16
2.13 Tabel <i>Pay-off</i>	17



BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Jenis dan Sumber Data	19
3.3 Langkah-langkah Penelitian.....	20
3.4 Langkah-langkah Analisis data	21
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Menentukan peluang <i>prior</i> dengan metode MPE	25
4.2 Uji Normalitas Data	30
4.3 Perhitungan rata-rata dan simpangan baku.....	31
4.4 Perhitungan tingkat transaksi	33
4.5 Perhitungan nilai harapan dengan peluang <i>prior</i>	34
4.6 Perhitungan peluang <i>posterior</i> dan nilai harapan secara iterasi.....	35
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
Daftar Pustaka	45
LAMPIRAN	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel <i>pay-off</i>	18
Tabel 4.1	Kriteria pemilihan alternatif ATM.....	25
Tabel 4.2	Tingkat kepentingan kriteria.....	26
Tabel 4.3	Konversi nilai alternatif.....	27
Tabel 4.4	Hasil nilai total setiap alternatif.....	29
Tabel 4.5	Nilai rata-rata dan simpangan baku.....	33
Tabel 4.6	Tingkat transaksi ATM keseluruhan dengan kondisi.....	34
Tabel 4.7	Tingkat transaksi setiap mesin ATM dengan kondisi.....	34
Tabel 4.8	Nilai harapan, tingkat transaksi, dan peluang <i>prior</i>	35
Tabel 4.9	Tabel <i>pay-off</i> iterasi satu.....	39
Tabel 4.10	Tabel <i>pay-off</i> iterasi dua.....	39
Tabel 4.11	Tabel <i>pay-off</i> iterasi tiga.....	40
Tabel 4.12	Tabel <i>pay-off</i> iterasi empat.....	41
Tabel 4.13	Tabel <i>pay-off</i> iterasi sembilan belas.....	41
Tabel 4.14	Pembulatan nilai harapan.....	42

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1	Grafik distribusi normal.....	10
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	23
Gambar 4.1	Hasil uji normalitas data jumlah nasabah.....	31
Gambar 4.2	Hasil perhitungan Matlab iterasi satu.....	38



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	
A_j	tingkat transaksi lokasi ATM pada kondisi j	21
A_{ij}	tingkat transaksi lokasi ATM ke- i pada kondisi j	21
i	indeks untuk lokasi ATM.....	21
j	indeks untuk kondisi tingkat transaksi.....	21
σ	simpangan baku jumlah nasabah yang melakukan transaksi secara keseluruhan.....	21
σ_i	simpangan baku jumlah nasabah yang melakukan transaksi untuk setiap lokasi ATM ke- i	21
A_i	lokasi ATM ke- i	21
$P(A_j)$	peluang terjadinya kondisi j	22
$E(A_i)$	Nilai harapan alternatif.....	22
$P(A_k X)$	peluang terjadinya kondisi k dengan syarat jumlah nasabah yang melakukan transaksi.....	22



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data jumlah nasabah.....	49
Lampiran 2	<i>Listing</i> program Matlab.....	49
Lampiran 3	Nilai awal tabel <i>pay-off</i>	51
Lampiran 4	Hasil perhitungan peluang <i>posterior</i> dan nilai harapan secara iterasi.....	52
Lampiran 5	Dokumentasi.....	58



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemudahan bertransaksi penting bagi individu yang menginginkan kehidupan praktis dan aman. Kenyamanan dan kemudahan nasabah dalam menemukan lokasi strategis untuk keperluan sehari-hari menjadi pertimbangan utama bagi pihak bank. Penentuan lokasi strategis ATM membutuhkan perencanaan matang dan perhitungan akurat karena penempatan ATM memiliki peranan penting dalam bisnis perbankan, termasuk bagi Bank Mandiri yang menghadapi persaingan bisnis perbankan yang ketat.

Dalam skripsi ini akan dibahas penyelesaian masalah perencanaan pengembangan penempatan ATM Mandiri di sekitaran kampus UB Malang menggunakan Metode Bayes dengan nilai harapan. Untuk itu diperlukan informasi awal berupa tiga kriteria seperti kondisi keramaian di sekitar lokasi ATM, akses jalan menuju lokasi, dan kinerja mesin ATM kemudian data tersebut akan dijadikan sebagai peluang *prior*. Metode yang digunakan dalam perhitungan peluang *prior* adalah Metode Perbandingan Eksponensial (MPE). MPE merupakan metode yang dipergunakan untuk penentuan urutan prioritas alternatif keputusan menggunakan kriteria yang majemuk. Pada dasarnya MPE dapat dikatakan sebagai pendekatan yang melakukan perbandingan terhadap alternatif yang tersedia dengan menghitungnya secara eksponensial (Rusliyawati dan Nuraini, 2022). MPE dapat mengurangi bias yang mungkin terjadi dalam analisis, karena nilai skor yang dihasilkan menggambarkan urutan prioritas yang menjadi besar sehingga urutan prioritas alternatif keputusan menjadi lebih nyata (Borham dan Helmi, 2018)

Penelitian ini merujuk pada artikel Wei (2019) yang membahas tentang model keputusan Bayesian dalam psikologi dan ilmu saraf, dalam artikel ini dijelaskan mengenai skema pengambilan keputusan Bayesian yaitu terdapat dua komponen utama berupa aturan Bayes dan nilai harapan, kedua komponen tersebut digabungkan dan didapatkan pemetaan dari observasi hingga pengambilan keputusan. Penentuan peluang *prior* mengacu pada artikel Maryana dkk. (2017) yang mengaplikasikan metode MPE pada kasus penilaian kinerja karyawan.



Berdasarkan identifikasi lokasi penempatan ATM yang telah beroperasi, akan dilakukan pengambilan keputusan lokasi yang diprioritaskan dalam penempatan ATM.

Penelitian menggunakan Teorema Bayes dilakukan oleh Diana (2017) untuk menentukan lokasi usaha waralaba. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem pendukung keputusan untuk menentukan lokasi usaha waralaba dengan menerapkan Metode Bayes. Pada tahap pengujian, berdasarkan hasil 5 kali uji coba dengan variasi data diperoleh kenyataan bahwa urutan rekomendasi lokasi usaha yang diberikan oleh sistem pendukung keputusan dengan Metode Bayes adalah konsisten. Tantrie (2022) meneliti tentang pengambilan keputusan perencanaan penjualan beras menggunakan metode Bayes dengan kriteria nilai harapan. Penelitian ini menghasilkan alternatif beras yang diprioritaskan dalam penjualan.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengembangan rencana lokasi penempatan ATM dengan menerapkan metode MPE dan Teorema Bayes. Pada proses pengambilan keputusan dengan Teorema Bayes diperlukan tambahan informasi berdasarkan data sesungguhnya untuk membantu pengambilan keputusan. Pengaplikasian metode MPE dan Teorema Bayes dengan nilai harapan akan dilakukan pada ATM Mandiri di sekitaran Universitas Brawijaya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dari penulisan skripsi ini antara lain:

1. Bagaimana mendapatkan peluang *prior* yang akan digunakan sebagai informasi awal dengan metode MPE?
2. Bagaimana menerapkan pengambilan keputusan berdasarkan Teorema Bayes dengan nilai harapan untuk merencanakan pengembangan ATM Mandiri yang ada di sekitaran Universitas Brawijaya?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. ATM yang diteliti berasal dari satu bank yaitu Bank Mandiri dan hanya memiliki satu mesin di sekitaran Universitas Brawijaya.
2. Penelitian dilakukan pada jam-jam sibuk yaitu pada pukul 13.00-15.00 selama 7 hari yang diperoleh dari hasil pengamatan.



1.4 Tujuan

Berdasarkan latar belakang, maka tujuan dari penulisan skripsi ini antara lain:

1. Mendapatkan peluang *prior* yang akan digunakan sebagai informasi awal dengan metode MPE.
2. Menerapkan pengambilan keputusan berdasarkan Teorema Bayes dengan nilai harapan untuk merencanakan pengembangan ATM Bank Mandiri yang ada di sekitaran Universitas Brawijaya.



BAB II DASAR TEORI

2.1 Data

Menurut Supranto (2005) data merupakan informasi yang dikumpulkan dengan metode tertentu. Data dapat bersifat kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa angka, sementara data kualitatif berbentuk selain angka. Analisis terhadap jenis data tersebut tidak sama karena keduanya menuntut cara-cara sesuai dengan keadaan informasi yang bersangkutan. Statistik dibutuhkan untuk menganalisis dan mengolah informasi kuantitatif.

Data dapat berguna bila dikaitkan dengan masalah pendidikan sebagai hal berikut (Winarsunu, 2008).

1. Dasar suatu perencanaan agar sesuai dengan kemampuan yang ada sehingga perencanaan yang ambisius dan susah dilaksanakan bisa dicegah.
2. Pengendali pelaksanaan atau implementasi perencanaan agar bisa diketahui dengan segera kesalahan atau penyimpangan yang terjadi sehingga perbaikan atau koreksi dapat segera dilakukan.
3. Dasar evaluasi hasil kerja akhir.

Dalam pengolahan data membutuhkan statistik untuk membantu menjabarkan dan memahami suatu hubungan, mengambil keputusan yang lebih baik, dan menangani perubahan (Siregar, 2014). Dengan kata lain, statistik dapat dipandang sebagai cara untuk menyelesaikan dan menafsirkan data secara bertanggung jawab sehingga keputusan dan kesimpulan yang diambil dapat dipertanggungjawabkan. Ketidakakuratan data sebagai dasar pembuatan keputusan akan menghasilkan keputusan yang salah. Syarat data yang baik adalah sebagai berikut (Sudaryono, 2014).

1. Objektif, yaitu data harus sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.
2. Representatif, yaitu data harus mewakili objek yang diamati.
3. Kesalahan baku (*standar error*) yang kecil, yaitu suatu perkiraan baik yaitu mempunyai tingkat ketelitian yang tinggi apabila kesalahan bakunya kecil.



4. Tepat waktu, yaitu apabila data akan digunakan untuk melakukan pengendalian atau evaluasi, syarat tepat waktu sangat penting agar bisa dilakukan penyesuaian atau koreksi jika ada kesalahan atau penyimpangan yang terjadi di dalam implementasi suatu perencanaan.
5. Relevan, yaitu data yang dikumpulkan harus ada hubungannya dengan masalah yang akan dipecahkan.

2.2 Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)

Menurut Sari dkk. (2020) metode perbandingan eksponensial (MPE) merupakan salah satu metode pengambilan keputusan yang mengkuantifikasikan pendapat seseorang atau lebih dalam skala tertentu. Pada prinsipnya MPE merupakan metode *scoring* terhadap pilihan yang ada. Dengan perhitungan secara eksponensial, perbedaan nilai antar kriteria dapat dibedakan tergantung kepada kemampuan orang yang menilai.

Penyelesaian permasalahan pengambilan keputusan dengan menggunakan MPE ada beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu:

1. Menyusun alternatif-alternatif keputusan yang akan dipilih.
2. Menentukan kriteria atau perbandingan keputusan yang penting untuk dievaluasi.
3. Menentukan tingkat kepentingan dari setiap kriteria keputusan dengan menggunakan skala konversi tertentu.
4. Melakukan penilaian terhadap semua alternatif pada setiap kriteria
5. Menghitung skor atau nilai total setiap alternatif.

Formulasi perhitungan skor untuk setiap alternatif dalam Metode Perbandingan Eksponensial adalah sebagai berikut:

$$Tn_i = \sum_{k=1}^l (RK_{ik})^{TKK_k}, \quad (2.1)$$

dengan

Tn_i = total nilai akhir alternatif ke- i .

RK_{ik} = derajat kepentingan relatif kriteria ke- k pada pilihan keputusan ke- i .



TKK_k = derajat kepentingan kriteria keputusan ke- k ; $TKK_k > 0$;

l = bilangan bulat.

l = jumlah kriteria keputusan.

n = jumlah pilihan/alternatif keputusan.

k = 1,2, ..., l .

i = 1,2, ..., n .

2.3 Teori Keputusan

Menurut Rifai dkk. (2019) keputusan diartikan sebagai pilihan. Sementara itu, pengambilan keputusan adalah melakukan penilaian dan menjatuhkan sebuah pilihan dari dua atau lebih alternatif (Haudi, 2021). Berdasarkan kedua pengertian tentang keputusan dan pengambilan keputusan, teori keputusan merupakan analisis pengambilan keputusan dari beberapa alternatif yang tersedia (Raharja dkk., 2013)

Pada proses pengambilan keputusan memerlukan kreativitas, keterampilan kuantitatif, dan wawasan. Menurut Sutisna (1989) strategi pengambilan keputusan dilaksanakan dengan proses sebagai berikut.

1. Identifikasi masalah, yaitu dilakukan sebelum suatu tindakan diambil dengan menentukan akar permasalahan, menganalisis situasi, dan menentukan tindakan terbaik.
2. Analisis situasi dan perumusan masalah, yaitu dengan melibatkan suatu usaha sistematis dalam menyajikan fakta, opini, dan ide mengenai situasi yang ada dan memperkirakannya jika ketiga hal tersebut sulit diperoleh.
3. Pengembangan dan analisis alternatif-alternatif. Dalam langkah ini, peneliti perlu mengetahui alternatif-alternatif lain yang dapat diterapkan dalam pengambilan keputusan.
4. Pengambilan keputusan, pada tahap ini peneliti memerlukan keterampilan mempertimbangkan keputusan secara tepat dengan membandingkan alternatif yang digunakan agar hasilnya efektif.

Setelah berbagai alternatif diidentifikasi, kemudian dilakukan evaluasi terhadap masing-masing alternatif yang telah dikembangkan dan dipilih sebuah alternatif yang terbaik. Alternatif yang baik adalah yang sesuai sasaran atau tujuan yang dicapai. Bidang ilmu statistik dan



riset operasi merupakan model yang baik untuk menilai berbagai alternatif yang dikembangkan. Proses pengambilan keputusan memuat tiga kondisi yang diidentifikasi, yaitu kepastian, ketidakpastian, dan risiko (Haudi, 2021).

2.4 Interval Kelas

Menurut Nurhadi dkk. (2017) besarnya interval kelas yang digunakan pada suatu tabel distribusi frekuensi bebas ditentukan oleh peneliti. Besar interval kelas untuk semua kelas nilainya adalah sama. Berikut adalah formula yang digunakan dalam menentukan besarnya interval kelas.

$$C_i = \frac{R}{K}, \quad (2.2)$$

dengan

C_i = interval kelas.

R = selisih nilai data tertinggi dengan nilai data terendah (*range*).

K = jumlah kelas.

2.5 Teorema Limit Pusat

Teorema limit pusat merupakan teorema yang sangat penting dalam statistik yang menerangkan bahwa sampel yang berasal dari distribusi normal maupun tidak normal, maka peluang sampling dari rata-rata sampel akan mendekati distribusi Normal standar $N(0,1)$ seiring kenaikan ukuran sampel (Sungkono dan Wulandari, 2022).

Teorema 2.5.1 (Sungkono dan Wulandari, 2022)

Diberikan X_1, X_2, \dots, X_n sampel random berukuran n dari suatu peluang populasi dengan rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ) berhingga, $\sigma < \infty$. Maka peluang sampling dari

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Mendekati distribusi Normal standar $N(0,1)$, untuk $n \rightarrow \infty$. Dengan menggunakan Teorema Limit Pusat, untuk $n \rightarrow \infty$, maka \bar{X} akan mendekati distribusi Normal dengan rata-rata μ dan variansi $\frac{\sigma^2}{n}$.



Teorema limit pusat meyakinkan bahwa rata-rata sampel secara asimtotik mendekati distribusi normal ketika ukuran sampel naik menuju tak terhingga dan variansi populasi berhingga.

2.6 Uji Normalitas Data

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui variabel berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas pada prinsipnya membandingkan peluang data yang telah diperoleh dengan data normal baku. Apabila sebaran data menunjukkan pola mengikuti seperti kurva normal, maka data dapat dikatakan menyebar secara normal.

Dua hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. H_0 : Tidak ada perbedaan antara data empiris dengan data teoritik, yang artinya data berdistribusi normal.
2. H_1 : Terdapat perbedaan antara data empiris dengan data teoritik, yang artinya data tidak berdistribusi normal.

Tingkat signifikansi (α) merupakan tingkat kesalahan atau kekeliruan yang ditolerir oleh peneliti dan yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Jika diambil nilai $\alpha = 5\%$, sehingga nilai peluang (p) batasannya sebesar 0,05 dengan selang kepercayaan sebesar 95% maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Jika $p > 0,05$ maka menerima H_0 .
2. Jika $p \leq 0,05$ maka menolak H_0 .

Jika berdasarkan hasil uji normalitas data didapatkan data tidak berdistribusi normal, maka diperlukan suatu cara supaya data menjadi normal, salah satunya adalah transformasi data (Sari dkk., 2017). Transformasi data merupakan suatu teknik mengkonversikan data asli menjadi skala baru, salah satu teknik transformasi data transformasi logaritma. Keuntungan menggunakan transformasi logaritma yaitu, data yang semula tidak berdistribusi normal akan membaik peluangnya dengan kata lain, data dapat berdistribusi normal (Suyatno, 2009).

2.7 Distribusi Normal

Menurut Sudjana (2002) Distribusi normal merupakan Distribusi dengan variabel acak kontinu. Distribusi normal sering disebut dengan Distribusi *Gauss*.



Jika variabel random kontinu mempunyai fungsi densitas pada

$X = x$ dengan persamaan:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, -\infty < x < \infty, -\infty < \mu < \infty, 0 < \sigma. \quad (2.3)$$

dengan

$f(x)$ = fungsi kepadatan peluang.

σ = simpangan baku.

e = 2,7183.

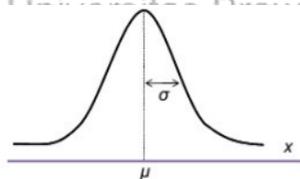
π = 3,14.

μ = nilai rata-rata.

Menurut Sudjana (2002) distribusi normal memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Grafiknya selalu berada di atas sumbu datar x .
2. Kurvanya berbentuk lonceng dan simetris terhadap $x = \mu$.
3. Rataan, median, dan modus dari distribusi berada pada sumbu simetris.
4. Kurva mempunyai titik belok pada $x = \mu \pm \sigma$, cekung dari bawah bila $\mu - \sigma < x < \mu + \sigma$, dan cekung dari atas untuk nilai x lainnya.
5. Seluruh luas daerah di bawah kurva dan di atas sumbu datar sama dengan 1.

Menurut Sutarto (2019) kurva dari distribusi normal mempunyai bentuk setangkup seperti lonceng (*bell-shaped curve*) yang menggambarkan banyak fenomena yang terjadi di alam, industri, dan penelitian sains. Selain itu distribusi normal merupakan pendekatan yang sangat baik untuk *error* (kesalahan) dalam pengukuran ilmiah. Kurva normal untuk suatu variabel acak kontinu X ditunjukkan dalam Gambar 2.1. Persamaan matematis untuk peluang peluang variabel normal bergantung pada dua parameter μ (rataan) dan σ (simpangan baku). Densitas X selanjutnya dinyatakan dengan notasi $n(x; \mu, \sigma)$.



Gambar 2.1 Distribusi normal (Sutarto, 2019)



2.8 Rata-rata

Menurut Supranto (2008) rata-rata adalah nilai yang mewakili himpunan atau sekelompok data. Nilai rata-rata umumnya cenderung terletak di tengah suatu kelompok data yang disusun menurut besar atau kecilnya nilai. Rata-rata mempunyai kecenderungan memusat, sehingga sering disebut ukuran kecenderungan memusat. Apabila terdapat nilai variabel X sebagai hasil pengamatan sebanyak N kali, yaitu $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ maka:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^N X_h, \quad (2.4)$$

dengan

μ = rata-rata populasi.

N = ukuran populasi.

X_h = data ke- h untuk $h = 1, 2, \dots, N$.

2.9 Simpangan Baku

Di antara ukuran variasi, simpangan baku merupakan hal yang paling banyak digunakan karena memiliki sifat-sifat matematis yang sangat penting dalam pembahasan teori atau analisis. Menurut Supranto (2008) simpangan baku merupakan salah satu ukuran yang diperoleh dari akar kuadrat positif variansi. Variansi adalah rata-rata hitung dari kuadrat simpangan setiap pengamatan terhadap rata-rata hitungnya. Rumus dan simbol dari simpangan baku diformulasikan sebagai berikut.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{h=1}^N (X_h - \mu)^2}{N}}, \quad (2.5)$$

dengan

σ = simpangan baku populasi.

X_h = data ke- h untuk $h = 1, 2, \dots, N$.

μ = rata-rata populasi.

N = ukuran populasi.



2.10 Peluang

Peluang adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat terjadinya suatu yang acak (Mendenhall, 1982). Kata peluang sering dipertukarkan dengan istilah lain seperti peluang dan kemungkinan. Dalam mempelajari peluang ada tiga kata kunci yang harus diketahui yaitu eksperimen, hasil, dan kejadian atau peristiwa. Peluang sebuah kejadian dinyatakan sebagai hasil bagi antara kejadian yang mungkin terjadi dengan total kejadian yang mungkin terjadi. Dimisalkan suatu kejadian A dapat terjadi sebanyak $n(A)$ cara dari seluruh banyaknya S cara, maka peluang kejadian A adalah

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}, P(A) \geq 0, \quad (2.6)$$

dengan

$P(A)$ = peluang kejadian A .

$n(S)$ = total kejadian yang terjadi.

$n(A)$ = kejadian yang terjadi.

Peluang bernilai antara nol dan satu. Apabila peluang mendekati satu kejadian berarti kejadian tersebut merupakan kejadian yang paling mungkin terjadi dari suatu percobaan. Jika peluang mendekati nol, maka kejadian tersebut kemungkinan tidak akan terjadi. Menurut Boldstat (2007) peluang kejadian haruslah memenuhi aksioma sebagai berikut.

1. Untuk setiap kejadian A , maka berlaku $P(A) \geq 0$.
2. Untuk kejadian pasti S , berlaku $P(S) = 1$.
3. Jika A_1 dan A_2 kejadian saling lepas, maka berlaku $P(A_1 \cup A_2) = P(A_1) + P(A_2)$.

2.10.1 Peluang bersyarat

Menurut Marlina (2019) peluang bersyarat merupakan terjadinya kejadian A dengan syarat bahwa B sudah terjadi atau akan terjadi. Peluang ini dilambangkan dengan $P(A|B)$ dan dirumuskan sebagai berikut.



$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}, P(B) > 0, \quad (2.7)$$

dengan demikian $P(A \cap B) = P(A|B) P(B)$,

dengan

$P(A|B)$ = peluang kejadian A apabila kejadian B telah terjadi.

$P(A \cap B)$ = peluang irisan kejadian A dan B .

$P(B)$ = peluang kejadian B .

2.10.2. Peluang total

Teorema 2.7.2.1 (Haryono dan Ratnaningsih, 2020)

Misal A_1, A_2, \dots, A_j merupakan himpunan kejadian yang membentuk suatu partisi di ruang sampel S sedemikian sehingga $P(A_j) \neq 0$ untuk $j = 1, 2, \dots, m$ sehingga untuk suatu kejadian X dari S adalah sebagai berikut.

$$P(X) = \sum_{j=1}^m P(A_j)P(X|A_j), \quad (2.8)$$

dengan

$P(X)$ = peluang kejadian X (peluang kejadian *evidence*).

$P(A_j)$ = peluang kejadian A_j .

$P(X|A_j)$ = peluang kejadian X apabila kejadian A_j telah terjadi.

2.10.3 Partisi

Menurut Darwanto dkk. (2020) partisi merupakan pembagian atau pengelompokan himpunan ke dalam subhimpunan yang saling lepas. Partisi membantu mengorganisir elemen-elemen himpunan dalam kelompok-kelompok yang tidak saling tumpang tindih dan menggabungkan semua elemen himpunan asli. Menurut Lipschutz (1985) sebuah partisi S merupakan sekumpulan himpunan tak kosong A_1, A_2, \dots, A_r dari S sedemikian sehingga,

1. $S = A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_r$.

2. $A_i \cap A_j = \emptyset$ dengan $i \neq j$.



2.11 Teorema Bayes

Seorang ahli matematika Inggris Thomas Bayes (1702-1761) mengembangkan teori untuk menghitung peluang sebab-sebab terjadinya suatu kejadian berdasarkan pengaruh yang dapat diperoleh sebagai hasil observasi (Siregar dkk., 2014). Teori Bayes adalah sebuah teori keputusan berdasarkan perumusan Thomas Bayes yang bertujuan untuk memecahkan masalah pembuatan keputusan yang mengandung ketidakpastian. Prinsip yang terdapat pada Teorema Bayes adalah tambahan informasi dapat memperbaiki peluang (Sihotang dkk., 2019)

Teorema bayes digunakan pada kasus peluang diskrit dan peluang kontinu untuk kasus yang lebih rumit. Pada kasus diskrit, teorema Bayes mengaitkan peluang *posterior* dan peluang *prior*. Peluang *posterior* merupakan peluang bersyarat dengan syarat berupa informasi-informasi baru sebagai hasil observasi, sementara itu peluang *prior* merupakan peluang tidak bersyarat. Teorema Bayes merupakan mekanisme untuk memperbaharui peluang *prior* menjadi peluang *posterior* (Nofriansyah dkk., 2020).

Menurut Levin dkk. (1997) syarat-syarat Teorema Bayes yang dapat digunakan untuk menentukan pengambilan keputusan, yaitu:

1. Berada pada kondisi ketidakpastian (adanya alternatif tindakan).
2. Peluang *prior* diketahui dan peluang *posterior* dapat ditentukan.
3. Peluangnya mempunyai nilai antara nol dan satu.

2.11.1 Formula Teorema Bayes

Menurut Supranto (2008) formula Teorema Bayes adalah sebagai berikut.

Misalkan kejadian A_1, A_2, \dots, A_m membentuk sebuah partisi dari ruang sampel S dengan $P(A_j) \neq 0$ untuk $j = 1, 2, \dots, m$ maka untuk kejadian X dalam S sedemikian sehingga $P(X) \neq 0$, berlaku

$$P(A_j|X) = \frac{P(A_j)P(X|A_j)}{P(X)},$$

(2.9)



$$P(A_j|X) = \frac{P(A_j)P(X|A_j)}{\sum_{k=1}^m P(A_k)P(X|A_k)}, \quad k = 1, 2, \dots, m.$$

dengan

$P(A_j|X)$ = peluang kejadian A_j dengan syarat kejadian peristiwa X terjadi lebih dulu (peluang *posterior*).

$P(X)$ = peluang kejadian X .

$P(X|A_j)$ = peluang kejadian X dengan syarat kejadian peristiwa A_j terjadi lebih dulu (peluang bersyarat).

$P(A_j)$ = peluang kejadian A_j (peluang *prior*).

Bukti.

Diketahui definisi peluang bersyarat pada persamaan (2.7) dan definisi teorema peluang total pada persamaan (2.8). Kemudian dengan mensubstitusikan persamaan (2.7) dan persamaan (2.8), maka didapatkan persamaan (2.10) dinyatakan sebagai

$$P(A_j|X) = \frac{P(A_j \cap X)}{\sum_{k=1}^m P(A_k)P(X|A_k)}. \quad (2.10)$$

Berdasarkan aturan perkalian

$$P(A_j \cap X) = P(A_j)P(X|A_j).$$

Persamaan (2.10) dapat dibentuk menjadi

$$P(A_j|X) = \frac{P(A_j)P(X|A_j)}{\sum_{k=1}^m P(A_k)P(X|A_k)},$$

dengan demikian maka terbukti

$$P(A_k|X) = \frac{P(A_k \cap X)}{P(X)} = \frac{P(A_k)P(X|A_k)}{\sum_{k=1}^m P(A_k)P(X|A_k)}.$$

2.11.2 Formula Teorema Bayes secara iterasi

Berdasarkan rumus Teorema Bayes menurut Supranto (2008) pada persamaan (2.8), peluang *posterior* secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P(A_k|X) = \frac{P(A_k)P(X|A_k)}{\sum_{k=1}^m P(k)P(X|A_k)}$$



$P(X|A_j)$ merupakan peluang bersyarat, X diasumsikan dilakukan pendekatan terhadap distribusi normal, oleh karena itu peluang bersyarat menyesuaikan dengan fungsi distribusi normal pada persamaan (2.3) sebagai berikut.

$$P(X|A_j) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu-A_j}{\sigma}\right)^2}. \quad (2.11)$$

Berdasarkan formula pada persamaan (2.11), maka peluang *posterior* pada persamaan (2.9) dapat disesuaikan bentuknya menjadi

$$P(A_j|X) = \frac{P(A_j) \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu-A_j}{\sigma}\right)^2}}{\sum_{k=1}^m P(A_k) \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu-A_k}{\sigma}\right)^2}}. \quad (2.12)$$

Formula pada persamaan (2.12) dapat disederhanakan menjadi

$$P(A_j|X) = \frac{P(A_j) e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu-A_j}{\sigma}\right)^2}}{\sum_{k=1}^m P(A_k) e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu-A_k}{\sigma}\right)^2}}. \quad (2.13)$$

Formula pada persamaan (2.13) akan digunakan untuk memperbaharui peluang posterior secara iterasi (Manik, 2003). Proses iterasi dapat dihentikan apabila nilai peluang posterior mendekati satu (Katianda dkk, 2020).

2.12 Nilai Harapan

Nilai harapan atau nilai rata-rata merupakan nilai ringkasan untuk mewakili suatu kelompok nilai (Siregar dkk., 2014). Menurut Supranto (2008) Jika terdapat variabel acak X diskrit, $g(x)$ merupakan fungsi kepadatan peluang x , dan $h(X)$ merupakan fungsi dari X , maka formula nilai harapan adalah sebagai berikut.

$$E[h(X)] = \sum_x h(x) \cdot g(x), \quad (2.14)$$

dengan

$E[h(X)]$ = nilai harapan $h(X)$.

$h(X)$ = fungsi X .

$g(x)$ = peluang kejadian x .



Maka perhitungan nilai harapan $E[A_i]$ dilakukan dengan cara menjumlahkan perkalian antara tingkat transaksi pada setiap kondisi dari masing-masing ATM (A_{ij}) dengan peluang *prior* $P(A_j)$, oleh karena itu persamaan (2.14) dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$E[A_i] = \sum_{j=1}^m A_{ij} \cdot P(A_j), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.15)$$

Untuk memperoleh hasil ekspektasi maksimal, peluang dapat dirubah dengan mempertimbangkan semua faktor yang mempengaruhi peluang tersebut, dalam hal ini metode Bayes sangat berperan untuk menentukan peluang yang telah dipengaruhi oleh faktor lain (Siregar dkk., 2014). Untuk itu, perhitungan nilai harapan dengan metode Bayes melibatkan peluang *posterior*.

Persamaan 2.15 digunakan untuk mendapatkan nilai harapan pada tahap awal dengan n peluang *prior* tanpa melibatkan peluang *posterior*. Menurut Yahdin dkk. (2008) perhitungan nilai harapan dengan peluang *posterior* dinyatakan pada persamaan (2.16) sebagai berikut.

$$E[A_i] = \sum_{j=1}^m A_{ij} \cdot P(A_j|X), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.16)$$

Formula pada persamaan (2.16) akan digunakan untuk memperbaharui nilai harapan secara iterasi.

2.13 Tabel *Pay-off*

Tabel *pay-off* digunakan dalam teknik pengambilan keputusan pada kondisi tidak pasti. Teknik ini memberikan perhitungan alternatif kejadian yang muncul dan alternatif situasi yang menguntungkan atau tidak memberikan keuntungan. Kejadian yang memberikan perolehan maksimal akan menjadi pilihan saat pengambilan keputusan untuk memecahkan suatu masalah. Tabel *pay-off* secara umum diberikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel *pay-off*

Alternatif	Kejadian			
	A_1	A_2	...	A_m
T_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1m}
T_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2m}
...
T_n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nm}
Peluang	P_1	P_2	...	P_m

Sumber: Siregar dkk. (2014)

Tabel *pay-off* memuat kejadian (A_j) dengan $j = 1, 2, \dots, m$ yang merupakan kondisi yang dapat terjadi dan menentukan tingkat keberhasilan untuk suatu tindakan tertentu. Peluang (P_j) dengan $j = 1, 2, \dots, m$ merupakan nilai peluang dari masing-masing kejadian dan jumlah dari nilai-nilai peluang tersebut adalah satu. Alternatif (T_i) dengan $i = 1, 2, \dots, n$ merupakan alternatif atau strategi yang mungkin terjadi bagi pengambil keputusan, paling tidak harus ada dua tindakan alternatif. Sementara itu A_{ij} adalah *pay-off* (hasil) yang diperoleh dari alternatif T_i dan kejadian A_j (Hasan, 2002)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 30 Oktober – 5 November 2023 di enam titik lokasi di sekitar Kampus Universitas Brawijaya, yaitu ATM Mandiri Sardo, ATM Mandiri dekat KPRI, ATM Mandiri Indomaret Soekarno-Hatta, ATM Mandiri Malang *Town Square*, ATM Mandiri Sigura-gura, ATM Mandiri *Mall* Dinoyo. Masing-masing ATM memiliki satu pintu dengan satu mesin. Hasil penelitian terhadap keenam ATM dapat ditentukan informasi awal yang digunakan sebagai peluang *prior* dan peluang *posterior* yang digunakan dalam pencarian nilai harapan. Berdasarkan nilai harapan maksimum, dapat diketahui keputusan yang akan diambil yaitu, penentuan lokasi yang paling strategis sebagai rencana pengembangan ATM bank terkait.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif dan kualitatif. Menurut Sein dkk. (2019) data kuantitatif merupakan data yang berbentuk angka, contohnya adalah data jumlah nasabah yang melakukan transaksi. Data kualitatif adalah yaitu jenis data yang mencirikan atau menggambarkan sesuatu contohnya yaitu keadaan dan kondisi keramaian di sekitar lokasi ATM, akses jalan menuju lokasi ATM, dan kinerja mesin ATM. Jenis data yang digunakan yaitu data primer. Data primer diperoleh dengan survei lapangan menggunakan metode pengumpulan data asli (Hanke dan Reitsch, 1998). Data primer pada penelitian ini, yaitu data jumlah nasabah yang melakukan transaksi pada tiap mesin ATM, kinerja mesin ATM, kondisi keramaian di sekitar lokasi, dan akses jalan menuju lokasi ATM.



3.3 Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian pada skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Survei tempat penelitian
Mengidentifikasi permasalahan yang ada di lokasi ATM yang diteliti untuk merumuskan masalah dan tujuan penelitian pada skripsi.
2. Perumusan masalah
Menentukan permasalahan yang akan dibahas pada skripsi.
3. Studi literatur
Studi literatur dilakukan untuk menentukan teori yang mungkin digunakan untuk memecahkan masalah yang akan dibahas pada skripsi.
4. Pengumpulan data
Mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan dengan melakukan wawancara, observasi, dan dokumentasi.
5. Analisis data
Mengolah data yang telah diperoleh sehingga menghasilkan keterangan dan penyelesaian suatu permasalahan.
6. Penarikan kesimpulan
Pada tahap akhir dari penelitian ini dilakukan penarikan kesimpulan dan pemberian saran yang didasarkan pada hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan. Kesimpulan diperoleh berdasarkan nilai harapan. Nilai harapan diartikan sebagai rata-rata jumlah nasabah yang diharapkan melakukan transaksi di masa mendatang. Alternatif yang memiliki nilai harapan maksimum dapat digunakan sebagai referensi bank terkait dalam pengambilan keputusan lokasi ATM yang paling diprioritaskan untuk dikembangkan yaitu dengan menambahkan mesin ATM di sekitar lokasi. Alternatif yang memiliki nilai harapan rendah dapat dijadikan referensi bagi pihak bank untuk melakukan perbaikan terhadap lokasi ATM atau menutupnya.





3.4 Langkah-langkah Analisis data

Langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menentukan peluang *prior* dengan metode MPE
 - a. menyusun alternatif-alternatif keputusan yang akan dipilih.
 - b. Menetapkan kriteria dan disusun dalam bentuk skala konversi tertentu.
 - c. Menentukan tingkat kepentingan setiap kriteria keputusan.
 - d. Menentukan nilai setiap alternatif pada masing-masing kriteria yang berbentuk skoring untuk setiap alternatif.
 - e. Menentukan nilai total Tn_i setiap alternatif dengan menggunakan metode MPE persamaan (2.1).
 - f. Memformulasikan permasalahan ke dalam teori keputusan, yaitu mengasumsikan Tn_i menjadi tiga kondisi, yaitu kondisi kurang baik (A_1), kondisi baik (A_2), dan kondisi sangat baik (A_3). Langkah berikutnya menentukan nilai peluang *prior* dari setiap kondisi yang ada yaitu $P(A_1)$, $P(A_2)$, dan $P(A_3)$.
2. Melakukan uji normalitas pada data banyaknya nasabah yang melakukan transaksi, apabila data tidak berdistribusi normal, maka dilakukan transformasi data.
3. Menghitung nilai rata-rata dari data keseluruhan nasabah yang melakukan transaksi (μ) dan nilai rata-rata transaksi setiap lokasi ATM (μ_i) menggunakan persamaan (2.4), dengan $i = 1, 2, \dots, 6$. Langkah berikutnya menghitung nilai simpangan baku dari data jumlah nasabah yang melakukan transaksi (σ) dan nilai simpangan baku dari data jumlah nasabah yang melakukan transaksi pada setiap mesin ATM (σ_i) menggunakan persamaan (2.5) dengan $i = 1, 2, \dots, 6$.
4. Menentukan tingkat transaksi berdasarkan nilai rata-rata dan simpangan baku pada setiap kondisi dari keseluruhan data (A_j), dengan asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - a. Kurang baik (A_1) = rata-rata (μ) - simpangan baku (σ)
 - b. Baik (A_2) = rata-rata (μ)
 - c. Sangat baik (A_3) = rata-rata (μ) + simpangan baku (σ)



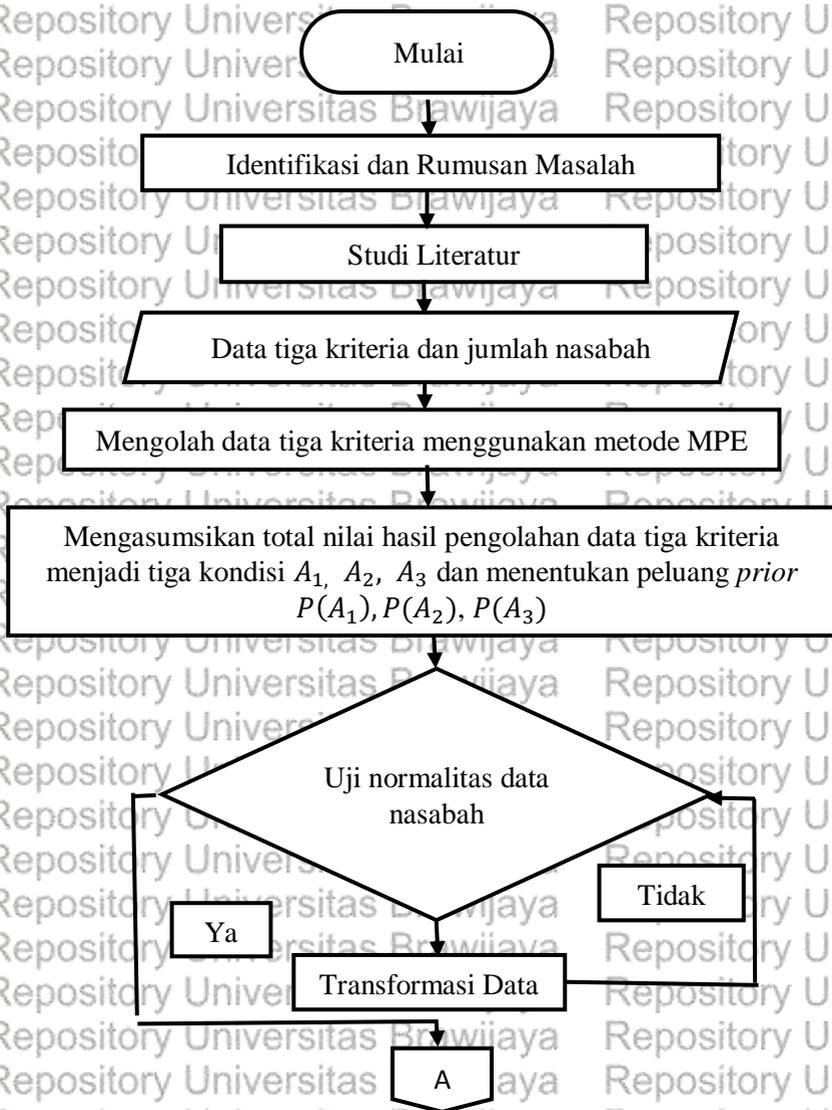
Untuk data pada tiap mesin ATM (A_{ij}), diasumsikan sebagai berikut.

- a. Kurang baik (A_{i1}) = rata-rata (μ_i) - simpangan baku (σ_i)
 - b. Baik (A_{i2}) = rata-rata (μ_i)
 - c. Sangat baik (A_{i3}) = rata-rata (μ_i) + simpangan baku (σ_i)
- dengan $i = 1, 2, \dots, 6$, dan i merupakan indeks setiap mesin ATM.
5. Menghitung nilai harapan menggunakan peluang *prior*, pada tahap ini nilai harapan $E[A_i]$ dicari dengan menggunakan persamaan (2.15). nilai harapan pada tahap ini dihitung berdasarkan nilai total dari hasil perkalian tingkat transaksi yang telah diperoleh sebelumnya dan peluang *prior* $P(A_j)$, kemudian membentuk tabel *pay-off*. Pada tahap ini, proses pengambilan keputusan belum melibatkan metode Bayes.
 6. Menentukan nilai harapan menggunakan distribusi *posterior*. Pada tahap ini, pencarian peluang *posterior* $P(A_k|X)$ dicari menggunakan persamaan (2.13). Kemudian dilakukan perhitungan terhadap nilai harapan dengan menggunakan persamaan (2.16). Membaharui peluang *posterior* dilakukan secara iterasi sehingga diperoleh nilai peluang *posterior* yang mendekati satu, proses dalam pencarian nilai harapan pada tahap ini juga dilakukan secara iterasi mengikuti peluang *posterior*-nya. Perhitungan akan dilakukan menggunakan bantuan *software* Matlab. Pada tahap ini proses pengambilan keputusan sudah melibatkan metode Bayes.
 7. Keputusan diambil berdasarkan nilai harapan maksimum.
 8. Menganalisa hasil yang telah diperoleh dan melakukan penarikan kesimpulan.

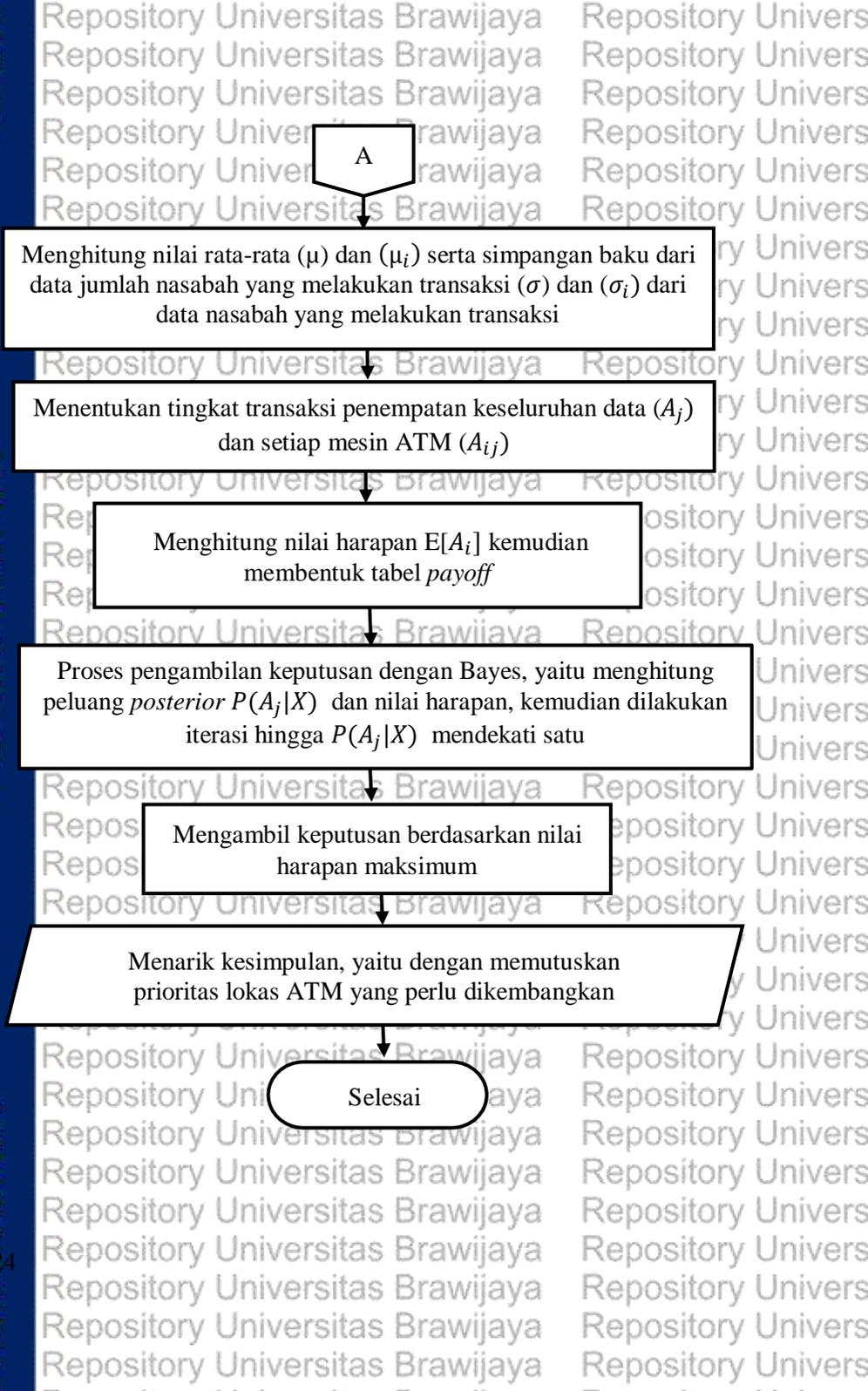


3.5 Diagram Alir Penelitian

Diagram air langkah-langkah penelitian dan analisis data dalam skripsi adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menentukan peluang *prior* dengan metode MPE

1. Menyusun alternatif-alternatif keputusan yang akan dipilih
Langkah awal dalam menggunakan metode MPE yaitu menyusun alternatif-alternatif ATM yang berpotensi untuk dikembangkan. Alternatif dengan nilai harapan maksimum akan diprioritaskan pengembangannya, yaitu dilakukan penambahan mesin ATM di sekitar lokasi. Alternatif yang digunakan antara lain ATM Mandiri Indomaret Soekarno-Hatta I, ATM Mandiri Sardo, ATM Mandiri Malang *Town Square*, ATM Mandiri Sigura-gura Rumah Dannis, ATM Mandiri KPRI UB, dan ATM Mandiri *Mall Dinoyo*.

2. Menetapkan kriteria dan disusun dalam bentuk skala konversi tertentu.

Evaluasi alternatif membutuhkan kriteria sebagai bahan pertimbangan penilaian. Penentuan kriteria pada skripsi ini ditetapkan oleh pengambil keputusan sesuai dengan kebutuhan dan hal yang telah ditetapkan. Penelitian ini menggunakan tiga kriteria yaitu, kinerja mesin ATM, kondisi keramaian di sekitar lokasi, dan akses jalan menuju lokasi. Kriteria keputusan yang digunakan disusun dalam bentuk skala konversi tertentu. Konversi nilai yang digunakan menggunakan skala 1 sampai dengan 3, dengan nilai 1 = Kurang Baik, 2 = Baik dan 3 = Sangat Baik. Selanjutnya, ketiga kriteria disusun dalam bentuk skala konversi pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kriteria pemilihan alternatif ATM

Kriteria	Rentang Nilai	Konversi Nilai
Kinerja mesin ATM	$2 < \text{durasi kinerja} \leq 4 \text{ menit}$	1
	$1 < \text{durasi kinerja} \leq 2 \text{ menit}$	2
	$0 < \text{durasi kinerja} \leq 1 \text{ menit}$	3
Kondisi Keramaian	Sepi	1
	Cukup ramai	2
	Sangat ramai	3



Kriteria	Rentang Nilai	Konversi Nilai
Akses jalan menuju lokasi	Hanya dapat dilalui oleh kendaraan bermotor	1
	Dapat dilalui semua kendaraan dan akses sulit untuk pejalan kaki	2
	Dapat dilalui semua kendaraan dan akses mudah untuk pejalan kaki	3

3. Menetapkan tingkat kepentingan setiap kriteria

Pada tahap ini, akan ditentukan bobot setiap kriteria untuk menunjukkan tingkat kepentingan suatu kriteria. Tingkat kepentingan setiap kriteria dinilai berdasarkan skala 1 sampai dengan 3, dengan nilai 1 = kurang penting, 2 = penting dan 3 = sangat penting. Tabel 4.2 merupakan tabel tingkat kepentingan yang telah ditentukan oleh pengambil keputusan.

Tabel 4.2 Tingkat kepentingan kriteria

No.	Kriteria	Bobot Kriteria
1.	Kinerja mesin ATM	1
2.	Akses menuju lokasi	2
3.	Kondisi keramaian di sekitar lokasi	3

Berdasarkan Tabel 4.2 kondisi keramaian dianggap paling penting di antara kedua kriteria lainnya yaitu kinerja mesin ATM dan akses menuju lokasi.

4. Melakukan penilaian terhadap semua alternatif pada tiap kriteria

Penentuan nilai dilakukan berdasarkan penilaian subjektif dalam menyelesaikan permasalahan analisis alternatif. Selanjutnya, hasil penilaian subjektif untuk setiap profil alternatif dikonversikan ke dalam suatu nilai berdasarkan Tabel 4.1 untuk mempermudah pengambilan keputusan. Hasil konversi nilai tertera pada Tabel 4.3





Tabel 4.3 Konversi nilai alternatif

Alternatif	Kriteria	Nilai	Konversi Nilai
ATM KPRI	Kinerja mesin	Cepat	3
	Kondisi	Cukup ramai	2
	Keramaian		
ATM Sardo	Akses menuju lokasi	dapat dilalui semua kendaraan bermotor dan terdapat trotoar	3
	Kinerja mesin	Cepat	3
	Kondisi	Sangat ramai	3
ATM Mall Dinoyo	Keramaian		
	Akses menuju lokasi	dapat dilalui semua kendaraan bermotor dan akses susah untuk pejalan kaki	2
	Kinerja mesin	Cepat	3
ATM Matos	Kondisi	Sangat ramai	3
	Keramaian		
	Akses menuju lokasi	dapat dilalui semua kendaraan bermotor dan terdapat trotoar	3
ATM Sigurgura	Akses menuju lokasi	dapat dilalui semua kendaraan bermotor dan terdapat trotoar, namun lokasi eksklusif	2
	Kinerja mesin	Cepat	3
	Kondisi	Sepi	1
ATM Sigurgura	Keramaian		
	Akses menuju lokasi	dapat dilalui semua kendaraan bermotor dan akses susah untuk pejalan kaki	2



Alternatif	Kriteria	Nilai	Konversi Nilai
ATM Indomaret Suhat I	Kinerja mesin	Cepat	3
	Kondisi	Sangat ramai	3
	Keramaian		
ATM Sigurgura	Akses menuju lokasi	dapat dilalui semua kendaraan bermotor dan terdapat trotoar	3
	Kinerja mesin	Cepat	3

Hasil penilaian kinerja mesin pada ke-enam lokasi ATM didapatkan dengan cara menghitung durasi waktu transaksi nasabah. Pencatatan durasi waktu dimulai pada saat nasabah memasukkan kartu ATM ke dalam mesin sampai dengan mesin ATM mengeluarkan uang, pengamatan ini dilakukan dengan bantuan *stopwatch*. Jenis transaksi dan nominal yang diambil harus sama pada ke-enam ATM untuk menghindari ketidakakuratan hasil penilaian.

Penilaian terhadap kondisi keramaian masing-masing ATM dilakukan dengan melihat adanya pusat kesehatan, pertokoan, pusat kuliner, hotel, fasilitas pendidikan dan tempat ibadah dengan asumsi masyarakat membutuhkan ATM untuk bertransaksi. Informasi lain berupa hasil wawancara sekilas kepada masyarakat yang berada di sekitar lokasi dan orang lain yang membantu penulis dalam melakukan penelitian juga dijadikan data tambahan dalam penarikan kesimpulan. Penilaian kondisi keramaian untuk semua lokasi dilakukan pada waktu yang sama, yaitu pada pukul 13.00 – 15.00 dan di hari yang sama. Sementara itu, penilaian terhadap akses menuju lokasi setiap ATM dilakukan dengan cara melihat keadaan di sekitar ATM secara langsung.

5. Mencari Total nilai masing-masing alternatif
Perhitungan total nilai (Tn_i) dilakukan dengan menjumlahkan semua hasil pemangkatan konversi nilai setiap alternatif pada tiap kriteria dengan bobot setiap kriteria. Total nilai masing-masing



alternatif dicari menggunakan persamaan 2.1. Berikut ini adalah contoh proses perhitungan total nilai pada ATM Matos.

$$Tn_4 = 3 + 2^3 + 2^2 = 15$$

Hasil perhitungan total nilai (Tn_i) untuk semua alternatif disusun pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil nilai total setiap alternatif

Alternatif	Total Nilai
ATM KPRI	20
ATM Sardo	34
ATM Mall Dinoyo	39
ATM Matos	15
ATM Sigura-gura	8
ATM Indomaret Suhat 1	39

6. Menentukan permasalahan ke dalam teori keputusan dan menentukan peluang *prior*

Untuk langkah selanjutnya, hasil perolehan total nilai semua alternatif dengan metode MPE diimplementasikan pada pencarian peluang *prior*. Total nilai setiap alternatif hasil dari metode MPE kemudian dapat diasumsikan tiga kondisi yang akan terjadi pada masa mendatang. Tiga kondisi yang dapat terjadi adalah sebagai berikut.

1. Kondisi pertama adalah lokasi ATM dalam kondisi kurang baik.
2. Kondisi kedua adalah lokasi ATM dalam kondisi baik.
3. Kondisi ketiga adalah lokasi ATM dalam kondisi sangat baik.

Langkah awal yang dilakukan untuk mendapatkan nilai dari masing-masing kondisi adalah dengan mencari interval kelas menggunakan persamaan 2.2. Berikut adalah perhitungan interval kelas

$$C_i = \frac{R}{K}$$

$$C_i = \frac{Tn_{imax} - Tn_{imin}}{\text{jumlah kelas}}$$

$$C_i = \frac{39 - 8}{3} = 10,333$$



Jumlah kelas (K) pada proses perhitungan interval kelas (C_i) merupakan banyaknya kondisi yang diasumsikan, yaitu tiga kondisi. Untuk menentukan batas atas pada kasus pertama, yaitu kondisi lokasi ATM kurang baik dilakukan dengan cara menjumlahkan total nilai (Tn_i) minimum dengan interval kelas sehingga didapatkan nilai 18,33. Berikut adalah perolehan nilai pada masing-masing kondisi.

1. Total nilai dengan $8 \leq Tn_i < 18,33$ artinya kondisi lokasi ATM dalam kondisi kurang baik.
2. Total nilai dengan $18,33 \leq Tn_i < 28,67$ artinya kondisi lokasi ATM dalam kondisi baik.
3. Total nilai dengan $28,67 \leq Tn_i < 39$ artinya kondisi lokasi ATM dalam kondisi sangat baik.

Setelah nilai masing-masing kondisi didapatkan maka langkah berikutnya adalah menentukan peluang *prior* ketiga kondisi menggunakan Persamaan 2.6. Berikut adalah contoh perhitungan peluang *prior* pada kondisi kurang baik. Berdasarkan Tabel 4.4 banyak data kondisi kurang baik yaitu sebanyak 2 data dari 6 data, maka peluang *prior* untuk kondisi kurang baik adalah sebagai berikut.

$$P(A_1) = \frac{\text{banyak data kondisi kurang baik}}{\text{seluruh data}}$$

$$P(A_1) = \frac{2}{6} = 0,33$$

Perhitungan yang sama dilakukan pada kedua kondisi lainnya. Oleh karena itu, peluang *prior* untuk setiap kondisi adalah sebagai berikut:

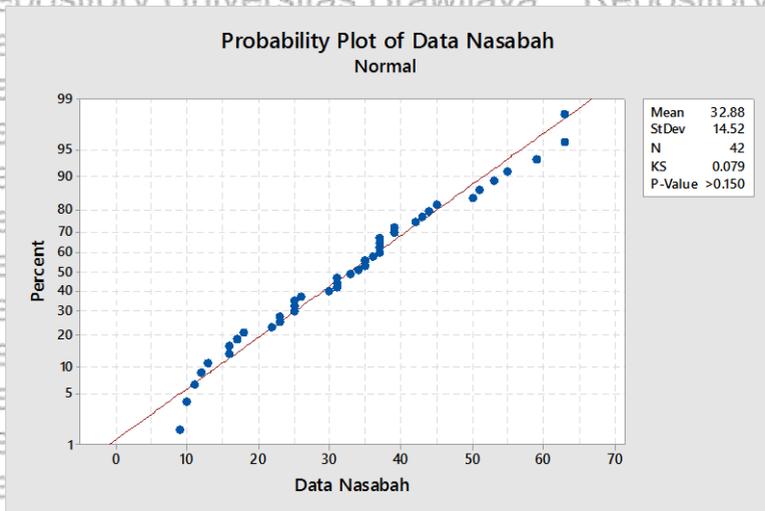
- a. Peluang kondisi kurang baik (A_1) sebesar 0,33.
- b. Peluang kondisi baik (A_2) sebesar 0,17.
- c. Peluang kondisi sangat baik (A_3) sebesar 0,5.

4.2 Uji Normalitas Data

Langkah awal sebelum melakukan proses perhitungan lebih lanjut terhadap data jumlah nasabah pada Lampiran 1 adalah menguji kenormalan data. Uji normalitas dilakukan karena data jumlah nasabah diasumsikan dilakukan pendekatan terhadap distribusi



normal. Proses ini merupakan cara untuk memastikan bahwa hasil analisis yang dilakukan menghasilkan kesimpulan yang valid. Metode yang digunakan adalah uji Kolmogorov-Smirnov dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$. Uji normalitas dilakukan menggunakan *software* Minitab 17. Hasil uji normalitas data disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil uji normalitas data jumlah nasabah

Berdasarkan informasi pada Gambar 4.1. Hasil uji normalitas data menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi asumsi distribusi normal ($p\text{-value} > 0,150$), oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa terima H_0 . Hal ini berarti tidak ada perbedaan antara distribusi data jumlah nasabah yang melakukan transaksi dengan data normal baku. Data inilah yang akan digunakan dalam perhitungan.

4.3 Perhitungan rata-rata dan simpangan baku

Data yang mengikuti sebaran normal bergantung pada dua parameter, yaitu rata-rata dan simpangan baku. Perhitungan pada rata-rata dan simpangan baku diperlukan untuk menentukan tingkat transaksi dari data keseluruhan dan data pada setiap lokasi ATM. Persamaan 2.4 digunakan dalam menghitung nilai rata-rata dari data



transaksi secara keseluruhan dan rata-rata dari data transaksi setiap lokasi ATM. Sementara itu, Persamaan 2.5 digunakan dalam menghitung nilai simpangan baku dari data transaksi secara keseluruhan dan simpangan baku dari data transaksi setiap lokasi ATM. Perhitungan nilai rata-rata dan simpangan baku adalah sebagai berikut.

Rata-rata ATM *Mall Malang Town Square*

$$\mu_4 = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 x_i$$

$$\mu_4 = \frac{1}{7} (37 + 31 + 25 + 35 + 31 + 39 + 55)$$

$$\mu_4 = \frac{1}{7} (253) = 36,1429$$

Simpangan baku *Mall Malang Town Square*

$$\sigma_4 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (x_i - \mu_i)^2}{7}}$$

$$\sigma_4 = \sqrt{\frac{(37 - 36.14)^2 + (31 - 36.14)^2 + \dots + (55 - 36.14)^2}{7}}$$

$$\sigma_4 = \sqrt{\frac{0,7396 + 26,4196 + 124,0996 + \dots + 355,6996}{7}}$$

$$\sigma_4 = \sqrt{\frac{542,8572}{7}}$$

$$\sigma_4 = \sqrt{77,5510} = 8,8063$$

Perhitungan yang sama dilakukan pada kelima ATM yang lainnya, diperoleh nilai rata-rata dan simpangan baku untuk semua lokasi ATM dan dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai rata-rata dan simpangan baku

No	Lokasi ATM	Rata-rata (μ_i)	Simpangan baku (σ_i)
1	ATM KPRI	39,2857	14,4984
2	ATM Sardo	24,5714	5,4210
3	ATM Mall Dinoyo	48,1429	9,6129
4	ATM Matos	36,1429	8,8063
5	ATM Sigura-gura	35,8571	7,8636
6	ATM Indomaret Suhat	13,2857	4,1305
	Data Keseluruhan	32,8810	14,3464

4.4 Perhitungan tingkat transaksi

Nilai rata-rata (μ) dan simpangan baku (σ) digunakan dalam pencarian tingkat transaksi nasabah. Titik belok kurva distribusi normal berada pada $\mu \pm \sigma$, oleh karena itu diasumsikan terjadi perubahan tingkat data pada kondisi tersebut. Perubahan tingkat data diartikan sebagai perubahan tingkat transaksi dengan asumsi tiga kondisi, yaitu kondisi kurang baik, kondisi baik, dan kondisi sangat baik. Perhitungan tingkat transaksi untuk semua kondisi mengacu pada nilai rata-rata dan simpangan baku. Tingkat transaksi secara keseluruhan (A_j) untuk masing-masing kondisi dihitung dengan asumsi sebagai berikut.

1. Kurang baik (A_1) = rata-rata (μ) - simpangan baku (σ)
2. Baik (A_2) = rata-rata (μ)
3. Sangat baik (A_3) = rata-rata (μ) + simpangan baku (σ)

Berikut adalah contoh perhitungan tingkat transaksi secara keseluruhan untuk kondisi kurang baik (A_1)

$$A_1 = \text{rata-rata } (\mu) - \text{simpangan baku } (\sigma)$$

$$A_1 = 32,8810 - 14,3464$$

$$A_1 = 18,5346$$

Hasil perhitungan tingkat transaksi dari data jumlah nasabah yang melakukan transaksi secara keseluruhan untuk setiap kondisi disajikan pada Tabel 4.6



Tabel 4.6 Tingkat transaksi ATM keseluruhan dengan kondisi

Kondisi	Tingkat Transaksi
Kurang baik (A_1)	18,5346
Baik (A_2)	32,8810
Sangat baik (A_3)	47,2273

Analog dengan perhitungan A_j , Tingkat transaksi semua lokasi ATM untuk masing-masing kondisi (A_{ij}) dihitung dengan asumsi sebagai berikut..

1. Kurang baik (A_{i1}) = rata-rata (μ_i) - simpangan baku (σ_i)
2. Baik (A_{i2}) = rata-rata (μ_i)
3. Sangat baik (A_{i3}) = rata-rata (μ_i) + simpangan baku (σ_i)

A_{ij} menyatakan tingkat transaksi nasabah pada ATM i dengan kondisi j . Hasil perhitungan tingkat transaksi dari data keseluruhan dan data pada setiap ATM disajikan dalam Tabel 4.7

Tabel 4.7 Tingkat transaksi setiap mesin ATM dengan kondisi

ATM	Kondisi		
	Kurang baik (A_{i1})	Baik (A_{i2})	Sangat baik (A_{i3})
ATM KPRI	24,7873	39,2857	53,7841
ATM Sardo	19,1504	24,5714	29,9925
ATM Mall Dinoyo	38,5299	48,1429	57,7558
ATM Matos	27,3366	36,1429	44,9492
ATM Sigura-gura	27,9935	35,8571	43,7208
ATM Indomaret Suhat	9,1552	13,2857	17,4162

4.5 Perhitungan nilai harapan dengan peluang *prior*

Nilai harapan merupakan nilai-nilai kemungkinan yang diharapkan terjadi terhadap peluang masing-masing dari suatu kejadian yang tidak pasti. Nilai harapan dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian peluang *prior* $P(A_j)$ dengan tingkat transaksi pada setiap kondisi (A_{ij}). Perhitungan nilai harapan tanpa melibatkan Bayes menggunakan persamaan 2.15.

Tujuan menghitung nilai harapan adalah untuk mengetahui nilai rata-rata transaksi yang dilakukan nasabah per hari yang diharapkan di masa mendatang. Hasil perhitungan nilai harapan dapat dibentuk ke dalam tabel *pay-off*. Hasil perhitungan nilai harapan untuk semua mesin ATM, tingkat transaksi pada masing-masing kondisi, dan peluang dari setiap kondisi disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Nilai harapan, tingkat transaksi, dan peluang *prior*

Lokasi ATM	Kondisi			Nilai Harapan
	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik	
ATM KPRI	24,7873	39,2857	53,7841	41,7021
ATM Sardo	19,1504	24,5714	29,9925	25,4749
ATM <i>Mall</i> Dinoyo	38,5299	48,1429	57,7558	49,7450
ATM Matos	27,3366	36,1429	44,9492	37,6105
ATM Sigura-gura	27,9935	35,8571	43,7208	37,1677
ATM Indomaret Suhat I	9,1552	13,2857	17,4162	13,9741
Peluang <i>prior</i> $P(A_j)$	0,33	0,17	0,50	

Dapat dilihat pada Tabel 4.8 nilai harapan maksimum terletak pada ATM *Mall* Dinoyo yaitu sebesar 49,7450, maka keputusan yang dapat diambil berdasarkan perhitungan ini yaitu pengembangan ATM *Mall* Dinoyo.

4.6 Perhitungan peluang *posterior* dan nilai harapan secara iterasi

Untuk mendapatkan hasil optimal dan menguntungkan, maka diperlukan solusi terbaik dalam pengambilan sebuah keputusan. Hal ini dapat diperoleh dengan melakukan pendekatan yang melibatkan perhitungan peluang *posterior*, yaitu proses menggabungkan pengetahuan awal atau peluang *prior* dengan informasi baru dari data. Perhitungan peluang *posterior* dilakukan secara iteratif hingga peluangnya mendekati satu agar akurasi dan pendekatan terhadap kejadian sesungguhnya dapat tercapai. Formulasi untuk perhitungan peluang *posterior* secara iterasi menggunakan Persamaan 2.16. Hasil iterasi kemudian akan digunakan untuk mencari nilai harapan dari



setiap lokasi ATM. Nilai harapan maksimum yang diperoleh dari hasil perhitungan digunakan untuk mencari prioritas ATM yang akan dikembangkan agar bank terkait mendapat keuntungan maksimum. Untuk mempermudah proses perhitungan dan meminimalisir kesalahan, proses iterasi akan dilakukan dengan bantuan *software* Matlab. *Listing* program pada *software* Matlab ditampilkan pada lampiran 2.

Proses perhitungan pada Matlab dikatakan valid apabila hasil perhitungan secara manual dan bantuan *software* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan secara manual untuk membuktikan kebenaran hasil yang diberikan oleh Matlab. Berikut akan dilakukan perhitungan manual iterasi satu untuk melihat hasil peluang *posterior* tidak jauh berbeda dengan perhitungan Matlab.

$$\sum_{k=1}^3 P(A_k) e^{-\frac{(\mu-A_k)^2}{2\sigma^2}} = \left(0,33 \cdot e^{-\frac{(32,8810-18,5346)^2}{2 \cdot 14,3464^2}} \right) + \left(0,17 \cdot e^{-\frac{(32,8810-32,8810)^2}{2 \cdot 14,3464^2}} \right) + \left(0,50 \cdot e^{-\frac{(32,8810-47,2273)^2}{2 \cdot 14,3464^2}} \right)$$

$$\sum_{k=1}^3 P(A_k) e^{-\frac{(\mu-A_k)^2}{2\sigma^2}} = 0,2022 + 0,1667 + 0,3033$$

$$\sum_{k=1}^3 P(A_k) e^{-\frac{(\mu-A_k)^2}{2\sigma^2}} = 0,6721$$

Selanjutnya, perhitungan peluang *posterior* untuk setiap A_j adalah sebagai berikut.

Untuk $j = 1$

$$P(A_1|X) = \frac{P(A_1) e^{-\frac{(\mu-A_1)^2}{2\sigma^2}}}{\sum_{k=1}^3 P(A_k) e^{-\frac{(\mu-A_k)^2}{2\sigma^2}}}$$



$$P(A_1|X) = \frac{0,33 \cdot e^{-\frac{(32,8810-18,5346)^2}{2 \cdot 14,3464^2}}}{0,6721}$$

$$P(A_1|X) = \frac{0,2022}{0,6721}$$

$$P(A_1|X) = 0,3008$$

Untuk $j = 2$

$$P(A_2|X) = \frac{P(A_1) e^{-\frac{(\mu-A_2)^2}{2\sigma^2}}}{\sum_{k=1}^3 P(A_k) e^{-\frac{(\mu-A_k)^2}{2\sigma^2}}}$$

$$P(A_2|X) = \frac{0,17 \cdot e^{-\frac{(32,8810-32,8810)^2}{2 \cdot 14,3464^2}}}{0,6721}$$

$$P(A_2|X) = \frac{0,1667}{0,6721}$$

$$P(A_2|X) = 0,2480$$

Untuk $j = 3$

$$P(A_3|X) = \frac{P(A_1) e^{-\frac{(\mu-A_3)^2}{2\sigma^2}}}{\sum_{k=1}^3 P(A_k) e^{-\frac{(\mu-A_k)^2}{2\sigma^2}}}$$

$$P(A_3|X) = \frac{0,50 \cdot e^{-\frac{(32,8810-47,2273)^2}{2 \cdot 14,3464^2}}}{0,6721}$$

$$P(A_3|X) = \frac{0,3033}{0,6721}$$

$$P(A_3|X) = 0,4512$$

Setelah mendapatkan peluang *posterior* untuk setiap A_j selanjutnya dapat dihitung nilai harapan transaksi ATM dengan semua kondisi j untuk iterasi satu dengan cara sebagai berikut.



Nilai harapan dari ATM *Mall Malang Town Square* atau $i = 4$

$$E[A_4] = \sum_{j=1}^3 A_{4j} \cdot P(A_k|X)$$

$$E[A_4] = \sum_{j=1}^3 A_{4j} \cdot P(A_k|X)$$

$$E[A_4] = (27,3366 \cdot 0,3008) + (36,1429 \cdot 0,2480) + (44,9492 \cdot 0,4512)$$

$$E[A_4] = 8,223 + 8,9626 + 20,2817$$

$$E[A_4] = 37,4676$$

Berikut adalah hasil iterasi satu menggunakan Matlab, hasilnya tersaji pada Gambar 4.2.

```
Command Window
P_bawah ke-2
0.1667

P_bawah ke-3
0.3033

P_bawahtotal
0.6721

Iterasi ke- 1
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.3008      0.2480      0.4512

cabang (i)  NH
1           49.5891
2           25.3870
3           37.4678
4           13.9274
5           41.4669
6           37.0402
NH Maksimum=49.5891
```

Gambar 4.2. Hasil perhitungan Matlab iterasi satu

Berdasarkan perhitungan iterasi satu secara manual dan hasil, perhitungan menggunakan Matlab pada Gambar 4.2 memiliki hasil yang tidak jauh berbeda, hasilnya disajikan dalam bentuk Tabel 4.9

Tabel 4.9 Tabel *pay-off* iterasi satu

Lokasi ATM	Kondisi			Nilai Harapan
	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik	
ATM KPRI	24,7873	39,2857	53,7841	41,4669
ATM Sardo	19,1504	24,5714	29,9925	25,3870
ATM <i>Mall</i> Dinoyo	38,5299	48,1429	57,7558	49,5891
ATM Matos	27,3366	36,1429	44,9492	37,4678
ATM Sigura-gura	27,9935	35,8571	43,7208	37,0402
ATM Indomaret Suhat I	9,1552	13,2857	17,4162	13,9274
Peluang <i>posterior</i> $P(A_j X)$	0,3008	0,2480	0,4512	

Berdasarkan Tabel 4.9 terlihat bahwa nilai harapan maksimum sebesar 49,5891 yaitu pada ATM *Mall* Dinoyo. Nilai peluang *posterior* $P(A_j|X)$ maksimum terjadi pada kondisi A_3 atau kondisi sangat baik dan nilai $P(A_j|X)$ sebesar 0,4512 dan belum mendekati satu, oleh karena itu proses iterasi masih bisa dilakukan. Berdasarkan persamaan (2.16) Peluang *prior* $P(A_j)$ untuk iterasi selanjutnya menggunakan peluang *posterior* $P(A_j|X)$ pada iterasi sebelumnya, begitu seterusnya hingga diperoleh salah satu nilai $P(A_j|X)$ mendekati satu.

Tabel 4.10 Tabel *pay-off* iterasi dua

Lokasi ATM	Kondisi			Nilai Harapan
	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik	
ATM KPRI	24,7873	39,2857	53,7841	41,1647
ATM Sardo	19,1504	24,5714	29,9925	25,2740
ATM <i>Mall</i> Dinoyo	38,5299	48,1429	57,7558	49,3887
ATM Matos	27,3366	36,1429	44,9492	37,2842
ATM Sigura-gura	27,9935	35,8571	43,7208	36,8763
ATM Indomaret Suhat I	9,1552	13,2857	17,4162	13,8385



Lokasi ATM	Kondisi			Nilai Harapan
	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik	
Peluang <i>posterior</i> $P(A_j X)$	0,2591	0,3522	0,3887	

Berdasarkan Tabel 4.10 terlihat bahwa nilai harapan maksimum iterasi kedua kembali terjadi pada ATM *Mall Dinoyo* dan peluang *posterior* pada kondisi A_2 terjadi peningkatan nilai, sementara itu pada kondisi A_1 dan A_3 penurunan nilai, namun dari ketiga kondisi nilai peluang *posterior* belum ada yang mendekati satu oleh karena itu proses iterasi masih perlu dilakukan.

Tabel 4.11 Tabel *pay-off* iterasi tiga

Lokasi ATM	Kondisi			Nilai Harapan
	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik	
ATM KPRI	24,7873	39,2857	53,7841	40,8153
ATM Sardo	19,1504	24,5714	29,9925	25,1433
ATM <i>Mall Dinoyo</i>	38,5299	48,1429	57,7558	49,1570
ATM Matos	27,3366	36,1429	44,9492	37,0720
ATM Indomaret Suhat I	9,1552	13,2857	17,4162	13,7357
Peluang <i>posterior</i> $P(A_j X)$	0,2109	0,4727	0,3164	

Berdasarkan Tabel 4.11 terlihat bahwa nilai harapan maksimum iterasi kedua kembali terjadi pada ATM *Mall Dinoyo* dan peluang *posterior* pada kondisi A_2 makin terjadi peningkatan nilai sementara itu pada kondisi A_1 dan A_3 makin terjadi penurunan nilai, namun dari ketiga kondisi nilai peluang *posterior* belum ada yang mendekati satu oleh karena itu proses iterasi masih perlu dilakukan.

Tabel 4.12 Tabel *pay-off* iterasi empat

Lokasi ATM	Kondisi			Nilai Harapan
	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik	
ATM KPRI	24,7873	39,2857	53,7841	40,4564
ATM Sardo	19,1504	24,5714	29,9925	25,0091
ATM <i>Mall</i> Dinoyo	38,5299	48,1429	57,7558	48,9191
ATM Matos	27,3366	36,1429	44,9492	36,8540
ATM Sigura-gura	27,9935	35,8571	43,7208	36,4921
ATM Indomaret Suhat I	9,1552	13,2857	17,4162	13,6301
Peluang <i>posterior</i> $P(A_j X)$	0,1614	0,5964	0,2421	

Pada iterasi keempat, terlihat bahwa peluang pada kondisi A_2 memiliki nilai tertinggi di antara kondisi yang lainnya dengan ATM *Mall* Dinoyo kembali menghasilkan nilai harapan maksimum di antara ATM yang lainnya. Pada iterasi selanjutnya, peluang pada kondisi A_2 berada dalam kondisi stabil yaitu memiliki nilai tertinggi di antara kondisi yang lainnya hingga iterasi terakhir dengan ATM *Mall* Dinoyo kembali menghasilkan nilai harapan maksimum di antara ATM yang lainnya.

Tabel 4.13 Tabel *pay-off* iterasi sembilan belas

Lokasi ATM	Kondisi			Nilai Harapan
	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik	
ATM KPRI	24,7873	39,2857	53,7841	39,2868
ATM Sardo	19,1504	24,5714	29,9925	24,5718
ATM <i>Mall</i> Dinoyo	38,5299	48,1429	57,7558	48,1436
ATM Matos	27,3366	36,1429	44,9492	36,1436
ATM Sigura-gura	27,9935	35,8571	43,7208	35,8577
ATM Indomaret Suhat I	9,1552	13,2857	17,4162	13,2860
$P(A_j X)$	0,0002	0,9996	0,0001	



Setelah dilakukan sembilan belas kali iterasi, nilai peluang posterior $P(A_j|X)$ sudah mendekati satu yaitu memiliki nilai 0,9996 pada kondisi baik A_2 oleh karena itu proses iterasi dapat dihentikan. ATM *Mall Dinoyo* memiliki nilai harapan maksimum 48,1436 dan paling besar di antara ATM lainnya.

Nilai harapan dapat diartikan sebagai rata-rata jumlah nasabah yang melakukan transaksi yang diharapkan. Untuk mengetahui jumlah nasabah yang melakukan transaksi sebenarnya, maka perlu dilakukan pembulatan sehingga nilainya tidak berbentuk desimal. Hasil pembulatan disajikan pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Pembulatan nilai harapan

Lokasi ATM	Nilai Harapan	Nilai harapan (Pembulatan)
ATM KPRI	39,2868	39
ATM Sardo	24,5718	25
ATM <i>Mall Dinoyo</i>	48,1436	48
ATM Matos	36,1436	36
ATM Sigura-gura	35,8577	36
ATM Indomaret Suhat I	13,2860	13

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa nilai harapan maksimum pada ATM *Mall Dinoyo* sebanyak 48 nasabah, maka sebaiknya yang diprioritaskan untuk dilakukan pengembangan adalah ATM *Mall Dinoyo*, yaitu dengan menambahkan mesin ATM di sekitar lokasi ATM *Mall Dinoyo* untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar bagi pihak bank terkait.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Metode MPE dapat diterapkan pada proses pencarian peluang *prior*. Dari perhitungan peluang *prior* diperoleh nilai 0,33; 0,17; dan 0,5 pada masing-masing kondisi kurang baik, baik, dan sangat baik.
2. Penerapan Teorema bayes dengan nilai harapan pada ATM Bank Mandiri di sekitaran UB, menghasilkan perhitungan sebanyak sembilan belas iterasi. Dari proses perhitungan diperoleh nilai probabilitas *posterior* tertinggi sebesar 0,9996 pada kondisi baik dan nilai harapan nasabah maksimum sebanyak 48 orang untuk lokasi ATM *Mall* Dinoyo. Penelitian ini dilakukan pada waktu yang sama yaitu pukul 13.00 – 15.00 pada ke-enam ATM. Oleh karena itu, keputusan yang dapat diambil yaitu memprioritaskan pengembangan lokasi ATM *Mall* Dinoyo yaitu dengan cara melakukan pembangunan di sekitar lokasi ATM.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya dapat memperhatikan saran sebagai berikut:

1. Penelitian dapat dilakukan dengan durasi lebih dari satu minggu agar data hasil penelitian lebih merepresentasikan keadaan yang sesungguhnya.
2. Penilaian kondisi keramaian di sekitar lokasi ATM sebaiknya dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa pendapat orang kemudian diakumulasikan untuk dilakukan penarikan kesimpulan untuk mengurangi bias atau subjektivitas.
3. Penilaian terhadap aksesibilitas menuju lokasi sebaiknya mempertimbangkan fasilitas parkir di sekitar lokasi ATM karena fasilitas parkir dapat berpengaruh terhadap jumlah nasabah yang melakukan transaksi.
4. Dapat menggunakan metode lain seperti kombinasi metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).



Daftar Pustaka

- Boldstat, W. M. 2007. *Introduction to Bayesian Statistics*. Wiley-Interscience. New Jersey.
- Borham, I. R. dan F. Helmi. 2018. Penerapan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) dalam Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa Siswa Berprestasi pada SMK XYZ. *Journal of Computer Engineering System and Science*. 3: 1.
- Diana. 2017. Sistem Pendukung Keputusan Menentukan Lokasi Usaha Waralaba Menggunakan Metode Bayes. *Jurnal Ilmiah MATRIK*. 19: 3.
- Darwanto, K. B. Dinata, dan Junaidi. 2020. *Teori Himpunan* Universitas Muhammadiyah Kotabumi. Lampung.
- Hasan, M. I. 2002. *Pokok-Pokok Materi Teori pengambilan Keputusan*. Ghalia. Jakarta.
- Haryono dan D. J. Ratnaningsih. 2020. Pengantar Proses Stokastik. <https://pustaka.ut.ac.id/lib/sats4322-pengantar-proses-stokastik>. Diakses 30 Mei 2023.
- Haudi. 2021. *Teknik Pengambilan Keputusan*. Penerbit Insan Cendekia Mandiri. Sumatera Barat.
- Katianda, K. R., R. Goejantoro, dan M. A. Satriya. 2020. Estimasi Parameter Model Regresi Linier dengan Pendekatan Bayes (Studi Kasus: Kemiskinan di Provinsi Kalimantan Timur pada Tahun 2017). *Jurnal Eksponensial*. 11: 2.
- Levin, R. I., David S.R., Everette S. G. 1997. *Quantitative Approaches to Management*. Edisi ke-7. Terjemahan H. Munandar. 2002. Rajawali Pers. Jakarta.
- Lipschutz, S. 1985. *Set theory and Related Topics*. Terjemahan Pantur Silaban. 1995. Penerbit Erlangga Jakarta.
- Manik, N. I. 2003. Perancangan Program Aplikasi Pengambilan Keputusan Berdasarkan Teorema Bayes. *Jurnal Ilmiah MATSTAT*. 3: 2.
- Marliana, R. R. 2019. *Peluang dan statistika*. <https://hme.unsil.ac.id/reny-rian-marliana-modul-4-peluang-dan-statistika>. Diakses 30 Mei 2023.



Maryana, S., E. Kurnia., dan A. Ruyani. 2017. Web-based Application on Employee Performance Assessment Using Exponential Comparison Method. *IOP Conference Series: Material Science and Engineering*. 166: 012019.

Mendenhall, W. 1982. *Statistik untuk Manajemen dan Ekonomi*. Diterjemahkan oleh N. Soemartojo Edisi ke-empat. Erlangga. Jakarta.

Nofriansyah, D., R Gunawan, dan Elfitriani. 2020. Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Pertusis (Batuk Rejan) dengan Menggunakan Metode Teorema Bayes. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*. 3: 1.

Nurnadi, T.D. Astuti, E.S. Utami, dan M. Budiantara. 2017. *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Gramasurya. Yogyakarta.

Raharja, S. W., Z. Arifin, dan Wilopo. 2013. Pengaruh Psikologi Konsumen Terhadap Keputusan Pembelian (Studi pada PT. Winnertech Lintas Nusa). *Jurnal Administrasi Bisnis SI Universitas Brawijaya*. 3: 1.

Rifai, A., H. Afriansyah., dan Rusdinal. 2019. Proses Pengambilan Keputusan. <https://doi.org/10.31227/osf.io/56n3d>, diakses 4 April 2023.

Rusliyawati dan R. Nuraini. 2022. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Vendor IT Menggunakan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE). *Information System Research Journal*. 2: 2.

Sari, A. Q., Y. L. Sukestiyarno, dan A. Agoestanto. 2017. Batasan Prasyarat Uji Normalitas dan Uji Homogenitas pada Model Regresi Linear. *Unnes Journal of Mathematics*. 6: 2.

Sari F., Desyanti, dan L. Fitriana. 2020. Aplikasi Pemilihan Penyuluh Pertanian Teladan dengan Metode MPE. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Komputer Terapan (JIKSTRA)*. 01: 02.

Sihotang, H. T., F. Riandari, R. M. Simanjorang, A. Simangunsong, dan P. S. Hasugian. 2019. Expert System for Diagnosis Chicken Disease using Bayes Theorem. *Journal of Physics: Conference Series*. 1230: 1.

Siregar, S. L., S. Ariswoyo, dan P. Sembiring. 2014. Pengambilan Keputusan Menggunakan Bayes Pada Ekspektasi Fungsi Utilitas. *Saintia Matematika*. 2: 1.



- Sudaryono. 2014. *Teori dan Aplikasi dalam Statistik*. CV Andi Offset. Yogyakarta.
- Sudjana. 2002. *Metoda Statistik*. Tarsito. Bandung.
- Sungkono, J. dan A.A Wulandari. 2022. Pembelajaran Teorema Limit Pusat Melalui Simulasi. *Mathematics Education Journal*. 4(2): 69-75.
- Supranto, J. 2005. *Teknik Pengambilan Keputusan*. Cetakan ketiga. Rineka Cipta. Jakarta.
- Supranto, 2008. *Statistik Teori dan Aplikasi Edisi ketujuh*. Erlangga. Jakarta.
- Sutarto, A. P. 2019. *Peluang dan Statistik Dasar untuk Sains*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta.
- Suyatno. 2009. *Persiapan Analisis Data*. Program S2 Gizi Pascasarjana UNDIP. Semarang.
- Sutisna, O. 1989. *Administrasi Pendidikan*. Angkasa. Bandung.
- Tantrie, K. D. 2022. *Pengambilan Keputusan Bayes dalam Perencanaan Penjualan Beras*. Skripsi. Program Studi S1 Matematika, Program Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, Malang.
- Winarsunu, T. 2008. *Psikologi Keselamatan Kerja*. UMM Press. Malang.
- Wei, J. M. 2019. Bayesian Decision Models: A Primer. *Neuron*. 104:1.
- Yahdin S., Syamsuriadi, dan Y. E. Rinni. 2008. Aplikasi Pengambilan Keputusan pada Perencanaan Produksi Berdasarkan Teorema Bayes. *Media Informatika* 6: 1.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data jumlah nasabah

HARI	Lokasi ATM					
	KPRI	Sardo	Mall Dinoyo	Matos	Sigura- gura	Indomaret Suhat I
1	44	30	37	37	51	12
2	42	25	45	31	39	9
3	63	33	43	25	37	22
4	50	23	53	35	23	16
5	35	17	59	31	34	13
6	25	18	63	39	36	11
7	16	25	37	55	31	10

Lampiran 2 Listing program Matlab

```
clear all;
clc;
a_semua=[18.5345 32.8809 47.2273];
fprintf('\n A1 A2 A3\n');
fprintf('%2.4f %2.4f
%2.4f\n\n',a_semua(1),a_semua(2),a_semua(3));
a_cabang=[38.5299 48.1429 57.7558;19.1504 24.5714
29.9925 27.3366 36.1429 44.9492; 9.1552 13.2857
17.4612;24.7873 39.2857 53.7841;27.9935 35.8571
43.7208];
for i=1:6
    fprintf(' %d %2.4f %2.4f
%2.4f\n',i,a_cabang(i,1),a_cabang(i,2),a_cabang(i,3)
);
end;
P=[0.3333 0.16667 0.50];
fprintf('\n P(A1) P(A2) P(A3)\n');
fprintf(' %2.2f %2.2f
%2.2f\n\n',P(1),P(2),P(3));
NH_awal=[46.5407;23.6679;34.6751;12.5972;36.8693;34
.5465];
fprintf('cabang(i) NH Awal\n');
for i=1:6
    fprintf(' %d %2.4f\n',i,NH_awal(i));
end
```



```
rata=32.8810;  
s=14.3464;  
epsilon=min(1-P);  
iterasi=0;  
fprintf('\n!');  
while epsilon>0.0005  
    jumlah=0;  
    for i=1:3  
        p1(i)=P(i)*exp(-(rata-  
a_semua(i))^2/(2*s^2));  
        jumlah=jumlah+p1(i);  
        fprintf('\nP bawah ke-%d\n',i);  
        fprintf('%2.4f\n',p1(i));  
    end;  
    fprintf('\nP bawahtotal\n');  
    fprintf('%2.4f\n',jumlah);  
    iterasi=iterasi+1;  
    fprintf('\nIterasi ke- %d',iterasi);  
    fprintf('\n P(A1) P(A2) P(A3)\n');  
    P=p1/jumlah;  
    fprintf('%2.4f %2.4f %2.4f\n\n',P(1),P(2),P(3));  
    epsilon=min(1-P);  
    for i=1:6  
        jumlah=0;  
        for j=1:3  
            jumlah=jumlah+P(j)*a_cabang(i,j);  
        end  
        NH(i)=jumlah;  
    end  
    fprintf('cabang(i) NH\n');  
    for i=1:6  
        fprintf('%d %2.4f\n',i,NH(i));  
    end  
    maxNH=max(NH);  
    fprintf('\nNH Maksimum=%2.4f\n',maxNH);  
end
```

Lampiran 3 Nilai awal Tabel *pay-off*

Command Window

	A1	A2	A3	
	18.5345	32.8809	47.2273	
1		38.5299	48.1429	57.7558
2		19.1504	24.5714	29.9925
3		27.3366	36.1429	44.9492
4		9.1552	13.2857	17.4612
5		24.7873	39.2857	53.7841
6		27.9935	35.8571	43.7208
P(A1)	0.33	P(A2)	0.17	P(A3)
				0.50
cabang (i)	NH Awal			
1	49.7450			
2	25.4750			
3	37.6105			
4	13.9741			
5	41.7021			
6	37.1677			

Lampiran 4 Hasil perhitungan peluang *posterior* dan nilai harapan secara iterasi

```
Command Window
P_bawah ke-1
0.2022

P_bawah ke-2
0.1667

P_bawah ke-3
0.3033

P_bawahtotal
0.6721

Iterasi ke- 1
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.3008      0.2480      0.4512

cabang (i)   NH
1            49.5891
2            25.3870
3            37.4678
4            13.9274
5            41.4669
6            37.0402
NH Maksimum=49.5891
```

```
Command Window
P_bawah ke-1
0.1824

P_bawah ke-2
0.2480

P_bawah ke-3
0.2737

P_bawahtotal
0.7041

Iterasi ke- 2
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.2591      0.3522      0.3887

cabang (i)   NH
1            49.3887
2            25.2740
3            37.2842
4            13.8385
5            41.1647
6            36.8769
NH Maksimum=49.3887
```

```
Command Window
P_bawah ke-1
0.1572

P_bawah ke-2
0.3522

P_bawah ke-3
0.2358

P_bawahtotal
0.7451

Iterasi ke- 3
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.2109      0.4727      0.3164

cabang (i)   NH
1            49.1570
2            25.1433
3            37.0720
4            13.7357
5            40.8153
6            36.6867
NH Maksimum=49.1570
```

```
Command Window
P_bawah ke-1
0.1279

P_bawah ke-2
0.4727

P_bawah ke-3
0.1919

P_bawahtotal
0.7925

Iterasi ke- 4
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.1614      0.5964      0.2422

cabang (i)   NH
1            48.9191
2            25.0091
3            36.8540
4            13.6301
5            40.4564
6            36.4921
NH Maksimum=48.9191
```



Command Window

```

P_bawah ke-1
0.0979

P_bawah ke-2
0.5964

P_bawah ke-3
0.1469

P_bawahtotal
0.8412

Iterasi ke- 5
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.1164      0.7090      0.1746

cabang (i)      NH
1                48.7026
2                24.8870
3                36.6556
4                13.5340
5                40.1298
6                36.3149
NH Maksimum=48.7026

```

Command Window

```

P_bawah ke-1
0.0483

P_bawah ke-2
0.8007

P_bawah ke-3
0.0725

P_bawahtotal
0.9216

Iterasi ke- 7
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0525      0.8688      0.0787

cabang (i)      NH
1                48.3952
2                24.7137
3                36.3740
4                13.3977
5                39.6662
6                36.0635
NH Maksimum=48.3952

```

Command Window

```

P_bawah ke-1
0.0706

P_bawah ke-2
0.7090

P_bawah ke-3
0.1059

P_bawahtotal
0.8855

Iterasi ke- 6
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0797      0.8007      0.1196

cabang (i)      NH
1                48.5262
2                24.7876
3                36.4941
4                13.4558
5                39.8639
6                36.1707
NH Maksimum=48.5262

```

Command Window

```

P_bawah ke-1
0.0318

P_bawah ke-2
0.8688

P_bawah ke-3
0.0477

P_bawahtotal
0.9484

Iterasi ke- 8
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0336      0.9161      0.0503

cabang (i)      NH
1                48.3043
2                24.6624
3                36.2907
4                13.3573
5                39.5291
6                35.9891
NH Maksimum=48.3043

```



Command Window

```
P_bawah ke-1
0.0204

P_bawah ke-2
0.9161

P_bawah ke-3
0.0305

P_bawahtotal
0.9670

Iterasi ke- 9
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0210     0.9474     0.0316

cabang (i)      NH
1              48.2441
2              24.6285
3              36.2356
4              13.3306
5              39.4384
6              35.9399
NH Maksimum=48.2441
```

Command Window

```
P_bawah ke-1
0.0128

P_bawah ke-2
0.9474

P_bawah ke-3
0.0192

P_bawahtotal
0.9793

Iterasi ke- 10
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0130     0.9674     0.0196

cabang (i)      NH
1              48.2056
2              24.6068
3              36.2003
4              13.3135
5              39.3803
6              35.9084
NH Maksimum=48.2056
```

Command Window

```
P_bawah ke-1
0.0079

P_bawah ke-2
0.9674

P_bawah ke-3
0.0119

P_bawahtotal
0.9872

Iterasi ke- 11
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0080     0.9800     0.0120

cabang (i)      NH
1              48.1814
2              24.5931
3              36.1782
4              13.3028
5              39.3438
6              35.8886
NH Maksimum=48.1814
```

Command Window

```
P_bawah ke-1
0.0049

P_bawah ke-2
0.9800

P_bawah ke-3
0.0073

P_bawahtotal
0.9921

Iterasi ke- 12
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0049     0.9878     0.0073

cabang (i)      NH
1              48.1664
2              24.5847
3              36.1645
4              13.2961
5              39.3212
6              35.8764
NH Maksimum=48.1664
```



Command Window

```

P_bawah ke-1
0.0030

P_bawah ke-2
0.9878

P_bawah ke-3
0.0045

P_bawahtotal
0.9952

Iterasi ke- 13
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0030     0.9925     0.0045

cabang (i)      NH
1                48.1573
2                24.5795
3                36.1560
4                13.2921
5                39.3073
6                35.8688
NH Maksimum=48.1573

```

Command Window

```

P_bawah ke-1
0.0018

P_bawah ke-2
0.9925

P_bawah ke-3
0.0027

P_bawahtotal
0.9971

Iterasi ke- 14
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0018     0.9955     0.0027

cabang (i)      NH
1                48.1516
2                24.5763
3                36.1509
4                13.2896
5                39.2989
6                35.8642
NH Maksimum=48.1516

```

Command Window

```

P_bawah ke-1
0.0011

P_bawah ke-2
0.9955

P_bawah ke-3
0.0017

P_bawahtotal
0.9982

Iterasi ke- 15
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0011     0.9972     0.0017

cabang (i)      NH
1                48.1482
2                24.5744
3                36.1478
4                13.2881
5                39.2937
6                35.8614
NH Maksimum=48.1482

```

Command Window

```

P_bawah ke-1
0.0007

P_bawah ke-2
0.9972

P_bawah ke-3
0.0010

P_bawahtotal
0.9989

Iterasi ke- 16
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0007     0.9983     0.0010

cabang (i)      NH
1                48.1461
2                24.5732
3                36.1459
4                13.2871
5                39.2906
6                35.8597
NH Maksimum=48.1461

```



Command Window

```
P_bawah ke-1
0.0004

P_bawah ke-2
0.9983

P_bawah ke-3
0.0006

P_bawahtotal
0.9993

Iterasi ke- 17
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0004      0.9990      0.0006

cabang (i)      NH
1                48.1449
2                24.5725
3                36.1447
4                13.2866
5                39.2886
6                35.8587
NH Maksimum=48.1449
```

Command Window

```
P_bawah ke-1
0.0002

P_bawah ke-2
0.9990

P_bawah ke-3
0.0004

P_bawahtotal
0.9996

Iterasi ke- 18
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0002      0.9994      0.0004

cabang (i)      NH
1                48.1441
2                24.5721
3                36.1440
4                13.2862
5                39.2875
6                35.8581
NH Maksimum=48.1441
```

Command Window

```
P_bawah ke-1
0.0001

P_bawah ke-2
0.9994

P_bawah ke-3
0.0002

P_bawahtotal
0.9998

Iterasi ke- 19
P (A1)      P (A2)      P (A3)
0.0001      0.9996      0.0002

cabang (i)      NH
1                48.1436
2                24.5718
3                36.1436
4                13.2860
5                39.2868
6                35.8577
NH Maksimum=48.1436
>>
```



Lampiran 5 Dokumentasi





Repository Universitas Brawijaya

