

**PENILAIAN KINERJA PEGAWAI DENGAN METODE TOPSIS DAN
BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK**

TESIS

OLEH:
AUDI BAYU YULIAWAN
NIM. 220605210012



PROGRAM STUDI MAGISTER INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025

**PENILAIAN KINERJA PEGAWAI DENGAN METODE TOPSIS DAN
BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK**

TESIS

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Magister Komputer (M.Kom)

Oleh:
AUDI BAYU YULIAWAN
NIM. 220605210012

PROGRAM STUDI MAGISTER INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025

**PENILAIAN KINERJA PEGAWAI DENGAN METODE TOPSIS DAN
BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK**

TESIS

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Magister Komputer (M.Kom)**

**Oleh:
AUDI BAYU YULIAWAN
NIM. 220605210012**

**PROGRAM STUDI MAGISTER INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

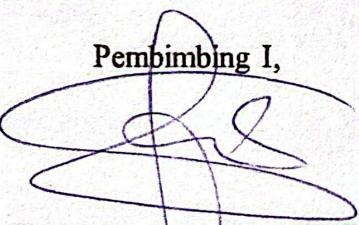
**PENILAIAN KINERJA PEGAWAI DENGAN METODE TOPSIS DAN
BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK**

THESIS

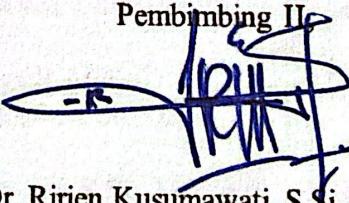
Oleh:
AUDI BAYU YULIAWAN
NIM. 220605210012

Telah diperiksa dan disetujui untuk di uji:
Tanggal 22 Oktober 2025

Pembimbing I,


Dr. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670018 200501 1 001

Pembimbing II


Dr. Ririen Kusumawati, S.Si., M.Kom
NIP. 19720309 200501 2 002

Mengetahui,
Kepala Program Studi Magister Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Prof. Dr. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

**PENILAIAN KINERJA PEGAWAI DENGAN METODE TOPSIS DAN
BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK**

THESIS

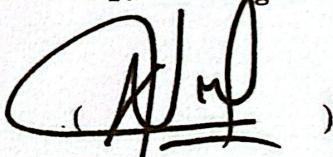
Oleh:
AUDI BAYU YULIAWAN
NIM. 220605210012

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Thesis
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Magister Komputer (M.Kom)

Tanggal 22 Oktober 2025

Susunan Dewan Penguji

Penguji Utama : Dr. Ir. Fresy Nugroho, S.T., M.T.,
I.P.M., ASEAN Eng.
NIP. 19710722 201101 1 001

Tanda Tangan





Ketua Penguji : Dr. Cahyo Crysdiyan, M.Cs
NIP. 19740424 200901 1 008

Sekretaris Penguji : Dr. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670018 200501 1 001

Anggota Penguji : Dr. Ririen Kusumawati, S.Si., M.Kom
NIP. 19720109 200501 2 002

Mengetahui dan Mengesahkan,
Kepala Program Studi Magister Informatika
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Universitas Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Prof. Dr. Ir. Muhammad Faisal, M.T
NIP. 19740510 200501 1 007

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Audi Bayu Yuliawan
NIM : 220605210012
Program Studi : Magister Informatika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Thesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Thesis ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 22 Oktober 2025
Yang membuat pernyataan,



Audi Bayu Yuliawan
NIM. 220605210012

MOTTO

“Jangan pernah takut akan sebuah kesalahan, karena dari sebuah kesalahan itulah kita bisa belajar menjadi lebih baik”

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah rabbil alamin, Thesis ini saya persembahkan untuk :

1. Seluruh Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan semangat.
2. Seluruh Civitas Akademika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan kesempatan untuk menambah ilmu teknologi dan agama.
3. Seluruh Pimpinan dan karyawan Dinas Pekerjaan Umum Penataan Ruang Perumahan dan Kawasan Permukiman yang memberikan dukungan data dan kesempatan belajar.
4. Seluruh Keluarga saya yang memberikan dorongan untuk meningkatkan kemampuan bidang teknologi.
5. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang semua angkatan atas kerjasamanya selama ini.
6. Bapak, ibu, saudara dan rekan-rekan sekalian yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu dalam mendukung Thesis ini hingga bisa diselesaikan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Program Studi Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan Thesis ini dengan baik.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan jazakumullah ahsanal jaza' kepada semua pihak yang telah membantu terselesaiannya Thesis ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. M. Amin Hariyadi, M.T. dan Ibu Dr. Ririen Kusumawati, M.Kom, selaku dosen pembimbing Thesis, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.
2. Segenap civitas akademika Program Studi Magister Informatika, terutama seluruh Bapak / Ibu dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
3. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan do'a dan semangat
4. Semua rekan-rekan seperjuangan yang ikut mendukung dan membantu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Thesis ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga Thesis ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Amiinn Yaa Rabbal Alamin.

Wasalamu'alaikum Wr. Wb

Malang, 22 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
مستخلف البحث	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pernyataan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II STUDI LITERATUR.....	7
2.1 Penilaian Kinerja Pegawai.....	7
2.2 Kerangka Teori	14
2.3 Kerangka Model	16
2.4 TOPSIS.....	18
2.5 Backpropagation Neural Network	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Alur penelitian	22
3.1.1. Tahap Pengumpulan Data.....	22

3.1.2. Desain sistem	23
3.1.3. Eksperimen & Diskusi	32
3.1.4. Eksperimen atau Percobaan	32
3.1.5. Rencana Pengujian	33
BAB IV PERSIAPAN DATA.....	34
4.1 Sumber Data	34
4.2 Preprocessing Data	36
4.3 Seleksi Data	36
4.4 Penilaian Kriteria	37
4.5 Dataset Uji Coba.....	38
BAB V METODE TOPSIS.....	40
5.1 Desain	40
5.2 Skenario TOPSIS.....	42
5.3 Proses TOPSIS	45
BAB VI METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK	47
6.1 Skenario Uji Coba	47
6.2 Hasil Uji Coba	48
6.3 <i>Feedback</i> Hasil	51
BAB VII PEMBAHASAN.....	52
7.1 Komparasi dan Peforma Metode Hybrid (TOPSIS+BPNN) dan Backpropagation Neural Network	52
7.2 Penilaian Kinerja Pegawai dalam Pandangan Islam	58
7.3 Metode TOPSIS dan Backpropagation Neural Network dalam Pandangan Islam.....	60
BAB VIII KESIMPULAN.....	64
8.1 Kesimpulan	64
8.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Model.....	17
Gambar 2.2 Diagram Algoritma <i>Backpropagation</i> Bekerja (sumber:Kumar <i>et al.</i> , 2020)	21
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Desain Sistem.....	23
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Metode TOPSIS (sumber: Febriyati <i>et al.</i> , 2016).....	24
Gambar 3.4 Arsitektur <i>Neural Network</i>	28
Gambar 3.5 Proses Pelatihan Model (Sumber : Hammad, 2024).....	29
Gambar 3.6 Proses Pengujian.....	33
Gambar 4.1 Sasaran Kinerja Pegawai	35
Gambar 4.2 E-Kinerja Pegawai.....	35
Gambar 4.3 Data Absensi dan Pelanggaran Pegawai	36
Gambar 5.1 <i>Flowchart</i> proses TOPSIS (sumber: Febriyati <i>et al.</i> , 2016).....	40
Gambar 5.2 Alur Kerja TOPSIS (sumber: Febriyati <i>et al.</i> , 2016).....	41
Gambar 6.1 Grafik Model.....	50
Gambar 7.1 Komparasi Peforma MSE BPNN dan Hybrid	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Penilaian Kinerja	14
Tabel 3.1 Kriteria.....	23
Tabel 3.2 Daftar Fitur.....	24
Tabel 3.3 Perhitungan Matriks Keputusan.....	25
Tabel 3.4 Matriks Ternormalisasi	26
Tabel 3.5 Matriks Normalisasi Terbobot	26
Tabel 3.6 Matriks Solusi Ideal Positif (A+).....	26
Tabel 3.7 Matriks Solusi Ideal Positif (A-).....	27
Tabel 3.8 Matriks D+ dan D	27
Tabel 3.9 Perangkingan Beserta Alternatif	28
Tabel 4.1 Daftar SDM.....	34
Tabel 4.2 Data Pengembangan Diri Pegawai.....	34
Tabel 4.3 Daftar Kriteria	36
Tabel 4.4 Daftar Fitur.....	36
Tabel 4.5 Kualifikasi	37
Tabel 4.6 Kompetensi.....	37
Tabel 4.7 Kinerja	38
Tabel 4.8 Disiplin	38
Tabel 4.9 Dataset Uji Coba	39
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Metode TOPSIS.....	46
Tabel 6.1 Daftar Percobaan.....	48
Tabel 6.2 Pemodelan data.....	48
Tabel 6.3 Perhitungan MSE	50
Tabel 7.1 Hasil Perbandingan Kategori Kinerja Pegawai.....	53
Tabel 7.2 Komposisi Data.....	55
Tabel 7.3 Perhitungan MSE	55
Tabel 7.4 Komparasi performa metode BPNN dan Hybrid	56

ABSTRAK

Yuliawan, Audi Bayu, 2025, Penilaian Kinerja Pegawai Dengan Metode Topsis dan Backpropagation Neural Network, Program Magister Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Pembimbing: (1) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T (2) Dr. Ririen Kusumawati, M.Kom

Kata Kunci : Penilaian Kinerja, Topsis, Backpropagation Neural Network

Kemajuan transformasi digital pada era Industri 4.0 serta penerapan e-Government telah membawa perubahan besar dalam sistem pengelolaan administrasi publik. Kondisi tersebut menuntut kehadiran sistem penilaian kinerja pegawai yang lebih adaptif, berbasis data, dan berlandaskan objektivitas. Pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan menjadi salah satu pendekatan yang memiliki kemampuan besar untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam proses evaluasi kinerja aparatur sipil negara. Penelitian ini menawarkan model klasifikasi kinerja pegawai menjadi 5 tingkatan, ialah "sangat baik", "baik", "cukup", "buruk", terakhir ialah "sangat buruk", diterapkan ke metode *Backpropagation NN*. Tahapan riset dimulai melalui persiapan data dimana melakukan kurasi indikator penilaian menjadi 4 macam: kualifikasi, kompetensi, kinerja, terakhir disiplin. Untuk meningkatkan efektivitas pada data masukan, diterapkan seleksi fitur berbasis *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), kemudian hasilnya dijadikan input pelatihan pada model Backpropagation Neural Network.

Integrasi kedua pendekatan tersebut memungkinkan evaluasi dilakukan secara lebih terstruktur dan mampu mengurangi unsur subjektivitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model yang dilatih menggunakan data hasil seleksi TOPSIS memiliki performa yang baik dengan nilai loss dan Mean Squared Error (MSE) sebesar 0,000465. Sementara itu, pengujian Backpropagation Neural Network tanpa seleksi fitur menghasilkan nilai loss sebesar 0,026838. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi TOPSIS dan BPNN mampu memberikan klasifikasi kinerja pegawai yang lebih stabil dan dapat diandalkan.

Kontribusi penelitian ini terletak pada *development* sistem evaluasi kinerja pengolahan kecerdasan buatan yang lebih presisi, juga responsif dalam menghadapi dinamika birokrasi modern. Pada tahap selanjutnya, pendekatan ini dapat diterapkan pada sistem manajemen kinerja digital secara real-time untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih cepat, tepat sasaran, serta sejalan dengan upaya mewujudkan reformasi birokrasi berkelanjutan.

ABSTRACT

Yuliawan, Audi Bayu, 2025, Employee Performance Evaluation Using the TOPSIS Method and Backpropagation Neural Network, Master Study in Computer Science, State Islamic University Maulana Malik Ibrahim, Advisors: (1) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T (2) Dr. Ririen Kusumawati, M.Kom

Keywords: Performance Evaluation, Topsis, Backpropagation Neural Network

The rise of Industry 4.0 along with the expansion of e-Government has reshaped public sector governance, generating increasing expectations for employee performance evaluation mechanisms that are data-driven, unbiased, and responsive to organizational change. Artificial intelligence (AI) becomes a key element in this shift by reinforcing transparency and enhancing accountability in measuring civil servant performance.

This study introduces an approach for classifying employee performance into five assessment groups “very good,” “good,” “adequate,” “poor,” and “very poor”—through the application of a Backpropagation Neural Network model. The research process involves several core stages, beginning with data preprocessing, in which evaluation parameters are organized into four principal dimensions: qualification, competence, job performance, and discipline. To guarantee that only essential and effective input variables are used, a feature selection mechanism is executed using TOPSIS, and filtered attributes are then utilized for training the neural network architecture. Through this integration, the evaluation procedure becomes more structured and reduces the influence of subjective interpretation. The network trained with TOPSIS-refined attributes shows strong predictive performance, yielding a low error and MSE: 0.000465. Conversely, testing the Backpropagation Neural Network without feature optimization generates a larger loss of 0.026838. These findings provide clear evidence that the incorporation of TOPSIS with the neural model enhances consistency and reliability when classifying employee performance categories.

In conclusion, this research supports the formation of an AI-supported performance assessment framework that delivers improved precision and adaptability to the evolving requirements of contemporary public management. Future deployment of this method within digital government performance platforms has the potential to enable real-time tracking and analytics, thereby facilitating faster and more accurate decision-making aligned with ongoing bureaucratic reform efforts.

مستخلص البحث

يولياوان، أودي بايو، 2025، تقييم أداء الموظفين باستخدام طريقة تقنية ترتيب التفضيل عن طريق التشابه مع الخل المثالي (TOPSIS) وشبكة الانتشار العكسي، رسالة الماجستير. قسم المعلومات، كلية الدراسات العليا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: د. محمد أمين هريادي، الماجستير؛ المشرف الثاني: د. ريرين كوموسواتي، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: تقييم أداء، تفسيس، شبكة انتشار عكسي.

لقد غيرت التحول الرقمي من خلال تطبيق الصناعة 4.0 والحكومة الإلكترونية نماذج الإدارة العامة، مما يتطلب نظام تقييم أداء الموظفين يكون أكثر تكيفاً وموضوعية ويعتمد على البيانات. في هذا السياق، توفر تقنية الذكاء الاصطناعي إمكانيات كبيرة لتعزيز الشفافية والمساءلة في تقييم أداء موظفي الحكومة. هدفت هذه الرسالة إلى تصنيف أداء الموظفين إلى خمس فئات، وهي: "جيد جداً"، "جيد"، "مقبول"، "سيء"، و"سيء جداً"، باستخدام طريقة شبكة الانتشار العكسي (*Backpropagation Neural Network*). يشمل المدخل المستخدم عدة مراحل رئيسية، بدءاً من عملية معالجة البيانات الأولية التي تقوم بتجميع معايير التقييم في أربعة جوانب: المؤهلات، والكفاءة، والأداء، والانضباط. لتعزيز ملاءمة وكفاءة إدخال البيانات، يتم إجراء اختيار الميزات باستخدام طريقة ترتيب التفضيل بناءً على التشابه مع الخل المثالي، ويتم استخدام النتائج كبيانات تدريب على نموذج شبكة الانتشار العكسي. تسمح هذه الطريقة بإجراء عملية التقييم بشكل أكثر تنظيماً وتقليل الذاتية في التقدير. أظهرت نتائج التدريب أداءً جيداً للنموذج، مع قيمة الخسارة ومتغير مربعات الخطأ (MSE) بقدر 0.000465. في المقابل، سجلت نتائج التجربة باستخدام طريقة شبكة الانتشار العكسي بشكل قيمة الخسارة 0.026838. أثبتت دمج بين طريقة تقنية ترتيب التفضيل عن طريق التشابه مع الخل المثالي وشبكة الانتشار العكسي فعاليتها في تصنيف أداء الموظفين بشكل متسق وموثوق. تساهم هذه النتائج في تطوير نظام تقييم الأداء المستند إلى الذكاء الاصطناعي بشكل أكثر دقة وقدرة على التكيف مع تحديات الإدارة العامة الحديثة. مستقبلاً، من المحمول دمج الطريقتين في نظام إدارة الأداء الرقمي في بيئة الهيئات الحكومية بشكل لحظي، مما يدعم اتخاذ قرارات أسرع وأكثر دقة بهدف تحقيق إصلاح إداري مستدام.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Revolusi Industri Keempat (Industri 4.0) telah tiba, dan pemerintah menyadari perlunya berinovasi untuk menghindari disrupsi. Menurut Sifah *et al.* (2020) pemerintah sekarang berinvestasi dalam strategi inovasi yang agresif dan berbeda yang berfokus pada perubahan, revolusi, dan hasil. Khususnya terkait kebutuhan pembangunan website pada seluruh Pemerintah Daerah Kabupaten maupun Kota menjadi dorongan penyediaan informasi yang lebih cepat serta selalu diperbarui. Pemanfaatan platform berbasis online (web) telah meluas ke berbagai sektor, seperti perbankan, asuransi, bisnis, manufaktur, pendidikan, dan pemerintahan. Almais *et al.* (2022) menjelaskan bahwa sejak era digital, pemerintah telah mencari cara untuk meningkatkan kualitas hidup warganya dengan meningkatkan infrastruktur teknologi dan memanfaatkan manfaat yang berasal dari teknologi tersebut. Motif modernisasi teknologi adalah untuk dapat menyederhanakan proses yang kompleks sambil memungkinkan inovasi. Pemerintah sekarang mencoba memahami bagaimana konsep dan teknologi baru seperti *smart governance*.

Menurut Iftiyani *et al.* (2019) konsep *smart governance* baru-baru ini mendapat perhatian karena potensinya untuk menciptakan kota dengan sistem cerdas yang mampu merasakan dan bertindak secara mandiri. Iftiyani juga mendefinisikan *smart governance* sebagai kota yang berfungsi baik dalam domain enam aspek: individu cerdas, ekonomi maju, hidup cerdas, mobilitas pintar, lingkungan berkelanjutan, serta tata kelola cerdas. Tidak hanya itu *smart governance* juga harus

mampu merangkul semua pihak yang terlibat dalam partisipasi politik, fungsi pemerintahan daerah dan pelayanan bagi anggotanya (warga). Tujuan akhir dari pengembangan *smart governance* adalah untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat luas dengan memanfaatkan teknologi modern yang ada. Penelitian *smart governance* adalah bagian dari bidang penelitian pemerintah daerah elektronik. Secara prinsip, pengembangan sistem berbasis teknologi ini juga selaras dengan nilai Islam yang mengajak manusia terus memperbaiki dan meningkatkan amalnya, terutama berkaitan dengan kualitas layanan publik. Allah SWT berfirman:

إِنَّ اللَّهَ يَأْمُرُكُمْ أَنْ تُؤْدُوا الْأَمْانَتَ إِلَىٰ أَهْلِهَاٰ وَإِذَا حَكَمْتُمْ بَيْنَ النَّاسِ أَنْ تَحْكُمُوا بِالْعُدْلِ إِنَّ اللَّهَ نِعَمًاٰ
يَعْطُكُمْ بِهِ إِنَّ اللَّهَ كَانَ سَمِيعًاٰ بَصِيرًاٰ

“Sesungguhnya Allah menyuruh kamu menyampaikan amanah kepada pemiliknya. Apabila kamu menetapkan hukum di antara manusia, hendaklah kamu tetapkan secara adil. Sesungguhnya Allah memberi pengajaran yang paling baik kepadamu. Sesungguhnya Allah Maha Mendengar lagi Maha Melihat.” (QS. An-Nisa: 58)

Ayat ini menegaskan pentingnya amanah dan keadilan dalam menjalankan tugas, termasuk dalam tata kelola pemerintahan dan evaluasi terhadap kinerja aparatur negara. Dalam konteks modern, penerapan sistem yang transparan, adil, dan akuntabel sangat penting guna mendukung efisiensi serta mencegah penilaian yang bias.

Menurut Scholl *et al.* (2016) Sebagai salah satu komponen *smart governance*, yaitu *smart governance* bertujuan untuk menerapkan kebijakan yang adil dan transparan yang memadai, diarahkan untuk meningkatkan taraf hidup warganya. Fokus utamanya adalah memastikan pertumbuhan ekonomi yang kreatif, inovatif, memiliki kualitas hidup yang prima dan harus berwawasan lingkungan, aman dan tenteram secara sosial.

Namun seiring berjalannya sisi-sisi yang mulai dipermudah dengan digitalisasi dan sistem dari program *smart governance*, Iftiyani *et al.*, (2019) mengemukakan bahwa kinerja pejabat pemerintah yang bekerja di lingkungan *smart governance* perlu dievaluasi untuk menghargai kinerja yang sangat baik atau memperbaiki kinerja yang buruk. Secara umum, implementasi proyek *smart governance* merupakan proses transformasi yang membutuhkan kebijakan disertai dengan tujuan, dikelola oleh kepemimpinan manajemen aktif yang menggunakan teknologi canggih untuk meningkatkan efisiensinya. Dengan pemikiran yang sama, penulis mempersempitnya menjadi skenario organisasi di mana proses, seperti yang disebutkan sebelumnya, diimplementasikan. Karena pegawai pegawai merupakan aset utama organisasi. Evaluasi kinerja bertujuan tidak hanya untuk mengidentifikasi kekurangan, tetapi juga untuk mendorong pemberian penghargaan atas kerja keras dan dedikasi yang tinggi. Penilaian yang dilakukan secara adil dan objektif adalah amanah yang harus dijalankan secara profesional, sebagaimana pesan dalam firman Allah:

وَقُلْ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلُكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ إِلَى عِلْمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَزِّلُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ

“Dan katakanlah, kepada mereka yang bertobat, “Bekerjalah kamu, dengan berbagai pekerjaan yang mendatangkan manfaat, maka Allah akan melihat pekerjaanmu, yakni memberi penghargaan atas pekerjaanmu, begitu juga Rasul-Nya dan orang-orang mukmin juga akan menyaksikan dan menilai pekerjaanmu, dan kamu akan dikembalikan, yakni meninggal dunia dan pada hari kebangkitan semua makhluk akan kembali kepada Allah Yang Mengetahui yang gaib dan yang nyata, lalu diberitakanNya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan di dunia, baik yang kamu tampakkan atau yang kamu sembunyikan.” (QS. At-Taubah: 105)

Ayat ini mengandung motivasi untuk bekerja secara sungguh-sungguh karena semua amal perbuatan manusia akan dinilai dan diperhatikan, tidak hanya oleh sesama manusia, tetapi juga oleh Allah SWT.

Awadh *et al.* (2013) menjelaskan bahwa meskipun pada awal penjelasan tadi sudah tergambar bagaimana kondisi sekarang dengan adanya revolusi industri 4.0 dan konsep *smart governance* nyatanya evaluasi kinerja pegawai di sebagian besar organisasi masih bersifat manual. Sistem penilaian pegawai secara manual sangat rentan terhadap prasangka manusia karena seorang pimpinan dapat menilai kinerja pegawai secara bias. Hal ini dapat terjadi karena sifat manusia atau jika seorang pimpinan menerima pelatihan yang tidak memadai untuk menghasilkan umpan balik yang tidak bias. Seorang pimpinan umumnya berkonsentrasi secara eksklusif pada hasil pegawai terbaru, sementara kinerja yang buruk diabaikan di bagian awal periode penilaian. Selain itu, sulit bagi seorang pimpinan yang dipromosikan untuk menilai mereka yang pernah menjadi pegawainya. Selain itu, menurut Kaur *et al.* (2017) evaluasi kinerja memiliki prioritas yang sangat kecil dari para pimpinan, karena merupakan tugas yang memakan waktu.

Semua variabel ini menyebabkan penilaian kinerja yang bias yang menghasilkan ketidakpuasan di antara pegawai yang menerima umpan balik yang bias. Akibatnya, integritas skema penilaian kinerja secara sengaja atau tidak sengaja terhapus. Oleh karena itu, bias manusia harus dihilangkan selama penilaian kinerja, dan salah satu opsinya adalah beralih ke skema penilaian kinerja otomatis. Namun, skema penilaian pegawai otomatis masih menghadapi tantangan kepercayaan dan akuntabilitas yang serupa. Karenanya kebutuhan akan teknologi yang memastikan kepercayaan, transparansi, dan, pada akhir penilaian kinerja, menawarkan staf dengan pengalaman yang bermanfaat. Di sinilah TOPSIS dan *backpropagation neural network* masuk.

Almais *et al.* (2022) menyebut bahwa penggunaan teknik *scraping* dan *backpropagation neural network* berpotensi meningkatkan kecerdasan proses penilaian *Self-Assessment Questionnaire* (SAQ) pada Pemprov Jatim dibandingkan pendekatan penilaian yang diterapkan saat ini. Akan tetapi, sebagian besar kajian di bidang ini masih terbatas pada pelaporan hasil akhir penilaian, serta cenderung hanya menyoroti capaian tertentu dalam diri pegawai. Oleh sebab itu, penelitian ini mengajukan sistem yang mampu mengolah data pegawai dan hasil kinerja sebagai komponen evaluasi kinerja pegawai, untuk menentukan indeks prestasi yang dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi pimpinan dalam pemberian penghargaan atau insentif bagi pegawai berprestasi, serta perbaikan bagi pegawai yang kinerjanya masih kurang optimal objektif adil transparan konsisten terukur akuntabel sistematis komprehensif tepat cepat efektif.

1.2 Pernyataan Masalah

Bagaimana performa metode TOPSIS dan *backpropagation neural network* pada sistem pengolahan data pegawai dan hasil kerja pegawai sebagai komponen untuk menentukan indeks prestasi pegawai?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengidentifikasi kinerja metode TOPSIS beserta *backpropagation neural network* yang digunakan pada sistem pemrosesan data pegawai maupun capaian kerja pegawai sebagai landasan dalam penetapan indeks prestasi pegawai.

1.4 Batasan Masalah

Memanfaatkan data pegawai serta kinerja pegawai Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang, Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Malang Provinsi Jawa Timur pada lingkup tahun 2022.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Membantu pimpinan suatu instansi untuk optimasi performa pegawai pada instansi tersebut, sehingga performa instansi dapat meningkat.
2. Membantu pimpinan suatu instansi untuk pemberian penghargaan atau insentif bagi pegawai dengan kinerja terbaik dan optimasi atau perbaikan pada pegawai dengan kinerja kurang baik

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1 Penilaian Kinerja Pegawai

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al.* (2016) yang menjelaskan bahwa dalam studinya ini, mereka mengembangkan sistem klasifikasi kesejahteraan pegawai nasional indonesia (PNS) menggunakan TOPSIS dan *K-Nearest Neighbors* (KNN) untuk mengoptimalkan kesejahteraan PNS. Model ini juga menggunakan *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) dan algoritma *K-Nearest Neighbors* (K-NN) dengan pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif di tiga organisasi pemerintahan, yaitu Badan Kepegawaian Negara (BKN), Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi (KemenPANRB) dan Lembaga Administrasi Negara (LAN). Hasilnya, teridentifikasi lima belas kriteria kesejahteraan PNS, yaitu jabatan fungsional saat ini, status perkawinan, jabatan struktural saat ini, tunjangan kesehatan, tunjangan fungsional, lokasi jabatan, nilai kredit, prestasi kerja, tunjangan jabatan, penghargaan, tunjangan struktural, tunjangan saat ini, umur, jumlah anak, tahun bekerja, dan bulan bekerja. Hal ini juga berhasil mengklasifikasikan status kesejahteraan PNS dengan menggunakan K-NN dengan akurasi prediksi 80,87%. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmati *et al.* (2017) menjelaskan bahwa penelitiannya berfokus pada evaluasi kinerja pegawai dalam organisasi merupakan salah satu tantangan utama manajemen yang mendapat perhatian besar dari para peneliti dan manajer. Masalah utama dari metode evaluasi kinerja saat ini adalah dampak dari emosi individu dan penilaian pegawai terhadap

proses evaluasi, yang mengurangi hasil evaluasi yang bias. Untuk mengatasi masalah ini, dalam makalah ini disajikan metode baru berbasis *fuzzy AHP* dan *fuzzy TOPSIS* untuk evaluasi kinerja pegawai. Pertama, bobot kriteria evaluasi dihitung dengan menggunakan metode *fuzzy AHP*. Selanjutnya kinerja masing-masing pegawai dinilai dengan bobot kriteria menggunakan metode *fuzzy TOPSIS*. Metode yang diusulkan telah diuji pada pegawai grup industri entekhab. Hasil menunjukkan bahwa metode yang diusulkan lebih efektif daripada metode evaluasi lainnya dalam evaluasi kinerja pegawai.

Yang *et al.* (2018) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa *machine learning* juga dapat di implementasikan terhadap penilaian kinerja pegawai. Sebagai contoh, dalam rangka mengelola SDM rumah sakit dengan lebih baik, penelitian kali ini membahas tentang analisis penilaian staf rumah sakit secara *machine learning*. Model *decision tree* digunakan untuk menganalisis penilaian kinerja staf rumah sakit untuk mengeksplorasi beberapa faktor penting yang mempengaruhi kinerja. Hasil yang diperoleh berupa komposisi kunci dari pegawai berkinerja tinggi dan merangkum hubungan antara kinerja dan atribut pekerjaan pegawai, untuk meningkatkan efektivitas rumah sakit. Dalam penelitian ini memiliki performa akurasi sebesar 79,8 %. Dengan cara ini, penerapan *decision tree* akan membuat manajemen sumber daya manusia akan lebih lancar dan lebih efisien.

Khairina *et al.* (2018) berpendapat bahwa permasalahan yang dihadapi dalam penilaian kinerja guru masih belum dilakukan secara komputasional oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang dapat membantu sekolah dalam menilai kinerja guru. Sistem pendukung keputusan adalah sistem terkomputerisasi yang mampu

mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi terstruktur yang spesifik dan tidak terstruktur. Metode yang digunakan adalah *Technique for Other Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) sebagai salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria dengan prinsip alternatif yang dipilih harus memiliki jarak terdekat dari solusi ideal ideal dan terjauh dari ideal negatif. Metode TOPSIS dalam sistem ini digunakan sebagai perhitungan setiap nilai guru dan menghasilkan output berupa rekomendasi guru dengan kinerja terbaik.

Persoalan pegawai tidak hanya ditemui dalam pegawai yang sudah terikat dalam sebuah instansi pekerjaan saja namun untuk *fresh graduate* juga memiliki kendala dalam menentukan karir yang akan mereka tempuh kedepannya setelah lulus dari perguruan tinggi. Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Zhou *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa bagi seorang lulusan untuk menemukan pekerjaan yang tepat. Berbeda dengan mereka yang memiliki riwayat pekerjaan, lulusan umumnya kurang pengalaman kerja dan dukungan dari jejaring sosial, sehingga mereka harus menghadapi ratusan rekrutmen perusahaan. *Personalized Preference Collaborative Filtering Recommendation Algorithm* (P2CF), yang tidak hanya dapat merekomendasikan pekerjaan untuk lulusan melalui catatan kampus yang besar, tetapi juga mengidentifikasi preferensi pribadi lulusan untuk pekerjaan. Lulusan pertama-tama dikelompokkan ke dalam kelompok yang berbeda sesuai dengan prestasi akademik dan kondisi ekonomi keluarga mereka. Kemudian metode *Bayesian Personalized Ranking* (BPR) diperkenalkan untuk menghitung skor kelompok lulusan untuk pekerjaan. Akhirnya skor dan preferensi pribadi lulusan digabungkan untuk merekomendasikan beberapa pekerjaan potensial.

Namun, dalam penelitian ini sistem hanya mencapai hit ratio sebesar 44,37% yang merupakan hasil yang cukup rendah.

Pada penelitian lainnya Tanya *et al.* (2020) mengungkapkan bahwa saat ini kerangka rekomendasi digunakan untuk menangani masalah banyaknya informasi di setiap domain dan memungkinkan klien untuk berkonsentrasi pada informasi yang penting bagi bidang minat mereka. Salah satu domain di mana sistem pemberi rekomendasi tersebut dapat memainkan peran penting untuk membantu lulusan perguruan tinggi memenuhi impian mereka dengan merekomendasikan pekerjaan berdasarkan minat dan keahlian mereka. Performa dari penelitian ini memiliki akurasi 0,25 %. Selanjutnya, usulan implementasi sistem rekomendasi karir menggunakan pembelajaran mesin telah diteliti untuk mengidentifikasi bagaimana sistem rekomendasi memperkenalkan fitur keamanan, keandalan dan transparansi dalam proses rekomendasi karir. Selain itu, kemungkinan untuk perbaikan dalam sistem ini telah dieksplorasi, untuk merancang sistem rekomendasi karir menggunakan pendekatan penyaringan berbasis konten.

Kafabih *et al.* (2020) dalam penelitiannya membahas sumber daya manusia (SDM) merupakan salah satu faktor kelangsungan hidup suatu perusahaan, salah satu aspek penentu keberhasilan kerja suatu perusahaan adalah pengelolaan SDM. Untuk meningkatkan kinerja SDM sesuai dengan kebutuhan atau keinginan kriteria yang telah ditetapkan perusahaan, maka perusahaan memberikan bonus seperti kenaikan gaji atau *reward*, namun perusahaan kesulitan dalam melakukan pemilihan terhadap nilai pegawai karena keragaman yang masih terdapat unsur subyektif. dalam memberikan peningkatan nilai. Selain itu perusahaan kesulitan dalam menentukan pegawai terbaik sesuai dengan keinginan perusahaan karena

kesamaan nilai pegawai yang memiliki nilai akhir tertinggi. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem pendukung keputusan untuk menentukan bobot kriteria terpenting yang diinginkan oleh perusahaan. Penelitian ini membahas tentang sistem pendukung keputusan mengenai penilaian kinerja pegawai untuk kenaikan gaji tahunan dan pegawai terbaik menggunakan metode *fuzzy-TOPSIS* untuk pengolahan data dan perangkingan data nilai pegawai. Hasil penelitian ini jumlah pegawai 21 mendapat nilai tertinggi yaitu 0,656. dan uji model atau sistem UTAUT menghasilkan nilai *T-Statistics* pada *Effort Expectancy* (EE) sebesar 1,316 (*p-values* 0,189).

Selanjutnya, ada penelitian yang dilakukan oleh Aritra *et al.* (2020) yang menjelaskan bahwa perkembangan teknologi baru pada tingkat yang belum pernah terjadi sebelumnya dengan cepat mengubah lanskap pasar tenaga kerja. Bagi pekerja yang ingin membangun karir yang sukses, memperoleh keterampilan baru yang dibutuhkan oleh pekerjaan baru melalui pembelajaran seumur hidup sangat penting. model ruang keadaan *nonlinier* monoton yang baru dan dapat ditafsirkan untuk menganalisis profil profesional pengguna *online* dan memberikan umpan balik dan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti kepada pengguna tentang bagaimana mereka dapat mencapai tujuan karir mereka. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model sistem mencapai kinerja prediktif yang sangat baik pada tugas-tugas perusahaan, jabatan, dan prediksi keterampilan. Selain itu, sistem ini menggunakan serangkaian studi kasus untuk menunjukkan bahwa model sistem dapat ditafsirkan dan dapat digunakan untuk memberikan umpan balik yang dapat ditindaklanjuti kepada pengguna tentang keterampilan yang mereka butuhkan

untuk memperoleh dan rekomendasi tentang jalur karier yang layak yang dapat mereka ambil untuk mencapai tujuan karier yang diinginkan.

Studi yang dilakukan Emmanuel *et al.* (2020) menguraikan bahwa implementasi *Smart Governance* berperan sebagai elemen krusial dalam pengembangan *Smart Cities* dapat berperan dalam pengambilan keputusan yang lebih cerdas, keterbukaan, dan partisipasi kolaboratif dari semua entitas yang terlibat serta membantu meminimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi konsumsi, dan menghemat biaya. Namun, pekerja pemerintah kurang percaya pada sistem ini karena kebanyakan sistem terpusat yang rentan terhadap satu titik masalah kegagalan dan juga data yang dimasukkan ke dalam sistem ini dapat dirusak oleh atasan atau majikan untuk mendukung pekerja individu. Dengan masalah-masalah ini, diperlukan sistem desentralisasi yang dapat memastikan kepercayaan, ketahanan terhadap gangguan, akuntabilitas, keandalan, transparansi, dan keamanan. Sistem evaluasi pegawai terdesentralisasi berdasarkan *blockchain* dengan model 3-rantai, yaitu; *ID-Chain*, *Behavior Chain* dan *Credit Chain* menyatu untuk membuat satu rantai terpadu. Di sini, Sistem ini juga menggunakan pendekatan evaluasi pegawai berbasis permainan otomatis. Sistem ini didasarkan pada *Hyperledger Fabric* sebagai *platform blockchain* dan mekanisme operasi. Dengan sistem otomatis, sistem ini dapat membuat keputusan yang efektif mengenai kinerja pegawai. Sistem ini juga mencapai kepercayaan, transparansi, keamanan, dan akuntabilitas di antara pekerja pemerintah di bawah lingkungan *Smart city Governing Environment*.

Berikutnya, merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Almais *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan *scraping* dan *Backpropagation Neural*

Network mampu menjadikan penilaian *Self-Assessment Questionnaire* (SAQ) pemerintah daerah provinsi Jawa Timur lebih cerdas apabila dibandingkan dengan model assessment yang telah tersedia. Akan tetapi, masih terbatas pada ruang lingkup hasil berupa laporan, serta biasanya terfokus pada bentuk pencapaian tertentu pada pegawai tersebut. Dari hasil tersebut kemudian data uji akan diproses menggunakan 4 model data yang berbeda-beda berdasarkan jumlah iterasi dan hidden layer untuk memperoleh akurasi terbaik. Pada model data A memakai iterasi 1000 dan 5 hidden layer menghasilkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) 0,0117, *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) 39,36% serta akurasi 60,64%. Model data B memakai iterasi 1000 dan 7 hidden layer menghasilkan nilai MSE 0,0087, MAPE 29,49% serta akurasi 70,50%. Model data C memakai iterasi 2000 dan 9 hidden layer menghasilkan nilai MSE 0,0064, MAPE 24,46% serta akurasi 75,53%. Model data D memakai iterasi 4000 dan 9 hidden layer menghasilkan nilai MSE 0,0036, MAPE 18,71% serta akurasi 81,28%. Selanjutnya, berupa hasil prosentasi tugas yang diselesaikan dalam satu tahun, target yang tercapai, serta faktor-faktor yang berfokus pada hasil dalam bentuk angka. Pada penelitian ini, penulis menawarkan sebuah sistem untuk mengolah data pegawai dan hasil kerja pegawai sebagai komponen bagi penilaian kinerja seorang pegawai serta menentukan indeks prestasi pegawai tersebut yang dapat dijadikan sebagai rekomendasi kepada pimpinan suatu instansi untuk apresiasi pegawai berupa pemberian penghargaan atau insentif bagi pegawai berkinerja terbaik, juga optimasi atau perbaikan pada pegawai dengan kinerja kurang baik.

2.2 Kerangka Teori

Penilaian kinerja pegawai merupakan suatu proses sistematis dalam mengevaluasi efektivitas dan efisiensi pegawai dalam menjalankan tugas dan tanggung jawabnya. Evaluasi ini umumnya mencakup aspek kuantitatif maupun kualitatif yang disesuaikan dengan indikator keberhasilan kerja. Menurut Rahmati *et al.* (2017) penilaian kinerja yang tidak tepat dapat menimbulkan bias dan mengganggu proses pengambilan keputusan strategis organisasi. Dalam konteks pemerintahan, evaluasi kinerja menjadi semakin krusial seiring dengan perkembangan konsep digital governance. Pemerintah daerah dituntut untuk menerapkan prinsip transparansi, efisiensi, dan akuntabilitas (Emmanuel *et al.*, 2020). Oleh karena itu, diperlukan sistem evaluasi yang objektif dan terukur sebagai dasar pemberian apresiasi maupun intervensi. Tabel 2.1. Penelitian mengenai Penilaian Kinerja:

Tabel 2.1 Penelitian Penilaian Kinerja

Data (digunakan)	Metode pada studi literatur	Objectives (tujuan)	Akurasi
Data kesejahteraan / atribut PNS	<i>TOPSIS & KNN</i>	Mengklasifikasi tingkat kesejahteraan PNS dan membandingkan hasil TOPSIS + KNN.	80,87%
Data kriteria penilaian kinerja pegawai	<i>Fuzzy AHP dan fuzzy TOPSIS</i>	Mengusulkan metode hybrid fuzzy AHP + fuzzy TOPSIS untuk evaluasi kinerja pegawai yang mengurangi bias subjektif.	-
Data appraisal staff	<i>decision tree</i>	Menganalisis faktor utama yang memengaruhi penilaian kinerja staf rumah sakit	79,8 %
Data karyawan	<i>TOPSIS</i>	Menentukan kenaikan gaji tahunan dan pemberian reward terbaik	-
Data kinerja/penilaian	<i>NN Backpropagation</i>	Membangun sistem penilaian pintar untuk memperkirakan skor/penilaian secara otomatis.	81,28%

Dari tabel 2.1 telah banyak dilakukan penelitian mengenai penilaian kinerja yang masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri-sendiri. Sebagai contoh, dalam sebuah penelitian membahas tentang analisis penilaian staf rumah sakit secara data mining hasil yang diperoleh berupa komposisi kunci dari

pegawai berkinerja tinggi dan merangkum hubungan antara kinerja dan atribut pekerjaan pegawai, untuk meningkatkan efektivitas rumah sakit. Namun dalam penelitian ini memiliki performa akurasi relatif rendah sebesar 79,8 %.

Selanjutnya TOPSIS adalah metode pengambilan keputusan multikriteria yang bertujuan memilih alternatif terbaik berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal positif dan jaraknya dari solusi ideal negatif. Dalam penelitian sebelumnya Sari *et al.* (2016) dan Khairina *et al.* (2018) metode ini terbukti efisien dalam mengolah data evaluasi yang bersifat kompleks dan multivariat. Keunggulan TOPSIS terletak pada kemampuannya menyederhanakan proses perhitungan dan memberikan peringkat yang dapat diinterpretasikan secara logis dengan akurasi 80,87% namun belum menyentuh aspek prediksi *non-linear* dan belum ada integrasi sistem prediktif. Jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network/ANN*) meniru cara kerja otak manusia dalam mengenali pola dan membuat prediksi. *Backpropagation Neural Network* merupakan salah satu varian *Artificial Neural Network* yang menggunakan metode pelatihan berbasis error correction dengan proses iteratif. Dalam penelitian Almias *et al.* (2021) *Backpropagation Neural Network* menerapkan iterasi 4000 serta 9 hidden layer secara efektif untuk memperoleh prediksi indeks kinerja berdasarkan data historis dengan akurasi tinggi sebesar 81,28% dan memperoleh nilai MSE 0,0036 maupun MAPE 18,71%. khususnya ketika data memiliki banyak variabel yang saling memengaruhi secara non-linear. Oleh karena itu dalam Integrasi antara TOPSIS dan *Backpropagation Neural Network* memungkinkan penggunaan keunggulan kedua metode secara bersamaan. TOPSIS digunakan untuk menilai dan memberi peringkat alternatif berdasarkan bobot dan nilai kriteria, sedangkan *Backpropagation Neural Network*

digunakan untuk mengidentifikasi pola dan memprediksi skor kinerja pegawai berdasarkan hasil yang sudah ada. Kombinasi ini berfungsi untuk meningkatkan akurasi evaluasi dan mengurangi bias yang muncul dalam penilaian manual.

2.3. Kerangka Model

Kerangka model penelitian ini mengintegrasikan dua pendekatan utama TOPSIS dan *Backpropagation Neural Network* untuk menghasilkan penilaian dan prediksi Indeks Prestasi Pegawai secara lebih menyeluruh. Proses pemodelan dimulai dari tahapan pengumpulan data kinerja pegawai, yang mencakup informasi terkait indikator-indikator penilaian seperti kualitas kerja, produktivitas, kedisiplinan, kehadiran, serta indikator lain sesuai regulasi atau standar organisasi. Data tersebut kemudian diproses menjadi masukan terstruktur untuk dua jalur analisis yang saling melengkapi.

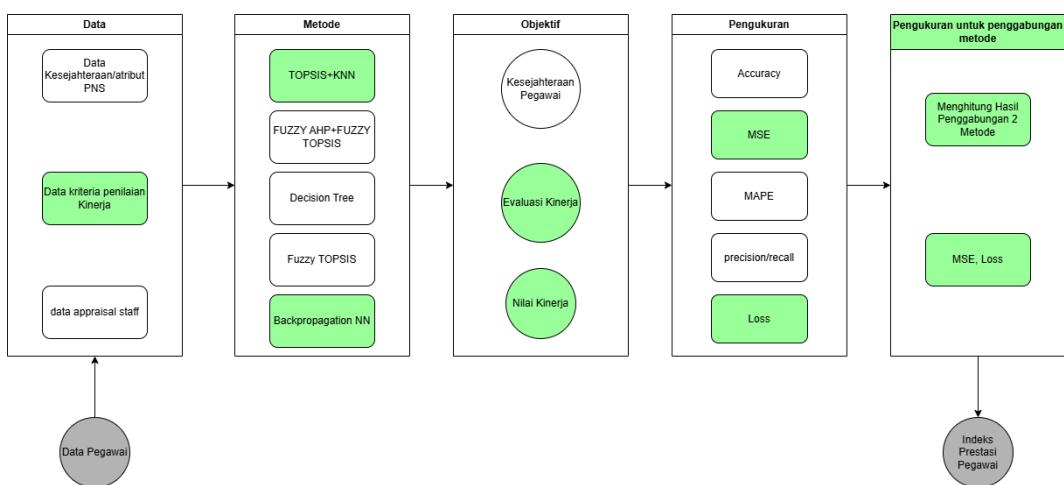
Pada jalur pertama, data kinerja diolah menggunakan metode TOPSIS untuk menghasilkan skor evaluatif dan pemeringkatan pegawai berdasarkan kedekatan nilai kinerja dengan kondisi ideal. Tahap ini mencakup normalisasi data, pemberian bobot, perhitungan solusi ideal positif dan negatif, serta penentuan nilai preferensi. Hasil pemeringkatan dari TOPSIS berfungsi sebagai representasi objektif dari penilaian berbasis kriteria.

Pada jalur kedua, data kinerja yang sama digunakan untuk melatih *Backpropagation Neural Network*. Jaringan saraf menerima variabel kinerja sebagai input dan menghasilkan nilai prediksi berupa Indeks Prestasi Pegawai. Proses pelatihan mencakup inisialisasi bobot, propagasi maju, perhitungan error, dan penyesuaian bobot secara iteratif untuk meminimalkan nilai MSE. Dengan

demikian, BPNN mempelajari pola kuantitatif dan hubungan non-linear di dalam dataset penilaian.

Tahap integrasi dilakukan dengan menggabungkan hasil pemeringkatan dari TOPSIS dan kemampuan prediktif *Backpropagation Neural Network*. TOPSIS memberikan landasan evaluasi yang sistematis, sedangkan *Backpropagation Neural Network* menyediakan model prediksi berbasis pola historis. Kombinasi keduanya menghasilkan model *hybrid* yang mampu menilai sekaligus memprediksi performa pegawai secara lebih akurat.

Model *hybrid* ini kemudian dievaluasi menggunakan *Mean Squared Error* (MSE) untuk menilai tingkat kedekatan hasil prediksi dengan nilai aktual. MSE dipilih karena sensitif terhadap deviasi besar sehingga dapat mengukur kualitas prediksi secara lebih ketat. Secara keseluruhan, kerangka model ini memadukan pendekatan pengambilan keputusan multikriteria dan pembelajaran mesin dalam satu alur yang terstruktur. Integrasi tersebut diharapkan mampu memperkuat objektivitas, meningkatkan ketepatan prediksi, dan menyediakan alat bantu evaluasi yang mendukung proses manajerial dalam penilaian kinerja pegawai.



Gambar 2.1 Kerangka Model

2.4 TOPSIS

Metode TOPSIS telah dimanfaatkan dalam beragam sektor, Meliputi pengembangan robotika, analisis kepuasan pelanggan, komparasi performa korporasi, penentuan investasi finansial strategis, serta pemilihan platform sistem operasi. Menurut Yu *et al.* (2021), Pendekatan ini melibatkan solusi ideal dan solusi tidak ideal, bersifat menyeluruh serta mudah dihitung. Selain itu, kerangka tersebut mudah dimaknai dan telah digunakan pada berbagai konteks praktis. Karena alasan itu, TOPSIS menjadi perhatian utama para peneliti sejak awal milenium. Tahapan penyelesaian kasus menggunakan metode TOPSIS dijelaskan dalam studi (Febriyati *et al.*, 2016):

1. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi dengan menggunakan persamaan 2.1:

$$D = (x_{ij})_{m \times n} \quad (2.1)$$

Untuk $i=1,2,\dots,m$; nilai m menunjukkan total alternatif yang dievaluasi, sedangkan x_{ij} menggambarkan skor kesesuaian alternatif ke- i pada kriteria ke- j .

2. Menyusun matriks keputusan D melalui persamaan 2.2 sebagai tahapan awal:

$$R = (r_{ij})_{m \times n} = \left(\frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \right)_{m \times n} \quad (2.2)$$

r_{ij} : elemen matriks Keputusan ternormalisasi R

x_{ij} : elemen matriks keputusan X

i: alternatif ke 1,2,...,i

j: kriteria ke 1,2,...,j

3. Membangun matriks keputusan ternormalisasi berbobot V dengan menggunakan persamaan 2.3:

$$V = \left(v_{ij} \right)_{m \times n} = \left(w_j r_{ij} \right)_{m \times n} \quad (2.3)$$

Pada dasarnya, w_j berfungsi sebagai eksponen positif bagi atribut manfaat dan eksponen negatif bagi atribut biaya (*cost*). Nilai w_j mengindikasikan bobot yang diasosiasikan dengan kriteria j.

4. Prosedur ini menetapkan *positive ideal solution* dan *negative ideal solution* melalui penerapan persamaan 2.4 dan 2.5:

$$v_j^+ = \left\{ \left(\max v_{ij} \mid i \in J_b \right), \left(\max v_{ij} \mid j \in J_c \right) \mid i \in [1..m] \right\} \quad (2.4)$$

$$v_j^- = \left\{ \left(\min v_{ij} \mid i \in J_b \right), \left(\min v_{ij} \mid j \in J_c \right) \mid i \in [1..m] \right\} \quad (2.5)$$

dimana v_i^+ merupakan hasil pencarian nilai maksimal matriks normalisasi terbobot (i max) pada setiap kriteria.

Sedangkan v_i^- merupakan hasil pencarian nilai minimal matriks normalisasi terbobot (i min) pada setiap kriteria

5. Mengestimasi nilai pemisahan (s_i^+ dan s_i^-) dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.6 dan 2.7 sebagai dasar perhitungannya:

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(v_{ij} - v_j^+ \right)^2} \quad \forall i \in [1..m] \quad (2.6)$$

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(v_{ij} - v_j^- \right)^2} \quad \forall i \in [1..m] \quad (2.7)$$

S_i^+ : jarak alternatif ke- i terhadap solusi ideal positif

S_i^- : jarak alternatif ke- i terhadap solusi ideal negatif

6. Menentukan koefisien kedekatan (CC i) memakai persamaan 2.8:

$$CC_i = \frac{s_i^-}{(s_i^+ + s_i^-)} \forall i \in [1..m] \quad (2.8)$$

CC i : nilai preferensi untuk setiap alternatif ke- i , kemudian alternatif disusun dari nilai CC i tertinggi hingga nilai CC i terendah. Alternatif dengan nilai CC i tertinggi menjadi solusi paling optimal.

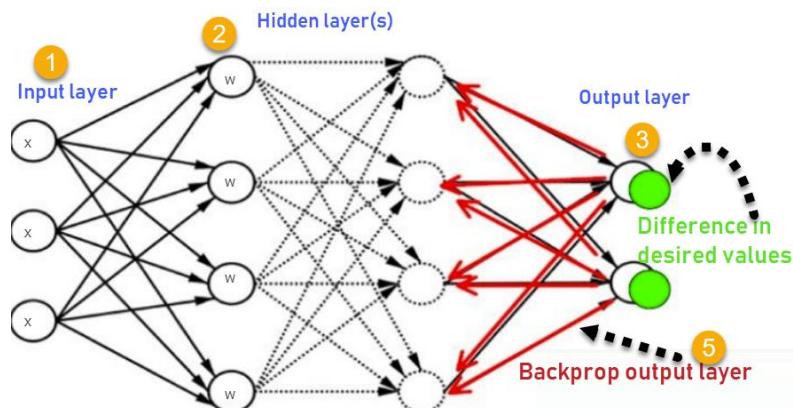
2.5 Backpropagation Neural Network

Neural network merupakan sekumpulan unit I/O yang saling terhubung dimana setiap koneksi memiliki bobot yang berkaitan dengan program komputernya. Model ini membantu dalam membangun prediksi berbasis *database* besar. Sistem ini dibuat menyerupai saraf manusia. Model tersebut memungkinkan proses pengenalan gambar, pembelajaran manusia, ucapan komputer, dan sebagainya.

Backpropagation menjadi inti dalam proses pelatihan *neural network*. Metode ini melakukan penyetelan halus bobot *neural network* sesuai tingkat kesalahan yang diperoleh pada langkah sebelumnya (yakni, iterasi). Penyesuaian bobot yang optimal memberi kemampuan mengurangi kesalahan serta menjadikan model lebih andal dengan peningkatan generalisasi.

Backpropagation pada neural network merupakan singkatan dari “*backward propagation of errors*.” Metode ini menjadi teknik standar pelatihan jaringan saraf tiruan. Pendekatan tersebut membantu dalam menghitung gradien fungsi kerugian terhadap seluruh bobot yang terdapat dalam jaringan.

Algoritma *backpropagation* pada *neural network* menghitung gradien fungsi *loss* untuk setiap bobot melalui aturan rantai. Algoritma ini menghitung secara efisien satu lapisan dalam satu waktu, berbeda dengan perhitungan langsung aslinya. Pendekatan ini menghitung gradien, tetapi tidak menjelaskan bagaimana gradien dimanfaatkan. Cara ini menggeneralisasikan perhitungan menggunakan aturan delta.



Gambar 2.2 Diagram Algoritma *Backpropagation* Bekerja
(sumber: Kumar et al., 2020)

- *Input x*, masuk melalui jalur yang sebelumnya telah tersambung
- *Input* dimodelkan memakai bobot nyata W . Bobot umumnya ditentukan secara acak.
- Menghitung keluaran untuk setiap *neuron* mulai dari lapisan *input*, ke lapisan tersembunyi, hingga lapisan *output*.
- Menghitung *error* pada hasil keluaran

$$Error_B = Actual\ Output - Desired\ Output \quad (2.9)$$

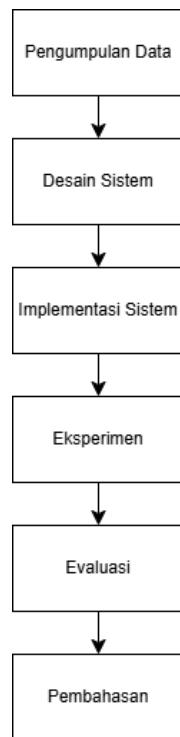
- Proses kembali dari lapisan *output* menuju lapisan tersembunyi untuk penyesuaian bobot agar kesalahan menurun.
- Mengulangi prosedurnya secara terus menerus hingga hasil yang diharapkan diperoleh.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa tahap, tahap-tahap yang dijalankan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.1 Alur Penelitian:



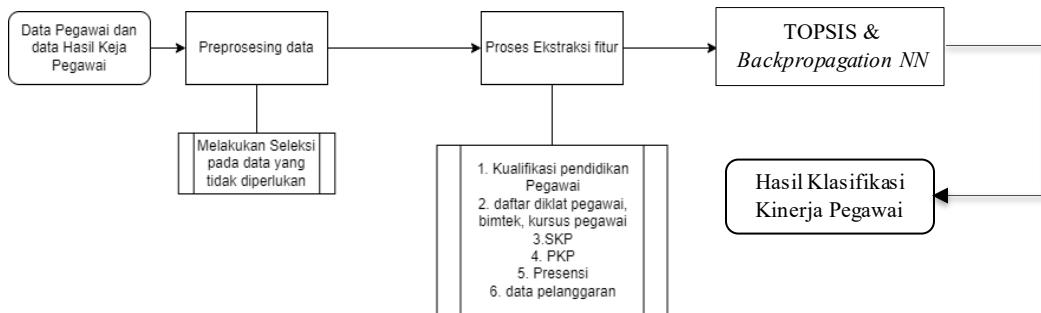
Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.1.1. Tahap Pengumpulan Data

Data yang dimanfaatkan dalam penelitian ini dikategorikan sebagai data sekunder, yaitu data yang diperoleh melalui pihak institusi atau peneliti lainnya. Informasi tersebut bersumber dari rekapitulasi laporan evaluasi kinerja pegawai di Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang tahun 2022 dengan total 113 pegawai aktif. Di dalam informasi tersebut terdapat berbagai kriteria yang dijadikan acuan dalam penilaian kinerja masing-masing pegawai. Dimana kriteria tersebut akan menunjang sistem yang dirancang untuk pimpinan/kepala suatu instansi dalam

menentukan indeks pencapaian pegawai tersebut yang dapat diterapkan sebagai rekomendasi pimpinan pada suatu instansi untuk apresiasi pegawai berupa pemberian penghargaan atau insentif bagi pegawai dengan kinerja tertinggi, serta optimalisasi atau pembinaan pada pegawai dengan kinerja kurang baik.

3.1.2. Desain sistem



Gambar 3.2 Desain Sistem

1. Preprocessing

Data dari instansi yang berafiliasi diproses guna mengidentifikasi kriteria-kriteria yang relevan dan memengaruhi indeks prestasi pegawai. Penetapan kriteria tersebut merujuk pada Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 38 Tahun 2018 tentang Indeks Profesionalitas ASN serta Peraturan Badan Kepegawaian Negara Nomor 8 Tahun 2019 mengenai Pedoman Tata Cara dan Pelaksanaan Pengukuran Indeks Profesionalitas ASN. Dengan demikian diperoleh dataset yang siap untuk diolah seperti pada tabel 3.1:

Tabel 3.1. Kriteria

Kriteria 1	Kualifikasi
Kriteria 2	Kompetensi
Kriteria 3	Kinerja
Kriteria 4	Disiplin

2. Seleksi Fitur

Prosedur pemilihan fitur ditujukan untuk menyusun hierarki signifikansi fitur dalam himpunan data sekaligus menyingkirkan elemen yang dianggap kurang bermakna. Dari tahapan ini diperoleh fitur-fitur yang memenuhi kriteria pada Tabel 3.1. Berikut ini disajikan daftar fitur lengkap pada Tabel 3.2 sebagai rujukan berikutnya:

Tabel 3.2. Daftar Fitur

Kualifikasi	pendidikan
Kompetensi	pelatihan, kursus, bimbingan teknis, serta pengembangan diri lainnya
Kinerja	sasaran kinerja pegawai & perilaku kerja pegawai
Disiplin	kehadiran dan data pelanggaran

3. TOPSIS

Berikut tahapan metode TOPSIS yang disajikan dalam tampilan berupa flowchart:



Gambar 3.3 Flowchart Metode TOPSIS
(sumber: Febriyati *et al.*, 2016)

1. Membuat Matrik Keputusan

Penetapan kriteria, fitur, serta bobot kepentingan dilakukan dengan merujuk pada regulasi resmi, yakni Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 38 Tahun 2018 tentang Indeks Profesionalisme ASN serta Peraturan BKN Nomor 8 Tahun 2019 mengenai prosedur dan pelaksanaan pengukurannya sebagai dasar penetapan parameter evaluasi dalam penelitian.

Tabel 3.3 Perhitungan Matriks Keputusan

Kepentingan	3	5	4	2
Kriteria	C1	C2	C3	C4
L1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄
L2	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄
L3	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄
L4	X ₄₁	X ₄₂	X ₄₃	X ₄₄
L5	X ₅₁	X ₅₂	X ₅₃	X ₅₄

Keterangan:

L = Alternatif

C = kriteria

2. Matriks Ternormalisasi (R)

Usai penyusunan matriks keputusan, langkah selanjutnya ialah menyusun kembali matriks keputusan yang telah dinormalisasi R guna mereduksi variasi data sehingga proses perhitungan TOPSIS berlangsung lebih efisien dan penggunaan memori optimal. Berikut ditampilkan Matriks Ternormalisasi pada uraian ini di bawah:

Tabel 3.4 Matriks Ternormalisasi

Ternormalisasi	C1	C2	C3	C4
A1	$R_{11} = X_{11}/d_1$	$R_{12} = X_{12}/d_2$	$R_{13} = X_{13}/d_3$	$R_{14} = X_{14}/d_4$
A2	$R_{21} = X_{21}/d_1$	$R_{22} = X_{22}/d_2$	$R_{23} = X_{23}/d_3$	$R_{24} = X_{24}/d_4$
A3	$R_{31} = X_{31}/d_1$	$R_{32} = X_{32}/d_2$	$R_{33} = X_{33}/d_3$	$R_{34} = X_{34}/d_4$
A4	$R_{41} = X_{41}/d_1$	$R_{42} = X_{42}/d_2$	$R_{43} = X_{43}/d_3$	$R_{44} = X_{44}/d_4$
A5	$R_{51} = X_{51}/d_1$	$R_{52} = X_{52}/d_2$	$R_{53} = X_{53}/d_3$	$R_{54} = X_{54}/d_4$

3. Matriks Normalisasi Terbobot (Y)

Setelah matriks ternormalisasi tersedia, tahap selanjutnya yaitu melakukan perkalian antara setiap nilai pada matriks normalisasi dengan bobot preferensi yang dimiliki masing-masing kriteria:

Tabel 3.5 Matriks Normalisasi Terbobot

Terbobot	C1	C2	C3	C4
A1	$Y_{11} = W_1 X_{11}/d_1$	$R_{12} = W_2 X_{12}/d_2$	$R_{13} = W_3 X_{13}/d_3$	$R_{14} = W_4 X_{14}/d_4$
A2	$Y_{21} = W_1 X_{21}/d_1$	$R_{22} = W_2 X_{22}/d_2$	$R_{23} = W_3 X_{23}/d_3$	$R_{24} = W_4 X_{24}/d_4$
A3	$Y_{31} = W_1 X_{31}/d_1$	$R_{32} = W_2 X_{32}/d_2$	$R_{33} = W_3 X_{33}/d_3$	$R_{34} = W_4 X_{34}/d_4$
A4	$Y_{41} = W_1 X_{41}/d_1$	$R_{42} = W_2 X_{42}/d_2$	$R_{43} = W_3 X_{43}/d_3$	$R_{44} = W_4 X_{44}/d_4$
A5	$Y_{51} = W_1 X_{51}/d_1$	$R_{52} = W_2 X_{52}/d_2$	$R_{53} = W_3 X_{53}/d_3$	$R_{54} = W_4 X_{54}/d_4$

4. Matriks Solusi Ideal Positif (A+)

Solusi ideal positif (A+) dipahami sebagai nilai paling optimal pada suatu kriteria bagi beragam alternatif, sehingga hasil penilaianya disajikan dan dijabarkan sebagai berikut di bawah:

Tabel 3.6 Matriks Solusi Ideal Positif (A+)

Kualifikasi	Kompetensi	Kinerja	Disiplin
$A_{1+} = \max/\min(Y_{i1})$	$A_{2+} = \max/\min(Y_{i2})$	$A_{3+} = \max/\min(Y_{i3})$	$A_{4+} = \max/\min(Y_{i4})$

5. Matriks Solusi Ideal Positif (A-)

Solusi ideal negatif (A-) merepresentasikan nilai optimal terendah pada suatu kriteria bagi berbagai alternatif dalam kriteria tersebut, sehingga outputnya disajikan sebagai berikut di bawah ini:

Tabel 3.7 Matriks Solusi Ideal Positif (A-)

Kualifikasi	Kompetensi	Kinerja	Disiplin
$A_{1-} = \max/\min(Y_{11})$	$A_{2-} = \max/\min(Y_{12})$	$A_{3-} = \max/\min(Y_{13})$	$A_{4-} = \max/\min(Y_{14})$

6. Matriks jarak solusi ideal positif (D+) jarak solusi ideal negatif (D-)

Pengukuran jarak terhadap solusi ideal menggambarkan hubungan nilai alternatif dengan solusi ideal tiap kriteria. Berikut ditampilkan nilai ideal positif maupun ideal negatif tersebut:

Tabel 3.8 Matriks D+ dan D-

	D+	D-
A1	$D_{(i)}^+ = \sqrt{[(y_{i1} - A^+1)^2 + (y_{i2} - A^+2)^2 + (y_{i3} - A^+3)^2 + (y_{i4} - A^+4)^2]}$	$D_{(i)}^- = \sqrt{[(y_{i1} - A^-1)^2 + (y_{i2} - A^-2)^2 + (y_{i3} - A^-3)^2 + (y_{i4} - A^-4)^2]}$
A2	$D_{(i)}^+ = \sqrt{[(y_{i1} - A^+1)^2 + (y_{i2} - A^+2)^2 + (y_{i3} - A^+3)^2 + (y_{i4} - A^+4)^2]}$	$D_{(i)}^- = \sqrt{[(y_{i1} - A^-1)^2 + (y_{i2} - A^-2)^2 + (y_{i3} - A^-3)^2 + (y_{i4} - A^-4)^2]}$
A3	$D_{(i)}^+ = \sqrt{[(y_{i1} - A^+1)^2 + (y_{i2} - A^+2)^2 + (y_{i3} - A^+3)^2 + (y_{i4} - A^+4)^2]}$	$D_{(i)}^- = \sqrt{[(y_{i1} - A^-1)^2 + (y_{i2} - A^-2)^2 + (y_{i3} - A^-3)^2 + (y_{i4} - A^-4)^2]}$
A4	$D_{(i)}^+ = \sqrt{[(y_{i1} - A^+1)^2 + (y_{i2} - A^+2)^2 + (y_{i3} - A^+3)^2 + (y_{i4} - A^+4)^2]}$	$D_{(i)}^- = \sqrt{[(y_{i1} - A^-1)^2 + (y_{i2} - A^-2)^2 + (y_{i3} - A^-3)^2 + (y_{i4} - A^-4)^2]}$
A5	$D_{(i)}^+ = \sqrt{[(y_{i1} - A^+1)^2 + (y_{i2} - A^+2)^2 + (y_{i3} - A^+3)^2 + (y_{i4} - A^+4)^2]}$	$D_{(i)}^- = \sqrt{[(y_{i1} - A^-1)^2 + (y_{i2} - A^-2)^2 + (y_{i3} - A^-3)^2 + (y_{i4} - A^-4)^2]}$

7. Perangkingan

Dengan demikian dapat disusun peringkat keluaran mulai dari nilai tertinggi hingga terendah, dimana alternatif dengan nilai preferensi paling besar menjadi opsi terbaik sesuai data yang tersedia dan dipilih sebagai alternatif utama, sedangkan alternatif bernilai optimasi terendah merupakan

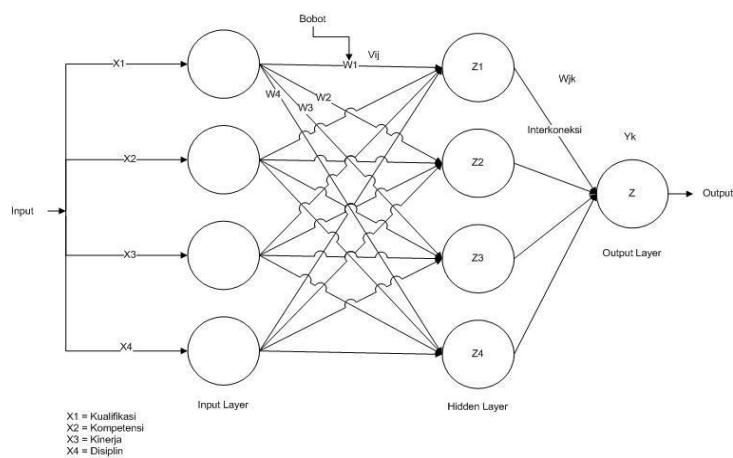
yang paling tidak unggul pada himpunan data tersebut. Dalam urutan dari nilai terbesar menuju nilai paling kecil, diperoleh hasil berikut:

Tabel 3.9 Perangkingan Beserta Alternatif

V	Hasil	Ranking
$V_i = D_{i-}/D_{i-} + D_{i+}$	A1	5
$V_i = D_{i-}/D_{i-} + D_{i+}$	A2	1
$V_i = D_{i-}/D_{i-} + D_{i+}$	A3	2
$V_i = D_{i-}/D_{i-} + D_{i+}$	A4	2
$V_i = D_{i-}/D_{i-} + D_{i+}$	A5	2

4. Backpropagation Neural Network

Penelitian ini menggunakan algoritma metode untuk mengklasifikasi indeks prestasi pegawai menggunakan algoritma metode *backpropagation neural network*.



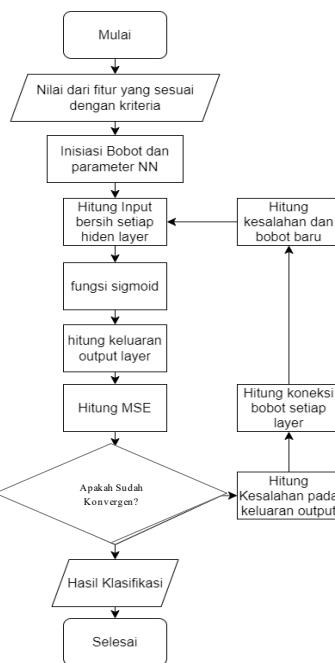
Gambar 3.4. Arsitektur Neural Network

Nilai atau poin pegawai pada data yang sudah terkumpul kemudian dikelompokkan berdasarkan kriteria pada tabel 3.1 yang nantinya akan menjadi input pada proses *neural network*. Proses pelatihan menggunakan MSE, MAE, RMSE, dan R-squared. MSE merupakan syarat penentu untuk menghentikan proses perhitungan agar mendapat bobot akhir yang optimal. Proses training akan berhenti apabila nilai dari MSE mengalami kenaikan atau sudah tidak

mengalami perubahan yang signifikan. Perubahan nilai pada MSE di pengaruhi oleh jumlah *learning rate*, *loss*, dan *epoch*. Proses *training* yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* yaitu fungsi yang digunakan untuk memperoleh *output* yang bersifat *nonlinear*.

5. Proses Pelatihan Model

Pada tahap ini dilakukan untuk mendapatkan bobot yang nantinya dapat digunakan untuk mengklasifikasi hasil indeks prestasi pegawai apakah sangat baik, baik, cukup, kurang, atau buruk. Proses ini dilakukan terus-menerus sampai diperoleh nilai bobot yang paling optimal. Berikut gambaran prosesnya yang akan ditunjukkan melalui flowchart pada gambar 3.4:



Gambar 3.5. Proses pelatihan model

(Sumber : Hammad, 2024)

Tahapan-tahapan pada proses pelatihan:

- Memulai proses dengan mengatur bobot awal dan parameter yang digunakan seperti $learning\ rate = 0.1$, $epoch = 2000$, MSE dan jumlah $hidden\ layer = 4$

- Setiap unit input menerima sinyal lalu meneruskan ke hidden layer, selanjutnya menghitung seluruh keluaran pada hidden layer (Z_j):

$$Z_{net_j} = X_0 \sum_{i=1}^n X_i V_{ij} \quad (1)$$

Keterangan:

Z_{netj} = Nilai keluaran unit

Z_{jxi} = Nilai *input* pada lapisan masukan

X_0 = Bias dari lapisan masukan menuju lapisan *hidden*

v_{ij} = Bobot dari lapisan masukan menuju lapisan *hidden*

- Menghitung keluaran pada *hidden layer* melalui fungsi aktivasi :

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp(-Z_{net_j})} \quad (2)$$

- Menghitung nilai *input* pada setiap unit *output* yang berasal dari *hidden layer* menggunakan persamaan:

$$Y_{net_k} = W_0 \sum_{i=1}^n Z_j W_{jk} \quad (3)$$

Keterangan:

Y_{netk} = Nilai keluaran

Y_{w0k} = Bias dari lapisan *hidden* menuju lapisan *output*

W_{jk} = Bobot dari lapisan *hidden* menuju lapisan *output*

- Menghitung keluaran pada *output layer* melalui fungsi aktivasi :

$$Y_k = \frac{1}{1 + \exp(-Y_{net_k})} \quad (4)$$

- Menentukan nilai MSE menggunakan persamaan:

$$MSE = \frac{\sum_{k=1}^n (t_k - y)^2}{n} \quad (5)$$

- Apabila nilai MSE telah mencapai kondisi konvergen maka proses dihentikan, namun bila belum maka langkah dilanjutkan.

- Menghitung *error* pada *output layer* terhadap masukan eksternal :

$$\delta_k = (T_k - Y_k) f'(Y_{netk})$$

$$\delta_1 = (T_k - Y_k) y_k (1 - Y_k) \quad (6)$$

Keterangan:

δ_k = Nilai aktivasi kesalahan pada lapisan *output*

t_k = Nilai target

- Menghitung koreksi bobot dan bias untuk menghasilkan bobot dan bias baru dari unit hidden menuju unit output melalui persamaan:

$$\Delta W_{jk} = \alpha \cdot \delta_k \cdot z_j \quad \Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (7)$$

Keterangan:

Δw_{jk} = Nilai koreksi bobot (dari *hidden layer* menuju *output layer*)

Δw_{0k} = Nilai koreksi bias (dari *hidden layer* menuju *output layer*)

- Menghitung δ_{netj} pada *hidden layer* :

$$\delta_{netj} = \delta_k w_{jk} \quad (8)$$

Keterangan:

δ_{netj} = *error output layer* pada *hidden layer*

- Menghitung besaran kesalahan dari keluaran pada unit *hidden* menggunakan persamaan:

$$\delta_j = \delta_{netj} \cdot Z_j (1 - Z_j) \quad (9)$$

Keterangan:

δ_j = Nilai aktivasi kesalahan pada lapisan *hidden*

- Menghitung koreksi bobot dan bias untuk menetapkan bobot dan bias baru dari unit input menuju unit hidden menggunakan persamaan:

$$\Delta V_{ij} = \alpha \cdot \delta_j \cdot X_i \quad \Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (10)$$

Keterangan:

Δv_{ij} = Nilai koreksi bobot (dari *input layer* masukan menuju *hidden layer*)

Δv_{0j} = Nilai koreksi bias (dari *input layer* menuju *hidden layer*)

- Memperbarui seluruh bobot baru dari unit hidden menuju unit output menggunakan persamaan:

$$W_{jk} (\text{Baru}) = W_{jk} (\text{Lama}) + \Delta W_{jk} \quad (11)$$

Keterangan:

$w_{jk}(\text{Baru})$ = Nilai bobot dan bias yang diperbarui (dari *hidden layer*

menuju *output layer*)

- Menentukan bobot dan bias baru dari unit input menuju unit *hidden* menggunakan persamaan:

$$V_{ij} (\text{Baru}) = V_{ij} (\text{Lama}) + \Delta V_{ij} \quad (12)$$

Keterangan:

$v_{ij} (\text{Baru})$ = Nilai bobot dan bias baru (dari *input layer* ke *hidden layer*)

Ulangi seluruh langkah tersebut sampai tercapai nilai *error* terendah.

3.1.3. Eksperimen & Diskusi

Tahap pengujian pada studi ini dilakukan memakai bahasa pemrograman Python untuk mengoperasikan proses peramalan indeks capaian pegawai melalui metode TOPSIS serta backpropagation neural network, sehingga dapat disusun rekomendasi bagi pimpinan instansi sebagai dasar pemberian penghargaan atau insentif bagi pegawai berprestasi, sekaligus perbaikan kinerja bagi yang belum optimal, lalu disimpulkan berdasarkan temuan analitis yang dihasilkan.

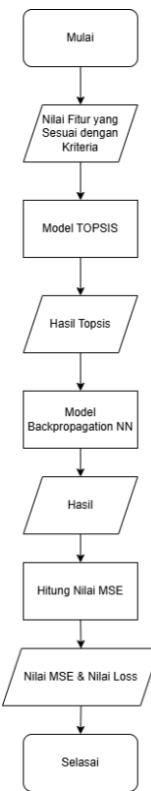
3.1.4. Eksperimen atau Percobaan

Metode ini membuat peneliti melakukan sejumlah percobaan melalui perhitungan matematis secara akurat untuk menguji berbagai kemungkinan reaksi yang dapat muncul pada objek penelitian. Keunggulan metode eksperimen adalah

memberikan data secara langsung, hasilnya bersifat tahan lama serta bebas dari kekeliruan apabila dilaksanakan secara optimal dalam kondisi atau situasi normal.

3.1.5. Rencana Pengujian

Tahap pengujian ini merupakan tahap untuk melakukan validasi data bertujuan untuk mengetahui apakah model pada data uji mempunyai nilai *error* yang optimal atau tidak. Berikut gambaran proses pengujian yang ditunjukkan pada gambar 3.6:



Gambar 3.6. Proses Pengujian

Langkah-langkah pengujian yakni:

- Menghitung nilai *input* dengan nilai bobot yang telah didapatkan dari pelatihan untuk unit *hidden*.
- Menghitung nilai *output* unit *hidden* dengan fungsi aktivasi *sigmoid*
- Pada setiap unit *output* akan dihitung nilai masukannya
- Menghitung nilai MSE.

BAB IV

PERSIAPAN DATA

4.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada riset ini berasal dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang tahun 2022 dengan melibatkan 113 pegawai aktif. Informasi tersebut mencakup daftar sumber daya manusia pada tabel 4.1, Data Pengembangan Kompetensi pada tabel 4.2, Sasaran Kinerja Pegawai pada gambar 4.1, Ekinerja pada gambar 4.2, serta Data Absensi dan pelanggaran pada tabel 4.3.

Tabel 4.1 Daftar SDM

NO	N A M A	PENDIDIKAN
1	Pegawai 1	S2
2	Pegawai 2	S1
3	Pegawai 3	S2
4	Pegawai 4	S1
5	Pegawai 5	S1
6	Pegawai 6	S1
7	Pegawai 7	S1
8	Pegawai 8	S1
9	Pegawai 9	S2
10	Pegawai 10	S1
.....		
.....		
113	Pegawai 113	SMA

Tabel 4.2 Data Pengembangan Diri Pegawai

No	Identitas	Pengembangan Kompetensi	
		Nama	Jumlah JP
	Pegawai 13	40	1. Badan Kepegawaian dan Pengembangan SDM Kota Malang 2. Bagian Organisasi Sekretariat Daerah Kota Malang 3. Airlangga Executive Education Center 4. Badan Kepegawaian dan Pengembangan SDM Kota Malang
	Pegawai 15	40	1. Badan Kepegawaian dan Pengembangan SDM Kota Malang 2. Bagian Organisasi Sekretariat Daerah Kota Malang 3. Airlangga Executive Education Center 4. Badan Kepegawaian dan Pengembangan SDM Kota Malang

No	Identitas	Pengembangan Kompetensi	
		Jumlah JP	Instansi Penyelenggara
	Pegawai 50	3 JP	Badan Kepegawaian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kota Malang
	Pegawai 51	2 JP	Badan Kepegawaian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kota Malang
	Pegawai 53	10 JP	Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Provinsi Jawa Timur
	Pegawai 56	4JP	Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Islam Malang

SASARAN KINERJA PEGAWAI
PENDEKATAN HASIL KERJA KUANTITATIF
BAGI PEJABAT ADMINISTRASI DAN PEJABAT FUNGSIONAL

PEMERINTAH KOTA MALANG

NO	PEGAWAI YANG DINILAI	NO	PEJABAT PENILAI KINERJA
1	NAMA	1	NAMA
2	NIP	2	NIP
3	PANGKAT/ GOL. RUANG	3	PANGKAT/ GOL. RUANG
4	JABATAN	4	JABATAN
5	UNIT KERJA	5	UNIT KERJA

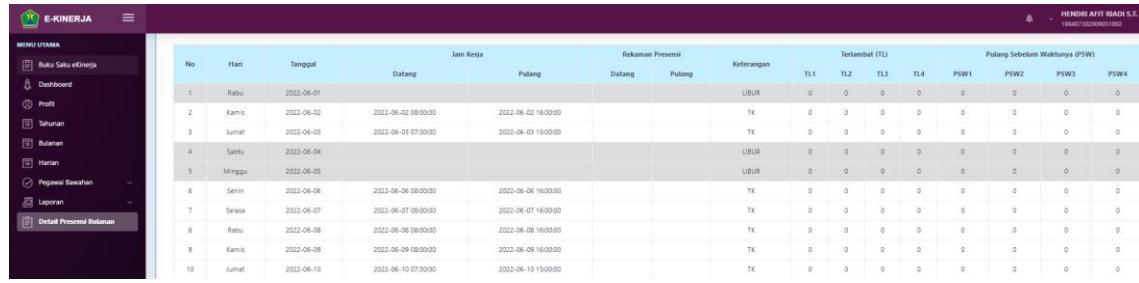
HASIL KERJA

NO	RENCANA HASIL KERJA PIMPINAN YANG DIINTERVENSI	RENCANA HASIL KERJA	ASPEK	INDIKATOR KINERJA INDIVIDU	TARGET
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Meningkatnya kinerja Perangkat Daerah Indikator : Nilai SAKIP	Jasa Pemeliharaan, Biaya Pemeliharaan dan Perizinan Alat Besar yang Sesuai Kebutuhan	Kuantitas	Jumlah Alat Besar yang Dipelihara dan Dibayarkan Perizinannya	16 Unit
2	Meningkatnya kinerja Perangkat Daerah Indikator : Nilai SAKIP	Pelayanan pengujian konstruksi yang sesuai standart mutu	Kuantitas	Jumlah Pelayanan Laboratorium Pengujian Konstruksi	20 Kali
3	Meningkatnya kinerja Perangkat Daerah Indikator : Nilai SAKIP	Pelayanan Persewaan Alat-alat Berat yang Sesuai Target	Kuantitas	Jumlah Persewaan Alat-alat Berat	20 Kali

Gambar 4.1 Sasaran Kinerja Pegawai



Gambar 4.2 E-Kinerja Pegawai



No	Hari	Tanggal	Jam Kerja		Rekaman Presensi		Keterangan	Terlambat (TL)				Pulang Sebelum Waktunya (PSW)			
			Datang	Pulang	Datang	Pulang		TL1	TL2	TL3	TL4	PSW1	PSW2	PSW3	PSW4
1	Rabu	2022-06-01					LIBUR	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Kamis	2022-06-02	2022-06-02 08:00:00	2022-06-02 16:00:00			TK	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Jumat	2022-06-03	2022-06-03 07:30:00	2022-06-03 15:00:00			TK	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Sabtu	2022-06-04					LIBUR	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Minggu	2022-06-05					LIBUR	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Senin	2022-06-06	2022-06-06 08:00:00	2022-06-06 16:00:00			TK	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Selasa	2022-06-07	2022-06-07 08:00:00	2022-06-07 16:00:00			TK	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Rabu	2022-06-08	2022-06-08 06:00:00	2022-06-08 16:00:00			TK	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Kamis	2022-06-09	2022-06-09 08:00:00	2022-06-09 16:00:00			TK	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Jumat	2022-06-10	2022-06-10 07:30:00	2022-06-10 15:00:00			TK	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4.3 Data Absensi dan Pelanggaran Pegawai

4.2 Preprocessing Data

Data yang telah terkumpul akan melalui proses preprocessing sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 38 Tahun 2018 tentang Indeks Profesionalitas ASN dan Peraturan Badan Kepegawaian Negara Nomor 8 Tahun 2019 tentang Pedoman Tata Cara dan Pelaksanaan Pengukuran Indeks Profesionalitas ASN. Hasilnya berupa daftar kriteria yang akan menjadi tolak ukur penilaian indeks prestasi pegawai, yaitu Kualifikasi, Kompetensi, Kinerja, dan Disiplin seperti pada tabel 4.3:

Tabel 4.3 Daftar Kriteria

Kriteria 1	Kualifikasi
Kriteria 2	Kompetensi
Kriteria 3	Kinerja
Kriteria 4	Disiplin

4.3 Seleksi Data

Data yang sudah dikelompokkan berdasarkan kecocokan dengan empat kriteria tersebut kemudian menghasilkan hasil seleksi yang terdokumentasi dalam tabel 4.4:

Tabel 4.4. Daftar Fitur

Kualifikasi	pendidikan
Kompetensi	pelatihan, kursus, bimbingan teknis, serta pengembangan diri lainnya
Kinerja	sasaran kinerja pegawai & perilaku kerja pegawai
Disiplin	kehadiran dan data pelanggaran

4.4 Penilaian Kriteria

Berdasarkan panduan dari buku saku Indeks Profesionalitas ASN dari Badan Kepegawaian Negara, nilai-nilai pegawai dihitung berdasarkan kriteria seperti pada tabel 4.5:

Tabel 4.5 Kualifikasi

Kualifikasi	
Jenjang	Poin
S3	25
S2	20
S1	15
D3	10
SMA/Sederajat	5
Di bawah SMA	1

Untuk kriteria kedua di dapatkan dengan cara mengumpulkan poin JP sesuai kegiatan pengembangan diri yang sudah dilakukan semakin banyak poinnya semakin bagus performa kompetensi pegawai tersebut. Seperti pada yang ditunjukkan pada tabel 4.6:

Tabel 4.6 Kompetensi

Indikator	Poin
Diklat Kepemimpinan	0-15
Diklat Fungsional	0-15
Diklat Teknis	0-22.5
Seminar/Workshop/Magang/Kursus/sejenisnya	0-17.5

Untuk kriteria ketiga diperoleh melalui proses Penilaian SKP yang mencakup aspek kuantitas, kualitas, waktu dan biaya. Penilaian SKP dilaksanakan dengan membandingkan pencapaian kerja terhadap target yang telah ditetapkan. Selain SKP penilaian juga dilakukan dengan meninjau Penilaian perilaku kerja (PKP) yang terdiri atas orientasi pelayanan, integritas, komitmen, disiplin, kerja sama dan kepemimpinan. Kedua aspek tersebut digabungkan menjadi satu nilai melalui perhitungan bobot nilai unsur SKP 60% dan PKP 40% sehingga menghasilkan indikator dan poin seperti terlihat pada tabel 4.7:

Tabel 4.7 Kinerja

Indikator	Poin
Nilai 91 - 100	30
Nilai 76 - 90	25
Nilai 61 - 75	15
Nilai 51 - 60	5
Nilai 50 ke bawah	1

Untuk kriteria keempat di dapatkan dengan cara melakukan penilaian melalui akumulasi presensi kehadiran dan data/informasi mengenai hukuman disiplin yang pernah diterima seperti tunjukkan pada tabel 4.8:

Tabel 4.8 Disiplin

Indikator	Poin
Tidak Pernah	5
Ringan	3
Sedang	2
Berat	1

Untuk hasil akhir terdapat pengelompokan nilai akhir ke dalam lima kategori. Rincian kategori tersebut adalah sebagai berikut:

- 90–100: Sangat Baik
- 76–90: Baik
- 61–75: Cukup
- 51–60: Kurang
- ≤ 50 : Sangat Kurang

4.5 Dataset Uji Coba

Dataset yang akan diuji coba terdiri dari nilai Kualifikasi, Kompetensi, Kinerja, dan Disiplin, dengan rentang nilai masing-masing kriteria, seperti yang terlihat dalam tabel 4.9:

Tabel 4.9 Dataset Uji Coba

No	Nama Pegawai	Kualifikasi	Kompetensi	Kinerja	Disiplin
1	Pegawai 1	20	50	25	5
2	Pegawai 2	15	40	25	5
3	Pegawai 3	20	40	25	5
4	Pegawai 4	15	30	25	5
5	Pegawai 5	15	40	25	5
6	Pegawai 6	15	30	25	5
7	Pegawai 7	15	30	25	5
8	Pegawai 8	15	30	30	5
9	Pegawai 9	20	40	25	5
10	Pegawai 10	15	30	30	5
....					
....					
113	Pegawai 113	5	15	25	5

Dengan persiapan data ini, penelitian dapat melangkah ke tahap analisis dan interpretasi hasil.

BAB V

METODE TOPSIS

5.1 Desain

Metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) adalah salah satu pendekatan pengambilan keputusan multikriteria yang banyak digunakan karena kemampuannya menghasilkan pemeringkatan yang menyeluruh berdasarkan kedekatan relatif tiap alternatif terhadap solusi ideal. Prinsip utama metode ini menyatakan bahwa alternatif terbaik adalah yang memiliki jarak paling dekat dengan solusi ideal positif serta paling jauh dari solusi ideal negatif. Rancangan metode TOPSIS divisualisasikan dalam bentuk Flowchart seperti ditunjukkan pada Gambar 5.1:



Gambar 5.1 Flowchart proses TOPSIS
(sumber: Febriyati *et al.*, 2016)

Dalam penelitian ini, metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) diterapkan untuk melakukan penilaian dan penyusunan peringkat kinerja pegawai berdasarkan sejumlah kriteria yang telah ditetapkan. TOPSIS merupakan salah satu pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang efektif dalam menentukan alternatif paling unggul dengan memperhatikan kedekatannya terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Metode ini dipilih karena mampu menghasilkan keputusan yang objektif dan terstruktur, terutama dalam proses evaluasi kinerja yang kompleks di lingkungan smart governance. dapat dilihat pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Alur Kerja TOPSIS
(sumber: Febriyati *et al.*, 2016)

Dari gambar 5.2 terdapat perhitungan nilai preferensi. Nilai preferensi didapat dengan menghitung nilai kedekatan relatif (*closeness coefficient*) untuk setiap

alternatif yang kemudian digunakan sebagai dasar pemeringkatan. Rumus closeness coefficient yang digunakan dalam TOPSIS adalah:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (5.1)$$

- C_i = nilai preferensi alternatif ke-i
 D_i^+ = jarak alternatif ke-i terhadap solusi ideal positif
 D_i^- = jarak alternatif ke-i terhadap solusi ideal negatif

Nilai preferensi C_i berada pada rentang 0 hingga 1. Semakin mendekati nilai 1, maka alternatif tersebut dianggap semakin baik performanya. Nilai inilah yang digunakan untuk menyusun peringkat kinerja pegawai secara objektif. Keunggulan utama metode TOPSIS terletak pada kemampuannya dalam mempertimbangkan aspek positif dan negatif dari suatu keputusan secara simultan. Hal ini memberikan pendekatan yang lebih realistik dalam proses evaluasi, terutama dalam situasi kompleks yang melibatkan banyak kriteria dan data yang beragam.

Dalam implementasinya pada penelitian ini, TOPSIS mendukung penilaian berbasis data yang transparan dan akuntabel, sekaligus mempermudah proses pengambilan keputusan dalam menentukan pegawai dengan kinerja terbaik untuk diberi penghargaan atau pembinaan lanjutan. Dengan demikian, metode ini sangat relevan untuk diaplikasikan dalam lingkungan kerja pemerintahan modern yang berbasis digital.

5.2 Skenario TOPSIS

Dalam penelitian ini, uji coba dilakukan dengan penilaian berbasis empat kriteria utama, yaitu: kualifikasi, kompetensi, kinerja, dan disiplin. Kriteria pertama, kualifikasi, merujuk pada jenjang pendidikan terakhir yang dimiliki oleh pegawai. Semakin tinggi tingkat pendidikan, maka bobot penilaian akan semakin

besar, mengingat kontribusi pendidikan terhadap pemahaman kerja dan pengambilan keputusan dalam konteks pemerintahan digital.

Kriteria kedua, kompetensi, mencakup berbagai bentuk pengembangan keahlian yang telah diikuti oleh pegawai. Fitur dalam kategori ini meliputi: diklat formal, kursus tambahan, bimbingan teknologi informasi, serta pengembangan diri lainnya yang relevan dengan tuntutan kerja di era *smart governance*. Masing-masing sub-komponen ini dinilai secara kuantitatif berdasarkan keterlibatan pegawai dalam program yang diakui secara institusional.

Kriteria ketiga, kinerja, terdiri atas dua indikator utama, yakni tingkat ketercapaian sasaran kinerja pegawai (SKP) dan aspek perilaku kerja pegawai. SKP dinilai dari laporan capaian kerja tahunan, sedangkan perilaku kerja mencakup etika, tanggung jawab, kerja sama, dan inisiatif dalam menjalankan tugas. Kinerja menjadi indikator utama karena berhubungan langsung dengan produktivitas dan kontribusi pegawai terhadap organisasi.

Kriteria keempat, disiplin, diukur melalui dua fitur, yaitu data absensi pegawai dan catatan pelanggaran yang terjadi selama periode kerja. Ketidakhadiran tanpa keterangan dan pelanggaran terhadap aturan kerja yang berlaku akan mempengaruhi skor penilaian secara negatif, karena menunjukkan kurangnya tanggung jawab dan komitmen terhadap tugas.

Seluruh data dari masing-masing kriteria diolah dalam bentuk nilai numerik dan dinormalisasi menggunakan metode *vector normalization*. Setelah itu, setiap kriteria diberi bobot berdasarkan tingkat kepentingannya terhadap tujuan evaluasi, yang ditentukan melalui konsultasi bersama pakar kepegawaian dan pengelola sistem pemerintahan digital.

Dalam penelitian ini, digunakan lima alternatif penilaian untuk mengelompokkan hasil akhir evaluasi kinerja pegawai berdasarkan ketentuan Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 38 Tahun 2018 tentang Indeks Profesionalitas ASN serta Peraturan Badan Kepegawaian Negara Nomor 8 Tahun 2019 mengenai Pedoman Tata Cara dan Pelaksanaan Pengukuran Indeks Profesionalitas ASN, yaitu:

1. Sangat Baik
2. Baik
3. Cukup
4. Kurang
5. Sangat Kurang

Alternatif tersebut menjadi dasar dalam proses pemeringkatan setelah dilakukan perhitungan jarak antara masing-masing alternatif terhadap solusi ideal positif (nilai terbaik) dan solusi ideal negatif (nilai terburuk). Perhitungan ini menghasilkan nilai kedekatan relatif (*closeness coefficient*) yang mencerminkan seberapa baik performa pegawai dalam keseluruhan aspek yang dinilai.

Dengan penerapan satu strategi yang terstruktur ini, metode TOPSIS diharapkan dapat mendukung penilaian kinerja secara adil, akurat, dan transparan. Hasil akhir dari evaluasi dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan strategis, seperti pemberian penghargaan, perencanaan pengembangan SDM, serta peningkatan efektivitas dalam pengelolaan pegawai pada instansi pemerintahan berbasis kota cerdas (*smart city*).

5.3 Proses TOPSIS

Pada percobaan ini penilaian terhadap alternatif dilakukan berdasarkan kedekatannya terhadap solusi ideal positif dan negatif. Setiap kriteria telah ditetapkan bobotnya sesuai dengan tingkat kepentingan, dan masing-masing alternatif dievaluasi untuk menentukan urutan prioritas berdasarkan skor preferensi hasil perhitungan metode TOPSIS. Proses ini memberikan gambaran yang objektif dalam pengambilan keputusan penilaian kinerja pegawai berdasarkan data yang telah diinput dan diolah secara sistematis melalui implementasi TOPSIS pada lingkungan pemrograman google collabs seperti coding berikut:

```
# Langkah 1: Normalisasi matriks keputusan
norm_data = data_1 / np.sqrt((data_1**2).sum(axis=0))

# Langkah 2: Normalisasi terbobot
weighted_norm = norm_data * weights

# Langkah 3: Tentukan solusi ideal positif dan negatif
ideal_positive = np.max(weighted_norm, axis=0) * criteria_types + np.min(weighted_norm, axis=0)
* (1 - criteria_types)
ideal_negative = np.min(weighted_norm, axis=0) * criteria_types + np.max(weighted_norm,
axis=0) * (1 - criteria_types)

# Langkah 4: Hitung jarak ke solusi ideal positif dan negatif
distance_positive = np.sqrt(((weighted_norm - ideal_positive)** 2).sum(axis=1))
distance_negative = np.sqrt(((weighted_norm - ideal_negative)** 2).sum(axis=1))

# Langkah 5: Hitung nilai preferensi (closeness coefficient)
preference_scores = distance_negative / (distance_positive + distance_negative)
```

Tahap pelatihan beserta pengujian dilaksanakan sesuai prosedur yang telah diuraikan sebelumnya dengan mengulang kinerja 90 pegawai aktif pada DPUPRPKP Kota Malang tahun 2022. Hasil akhirnya disajikan pada tabel 5.1 mengenai Perhitungan Metode TOPSIS.

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Metode TOPSIS

No	Nama	Topsis Output
1	Pegawai 1	0,838585
2	Pegawai 2	0,838585
3	Pegawai 3	0,837269
4	Pegawai 4	0,835687
5	Pegawai 5	0,835143
6	Pegawai 6	0,836723
7	Pegawai 7	0,83504
8	Pegawai 8	0,836555
9	Pegawai 9	0,833834
10	Pegawai 10	0,833834
11	Pegawai 11	0,838585
12	Pegawai 12	0,838585
13	Pegawai 13	0,837269
14	Pegawai 14	0,835687
15	Pegawai 15	0,835143
16	Pegawai 16	0,836723
17	Pegawai 17	0,83504
18	Pegawai 18	0,836555
19	Pegawai 19	0,833834
20	Pegawai 20	0,833834
....
....
88	Pegawai 111	0,836555
89	Pegawai 112	0,833834
90	Pegawai 113	0,833834

Berdasarkan hasil percobaan menggunakan metode TOPSIS, diperoleh hasil perhitungan data yang nantinya akan digunakan untuk menjadi data training pada percobaan menggunakan metode selanjutnya yaitu *Backpropagation Neural Network*.

BAB VI

METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK

Bab ini akan membahas hasil dari implementasi metode *Backpropagation Neural Network* dalam penilaian kinerja pegawai. Analisis hasil akan mencakup skenario uji coba dan hasil uji coba.

6.1 Skenario Backpropagation Neural Network

Pelaksanaan proses pelatihan dan pengujian mengikuti langkah-langkah yang telah diuraikan sebelumnya. Tahap pelatihan bertujuan menghasilkan bobot yang selanjutnya dimanfaatkan pada fase pengujian. Pada tahap pengujian diperoleh nilai *Mean Squared Error* (MSE) dengan menerapkan persamaan berikut.

$$MSE = \frac{\sum_{k=1}^a (t_k - y_k)^2}{a} \quad (6.1)$$

MSE: Kesalahan Rata-Rata Kuadrat (MSE)

a: Jumlah Titik Data

t: Data Aktual

y: Data Prediksi

k: Nilai Data dari 1 sampai n

Pengujian yang diterapkan pada penelitian ini memanfaatkan skenario berbasis kombinasi neuron pada lapisan tersembunyi serta jumlah iterasi. Untuk mendapatkan konfigurasi model yang paling optimal, dilakukan sembilan percobaan eksperimental dengan variasi hidden layer dan jumlah iterasi. Tujuan dari pengujian ini adalah menemukan keseimbangan yang menghasilkan nilai loss paling rendah. Ringkasan hasil percobaan tersebut disajikan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Daftar Percobaan

Percobaan	hidden layer	Neuron	Iterasi/perulangan	Nilai Loss
1	4	4	2000	0,026838
2	4	4	4000	4,39239425796618
3	4	4	8000	2,055209393746
4	6	4	2000	1,55624262952866
5	6	4	4000	4,72287486062171
6	6	4	8000	3,13681431382092
7	8	4	2000	4,03767342138466
8	8	4	4000	2,5036155104728
9	8	4	8000	2,74716773886736

Temuan eksperimen mangisyaratkan bahwasanya susunan dengan empat *hidden layer* dan 2000 perulangan menghasilkan *loss* paling rendah sebesar 0,026838. Sementara itu, ketika jumlah *layer* diatas delapan atau perulangan diatas 8000, hasil *loss* mengalami kenaikan sehingga menandakan sistem sudah menghadapi *overfitting* atau kehilangan efisiensi. settingan di bawah empat *layer* dan 2000 perulangan memberikan hasil lebih rendah serta tidak konsisten. Pengujian pada studi ini memakai pemodelan data yang ditampilkan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Pemodelan data

Attribute	Model
Data Training	90
Data Test	23
Iterasi	2000
Jaringan Layer Tersembunyi	4
Layer Masukan	4
Layer Keluaran	1

Merujuk pada perolehan pengujian settingan jumlah jaringan pada lapisan tersembunyi serta perulangan pada Tabel 6.2, diperoleh nilai *Mean Squared Error* (MSE) melalui penerapan persamaan (6.1).

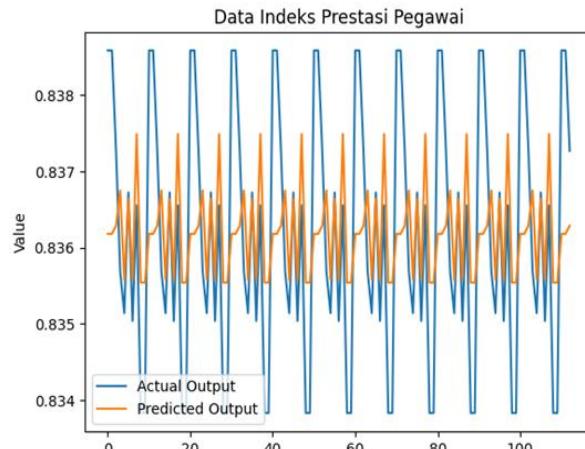
6.2 Hasil Uji Coba

Studi ini menggunakan sebuah model yang menggambarkan alur analisis data melalui pemakaian 90 data latih dan 23 data *test*, 2000 perulangan, empat jaringan

pada *hidden layer*, empat *input layer*, serta satu *output layer*. Setiap atribut diproses memakai Python sampai dihasilkan *prediction output* yang paling sesuai dengan *actual output*. Gambar 6.1 menjelaskan bahwasanya *actual output* dan *prediction output* menghasilkan *loss* 0,026838. Hasil *loss* dan *prediction output* pada model *Backpropagation NN* disajikan berikut sebagai dasar pemaparan hasil analisis lanjutan pada bagian berikutnya:

Loss value result: 0,026838

Predicted output value result:

**Gambar 6.1** Grafik Model

Pada Tabel 6.3, prosedur penghitungan MSE diawali dengan menentukan nilai prediksi, nilai aktual, serta *error*. Setelah ketiganya tersedia, tahap selanjutnya yakni menghitung MSE melalui penerapan persamaan (1) yang ditetapkan sebagai dasar evaluasi kuantitatif.

Tabel 6.3 Perhitungan MSE

No Data	Predicted Output	Actual Output	Loss
1	0.835965	0.838585	0.00262
2	0.835965	0.838585	0.00262
3	0.835079	0.837269	0.00219
4	0.836479	0.835687	-0.00079
5	0.836452	0.835143	-0.00131
6	0.835864	0.836723	0.000859
7	0.836492	0.83504	-0.00145
8	0.835337	0.836555	0.001218
9	0.836379	0.833834	-0.00255
10	0.836379	0.833834	-0.00255
11	0.835965	0.838585	0.00262
12	0.835965	0.838585	0.00262
13	0.835079	0.837269	0.00219
14	0.836479	0.835687	-0.00079
15	0.836452	0.835143	-0.00131
16	0.835864	0.836723	0.000859
17	0.836492	0.83504	-0.00145

18	0.835337	0.836555	0.001218
19	0.836379	0.833834	-0.00255
20	0.836379	0.833834	-0.00255
89	0.836379	0.833834	-0.00255
90	0.836379	0.833834	-0.00255
MSE			0,026838
LOSS			0,026838

6.3 Feedback Hasil

Hasil akhir dan hasil pengujian dari sistem ini sudah berjalan baik dengan nilai *loss* yang cukup rendah yaitu 0,026838. Hasil kategori yang ditampilkan juga sesuai dengan hasil prediksi, sementara untuk hasil dari MSE yaitu 0,026838. Meskipun hasil ini menunjukkan kinerja yang baik, terdapat beberapa kasus di mana model masih mengalami kesulitan dalam mengklasifikasikan kinerja pegawai dengan tepat. Hal ini mungkin disebabkan oleh variasi data yang kompleks dan faktor-faktor lain yang memengaruhi kinerja pegawai.

BAB VII

PEMBAHASAN

7.1 Komparasi dan Peforma Metode Hybrid (TOPSIS+BPNN) dan

Backpropagation Neural Network

Sebelum membahas secara komparatif performa metode *hybrid* (TOPSIS+BPNN) dan *backpropagation neural network*, perlu dijelaskan terlebih dahulu latar belakang dilakukannya pendekatan analitis dalam evaluasi tingkat profesionalisme pegawai. Evaluasi kinerja pegawai selama ini umumnya hanya mengandalkan penilaian manual dan subjektif, tanpa mempertimbangkan pendekatan pengambilan keputusan berbasis data dan kecerdasan buatan. Padahal, untuk memperoleh hasil yang objektif, konsisten, dan sesuai dengan standar yang ditetapkan pemerintah, diperlukan metode evaluatif yang mampu mengolah berbagai variabel kinerja secara sistematis.

Dalam konteks ini, metode TOPSIS digunakan sebagai pendekatan pengambilan keputusan multikriteria yang membandingkan alternatif berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal positif dan negatif. Sementara itu, metode *Backpropagation Neural Network* diterapkan sebagai teknik pembelajaran mesin yang mampu mengenali pola dan melakukan klasifikasi secara otomatis berdasarkan data historis. Penelitian ini tidak hanya membandingkan antara metode *hybrid* (TOPSIS+BPNN) dan *backpropagation neural network*, tetapi juga mengevaluasi performa. Melalui pendekatan ini, diharapkan hasil penilaian kinerja dapat lebih akurat, adaptif terhadap data aktual, serta selaras dengan peraturan

perundang-undangan yang berlaku, seperti Peraturan Menteri PAN-RB Nomor 38 Tahun 2018 dan Peraturan BKN Nomor 8 Tahun 2019.

Dari hasil eksperimen metode pertama dan metode kedua dengan menggunakan 4 kriteria untuk masing-masing metode yaitu kualifikasi, kompetensi, kinerja, dan disiplin. Pada percobaan pertama dilakukan dengan metode *Backpropagation Neural Network*, menghasilkan performa nilai MSE 0,026838 dan nilai loss 0,026838 sehingga menjadi nilai plus untuk melihat performa pada sistem yang akan kita kembangkan karena tidak terpaku hanya pada keluaran hasil saja. Berikut hasil perbandingan dari kategori kinerja pegawai.

Tabel 7.1 Hasil Perbandingan Kategori Kinerja Pegawai

No Data	Predicted Category	Actual Category
1	Baik	Baik
2	Baik	Baik
3	Baik	Baik
4	Baik	Baik
5	Baik	Baik
6	Baik	Baik
7	Baik	Baik
8	Baik	Baik
9	Baik	Baik
10	Baik	Baik
11	Baik	Baik
12	Baik	Baik
13	Baik	Baik
14	Baik	Baik
15	Baik	Baik
16	Baik	Baik
17	Baik	Baik
18	Baik	Baik
19	Baik	Baik
20	Baik	Baik
112	Baik	Baik
113	Baik	Baik

Dalam membandingkan performa metode *hybrid* (TOPSIS+BPNN) dan *backpropagation neural network*, penting untuk mencermati karakteristik teknis

masing-masing pendekatan. Salah satu keunggulan signifikan yang dimiliki oleh *Backpropagation Neural Network* adalah kemampuannya dalam menghitung *loss function* sebagai indikator kuantitatif terhadap tingkat kesalahan prediksi. *Loss function*, seperti *Mean Squared Error* (MSE) digunakan untuk mengukur sejauh mana hasil keluaran dari model menyimpang dari target sebenarnya. Nilai *loss* yang lebih kecil menunjukkan bahwa model mampu mempelajari pola data secara lebih tepat dan memberikan prediksi yang lebih akurat.

Berbeda dengan *Backpropagation Neural Network* yang bekerja melalui proses pembelajaran berulang dan optimisasi parameter berbasis error (*loss function*), metode *hybrid* (TOPSIS–BPNN) menggabungkan kemampuan evaluatif TOPSIS dengan kemampuan prediktif *Backpropagation Neural Network* secara lebih terstruktur. Dalam metode ini, TOPSIS digunakan untuk menghasilkan nilai keputusan awal yang stabil dan konsisten berdasarkan bobot kriteria serta jarak terhadap solusi ideal. Nilai tersebut kemudian dijadikan *target output* (data training) bagi *Backpropagation Neural Network*. Dengan demikian, *Backpropagation Neural Network* tidak memulai pembelajaran dari data mentah, tetapi dari hasil evaluasi terstandarisasi yang dihasilkan TOPSIS. Hal ini memungkinkan jaringan saraf mempelajari pola kinerja pegawai sekaligus menghasilkan nilai prediksi dengan metrik kesalahan numerik (*loss*) yang dapat diukur. Pada akhirnya, metode *hybrid* ini memberikan keunggulan berupa keputusan yang sistematis sekaligus kemampuan model untuk dievaluasi secara matematis. Kemampuan yang secara alami terdapat pada *Backpropagation Neural Network* namun diperkuat melalui struktur penilaian TOPSIS.

Dari hasil komparasi dan analisa beberapa metode dan telah ditentukan metode dengan performansi terbaik, maka selanjutnya dilakukan implementasi dari hasil prediksi dalam penelitian ini metode yang terbaik adalah metode prediksi dengan menggunakan metode *hybrid*.

Data yang disiapkan sejumlah 113 pegawai. Data ini kemudian diolah untuk dilakukan prediksi dengan metode yang tepat untuk menentukan performa kinerja dari seorang pegawai. Dalam metode prediksi data terbagi menjadi data testing dan data training dengan komposisi 80:20 seperti pada tabel 7.2

Tabel 7.2 Komposisi Data

Attribute	Model
Data Training	90
Data Test	23
Perulangan	2000
Jaringan	4
Lapisan Masuk	4
Lapisan Keluar	1

Metode *hybrid* ditetapkan sebagai metode yang dipilih, kemudian nilai dari dataset pada metode *hybrid* dihitung menggunakan MSE berdasarkan perbandingan antara *predicted output* dan *actual output* sebagaimana ditampilkan pada tabel 7.3 Perhitungan MSE.

Tabel 7.3 Perhitungan MSE

No Data	Predicted Output	Actual Output	Loss
1	0,835965	0,838585	0,00262
2	0,835965	0,838585	0,00262
3	0,835079	0,837269	0,00219
4	0,836479	0,835687	-0,00079
5	0,836452	0,835143	-0,00131
6	0,835864	0,836723	0,000859
7	0,836492	0,83504	-0,00145
8	0,835337	0,836555	0,001218
9	0,836379	0,833834	-0,00255
10	0,836379	0,833834	-0,00255
11	0,835965	0,838585	0,00262

12	0,835965	0,838585	0,00262
13	0,835079	0,837269	0,00219
14	0,836479	0,835687	-0,00079
15	0,836452	0,835143	-0,00131
16	0,835864	0,836723	0,000859
17	0,836492	0,83504	-0,00145
18	0,835337	0,836555	0,001218
19	0,836379	0,833834	-0,00255
20	0,836379	0,833834	-0,00255
112	0,835965	0,838585	0,00262
113	0,835079	0,837269	0,00219
MSE			0,000465
LOSS			0,000465

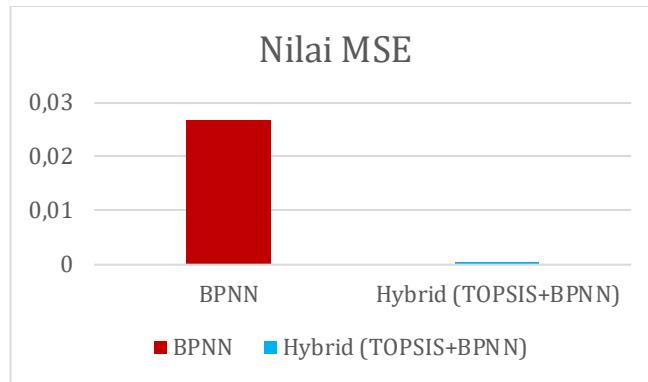
Dalam penelitian ini, hasil penerapan *Backpropagation Neural Network* menunjukkan nilai *loss* sebesar 0,026838, yang menandakan tingkat kesalahan yang sangat rendah. Lebih lanjut, ketika metode TOPSIS digabungkan dengan *Backpropagation Neural Network*, nilai *loss* bahkan dapat ditekan lebih jauh hingga 0,000465. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi metode deterministik dan metode berbasis pembelajaran dapat menghasilkan sistem evaluasi yang tidak hanya akurat dalam kategori klasifikasi, tetapi juga presisi secara kuantitatif. sebagaimana ditunjukkan pada tabel 7.1 mengenai hasil perbandingan metode TOPSIS dan *Backpropagation Neural Network*

Tabel 7.4 Komparasi performa metode BPNN dan Hybrid

Metode	Akurasi (%)	Nilai Loss	Keterangan
BPNN	100	0,026838	Akurasi tinggi dengan kemampuan menghitung loss sebagai metrik objektif
TOPSIS + BPNN	100	0,000465	Kombinasi metode menghasilkan akurasi dan presisi tertinggi

Berdasarkan tabel 7.2 *Backpropagation Neural Network* menghasilkan nilai MSE sebesar 0,026838 sedangkan metode *hybrid* memperoleh nilai MSE 0,000465 yang mendekati angka 0 sehingga dapat dikategorikan sebagai nilai MSE yang baik.

Visualisasi komparasi performa metode *Backpropagation Neural Network* dan *Hybrid* ditunjukkan pada Gambar 7.1



Gambar 7.1 Komparasi Peforma MSE BPNN dan Hybrid

Temuan pengujian mengindikasikan bahwasanya model *hybrid* (TOPSIS + Backpropagation NN) beserta *backpropagation* NN berhasil meraih hasil *loss* sangat rendah yakni 0,000465. Capaian tersebut memberikan kontribusi signifikan dalam situasi kerja aktual, khususnya pada lingkungan birokrasi yang memerlukan mekanisme evaluasi kinerja yang objektif serta dapat diandalkan. Dalam penerapannya, nilai *loss* kecil tersebut membantu pimpinan instansi mengambil keputusan secara lebih presisi terkait promosi, pemberian insentif, maupun pembinaan pegawai dengan tingkat kesalahan yang sangat terbatas. Di samping itu, nilai *loss* rendah mencerminkan bahwa prediksi model memiliki deviasi minimal terhadap nilai aktual, sehingga meningkatkan reliabilitasnya sebagai perangkat pendukung evaluasi berbasis data.

Untuk memperkuat validitas model, dilakukan komparasi dengan sejumlah metode penilaian kinerja lain yang telah diuji pada berbagai penelitian sebelumnya. Metode *Decision Tree* hanya mencatat akurasi 79,8% pada studi Yang *et al.* (2018) mengenai sistem penilaian kinerja staf rumah sakit. Metode *Bayesian Personalized*

Ranking menghasilkan akurasi jauh lebih rendah sebesar 44,37% berdasarkan penelitian Zhou *et al.* (2019). Selanjutnya, metode *Content-Based Filtering* hanya mencapai akurasi 25% sebagaimana dicatat pada riset Tanya *et al.* (2020). Sejumlah penelitian lain yang dijadikan rujukan, seperti Miah *et al.* (2017) dan Rani *et al.* (2020), tidak menyertakan metrik akurasi maupun nilai loss secara terperinci. Oleh sebab itu, model yang dikembangkan dalam studi ini dapat dipandang memiliki keunggulan serta transparansi yang lebih baik karena menyajikan performa terukur, terdokumentasi, dan dapat direplikasi secara jelas.

7.2 Penilaian Kinerja Pegawai dalam Pandangan Islam

Penilaian kinerja pegawai dalam perspektif Islam merupakan bagian dari amanah yang melekat pada setiap individu yang diberikan tugas atau tanggung jawab. Dalam sistem birokrasi modern, penilaian kinerja dilakukan untuk mengukur sejauh mana pegawai menjalankan tugas secara profesional, efisien, dan bertanggung jawab. Islam memandang bahwa setiap pekerjaan harus dilakukan secara sungguh-sungguh dan penuh keikhlasan sebagai bentuk pengabdian kepada Allah SWT dan masyarakat.

Dasar konsep penilaian kinerja dalam Islam dapat dikaitkan dengan prinsip amanah dan itqan (profesionalisme), yang menjadi landasan moral dan spiritual bagi setiap Muslim dalam melaksanakan tugasnya. Seorang pegawai tidak hanya bertanggung jawab kepada atasan atau institusi, tetapi juga bertanggung jawab kepada Allah SWT atas segala amal perbuatannya, termasuk dalam menjalankan pekerjaannya.

Firman Allah SWT dalam QS. At-Taubah (9): 105 menjelaskan:

وَقُلْ أَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ إِلَى عِلْمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُبَيِّنُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ

"Dan katakanlah, kepada mereka yang bertobat, "Bekerjalah kamu, dengan berbagai pekerjaan yang mendatangkan manfaat, maka Allah akan melihat pekerjaanmu, yakni memberi penghargaan atas pekerjaanmu, begitu juga Rasul-Nya dan orang-orang mukmin juga akan menyaksikan dan menilai pekerjaanmu, dan kamu akan dikembalikan, yakni meninggal dunia dan pada hari kebangkitan semua makhluk akan kembali kepada Allah Yang Mengetahui yang gaib dan yang nyata, lalu diberitakanNya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan di dunia, baik yang kamu tampakkan atau yang kamu sembunyikan." (QS. At-Taubah: 105)

Ayat ini menegaskan bahwa setiap pekerjaan yang dilakukan oleh manusia berada dalam pengawasan langsung dari Allah, Rasul, dan masyarakat. Oleh karena itu, Islam menekankan pentingnya melakukan pekerjaan dengan sebaik-baiknya, bukan semata untuk pencapaian duniawi, tetapi juga sebagai bentuk tanggung jawab akhirat.

Dalam Al-Qur'an juga dijelaskan pentingnya memilih orang-orang yang kompeten dan dapat dipercaya untuk menjalankan suatu amanah pekerjaan. Sebagaimana firman Allah SWT dalam QS. Yusuf (12): 55:

فَالْأَجْلُنِي عَلَى حَرَائِنِ الْأَرْضِ إِنِّي حَفِظٌ عَلَيْمٌ

"Dia (Yusuf) berkata: 'Jadikanlah aku bendaharawan negara (Mesir); sesungguhnya aku adalah orang yang pandai menjaga (hafizh) dan berpengetahuan (alim).'" (QS. Yusuf: 55)

Ayat ini menunjukkan bahwa penunjukan seseorang dalam jabatan publik harus berdasarkan dua kriteria utama: keamanan (integritas) dan kompetensi (kemampuan). Dalam konteks penilaian kinerja, pegawai yang memiliki kedua sifat ini dinilai memiliki performa baik menurut perspektif Islam.

Dari sisi hadis, Rasulullah SAW juga mengajarkan bahwa setiap individu bertanggung jawab atas tugas yang diembannya:

كُلُّمَا رَأَيْتُمْ وَكُلُّمَا مَسْئُولٌ عَنْ رَعْبِتِهِ

"Setiap kalian adalah pemimpin, dan setiap kalian akan dimintai pertanggungjawaban atas apa yang dipimpinnya." (HR. Bukhari dan Muslim)

Hadis ini menjadi prinsip dasar bahwa penilaian kinerja bukan hanya untuk evaluasi administratif, tetapi juga sebagai pertanggungjawaban moral dan spiritual di hadapan Allah. Selain itu, profesionalisme dalam bekerja juga dijelaskan dalam sabda Rasulullah SAW:

إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ إِذَا عَمِلَ أَحَدُكُمْ عَمَلاً أَنْ يُنْقَلِّهُ

"Sesungguhnya Allah mencintai jika salah seorang di antara kalian melakukan suatu pekerjaan, maka dia melakukannya dengan itqan (profesional dan sungguh-sungguh)." (HR. Abu Ya'la dan Thabrani)

Berdasarkan ayat dan hadis tersebut, penilaian kinerja dalam Islam seharusnya tidak hanya menilai kuantitas output, tetapi juga mencakup dimensi integritas, akhlak kerja, tanggung jawab sosial, dan niat yang tulus dalam bekerja. Penilaian yang bersifat holistik ini akan mendorong terbentuknya pegawai yang tidak hanya berprestasi, tetapi juga berkarakter dan berakhlak. Dalam konteks ini, sistem evaluasi kinerja yang diterapkan dalam instansi atau lembaga modern dapat diintegrasikan dengan nilai-nilai Islam, seperti keadilan dalam menilai, transparansi proses evaluasi, serta pemberian umpan balik yang konstruktif dan mendorong perbaikan berkelanjutan (*islah*). Ini sejalan dengan prinsip *muamalah* dalam Islam yang menjunjung tinggi keadilan, kejujuran, dan tanggung jawab.

7.3 Metode TOPSIS dan Backpropagation Neural Network dalam

Pandangan Islam

Metode TOPSIS dan BPNN merupakan dua pendekatan ilmiah yang banyak diterapkan dalam sistem klasifikasi serta sistem pendukung keputusan berbasis kecerdasan buatan. Kedua metode ini berfungsi untuk memfasilitasi proses penilaian terhadap berbagai alternatif atau objek dengan mempertimbangkan

sejumlah kriteria yang kompleks dan saling berhubungan. Dalam penerapannya pada sistem klasifikasi, keduanya berperan dalam menentukan kategori atau kelompok yang tepat bagi suatu entitas berdasarkan data serta pola tertentu. Sistem klasifikasi seperti ini menjadi landasan bagi berbagai bentuk analisis, seperti penilaian kinerja pegawai, pengelompokan tingkat risiko, evaluasi kualitas, hingga prediksi perilaku manusia maupun mesin, karena mampu menghasilkan keputusan yang logis, objektif, dan dapat diukur melalui pendekatan matematis.

Dalam perspektif Islam, sistem klasifikasi dan pengambilan keputusan tidak hanya dilihat dari sisi teknis dan matematis, tetapi juga dari sisi moral, etika, dan spiritual. Islam menempatkan keadilan ('*adl*), keseimbangan (*mīzān*), kebijaksanaan (*hikmah*), dan penggunaan akal ('*aql*) sebagai prinsip utama dalam proses penilaian dan pengambilan keputusan. Prinsip-prinsip tersebut memiliki kesesuaian dengan prinsip dasar yang diterapkan dalam metode TOPSIS dan BPNN.

Islam menegaskan bahwa setiap keputusan harus diambil secara adil dan tidak memihak, berdasarkan pertimbangan yang rasional serta terbebas dari hawa nafsu. Hal ini sebagaimana firman Allah Swt. dalam Surah An-Nisā' ayat 135:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا كُوْنُوا قَوَّامِينَ بِالْفِسْطَ شَهَدَاءَ اللَّهِ وَلَا عَلَى أَنْفُسِكُمْ أَوْ الْوَالِدِينَ وَالْأَقْرَبِينَ إِنْ يَكُنْ عَنِّيَا أَوْ فَقِيرًا فَاللَّهُ أَوْلَى بِهِمَا فَلَا تَنْتَعِثُوا إِلَيْهِمْ أَنْ تَعْدُلُوا وَإِنْ تَلْوَ أَوْ تُغْرِيْنَ فَإِنَّ اللَّهَ كَانَ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرًا

"Wahai orang-orang yang beriman! Jadilah kamu orang yang benar-benar menegakkan keadilan, menjadi saksi karena Allah, sekalipun terhadap dirimu sendiri atau terhadap ibu bapak dan kaum kerabatmu. Jika ia kaya ataupun miskin, maka Allah lebih tahu kemaslahatannya. Maka janganlah kamu mengikuti hawa nafsu karena ingin menyimpang dari kebenaran. Dan jika kamu memutarbalikkan (kata-kata) atau enggan menjadi saksi, maka sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan." (QS. An-Nisā': 135)

Ayat ini mengajarkan bahwa keadilan merupakan fondasi utama dalam menilai dan memutuskan sesuatu. Dalam konteks ilmiah, keadilan tersebut

tercermin dalam penerapan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, di mana setiap kriteria penilaian diberikan bobot yang proporsional sesuai tingkat kepentingannya. Prinsip ini memastikan agar tidak ada kriteria yang dinilai secara berlebihan ataupun diabaikan, sebagaimana Islam melarang segala bentuk ketimpangan dalam penilaian.

Prinsip keseimbangan juga menjadi salah satu dasar penting dalam Islam, sebagaimana difirmankan oleh Allah Swt. dalam Surah Ar-Rahmān ayat 7–9:

وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيزَانَ ﴿٧﴾ أَلَا تَطْغُوا فِي الْمِيزَانِ ﴿٨﴾ وَأَقِيمُوا الْوَرْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا
تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ

“Dan Allah telah meninggikan langit dan Dia meletakkan neraca (keseimbangan), supaya kamu jangan merusak keseimbangan itu. Dan tegakkanlah keseimbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi neraca itu.”
(QS. Ar-Rahmān: 7–9)

Ayat ini menggambarkan bahwa keseimbangan merupakan prinsip universal yang harus diterapkan dalam seluruh aspek kehidupan, termasuk dalam ilmu pengetahuan dan pengambilan keputusan. Dalam metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, prinsip keseimbangan ini terealisasi melalui proses normalisasi dan pembobotan data agar setiap kriteria memiliki pengaruh yang setara sesuai porsinya.

Adapun dalam metode *Backpropagation Neural Network*, nilai-nilai Islam tercermin melalui prinsip pembelajaran dan perbaikan berkelanjutan. Mekanisme *backpropagation* yang terus mengoreksi kesalahan hingga hasilnya semakin mendekati target dapat dianalogikan dengan konsep *muhāsabah* (introspeksi diri) dalam Islam. Rasulullah ﷺ bersabda:

الْكَيْسُ مَنْ دَانَ نَفْسَهُ، وَعَمِلَ لِمَا يَعْدَ الْمَوْتَ، وَالْعَاجِزُ مَنْ أَتَيَ نَفْسَهُ هَوَاهَا، وَتَمَّنَى عَلَى اللَّهِ الْأَمَانِيَّ

“Orang yang cerdas adalah orang yang mampu mengoreksi dirinya dan beramal untuk kehidupan setelah mati, sedangkan orang yang lemah adalah orang yang menuruti hawa nafsunya dan hanya berangan-angan kepada Allah.”

(HR. Tirmidzi, No. 2459)

Hadis ini menegaskan bahwa kecerdasan sejati bukan hanya kemampuan berpikir, melainkan juga kemampuan untuk mengevaluasi kesalahan dan memperbaikinya. Hal ini sejalan dengan prinsip *Backpropagation Neural Network* yang memperbaiki kesalahan (*error correction*) dalam setiap iterasi pembelajaran hingga mencapai hasil yang optimal.

Ulama besar seperti Imam Al-Ghazālī dalam *Iḥyā’ ‘Ulūm ad-Dīn* menekankan bahwa penggunaan akal dan ilmu dalam menimbang kebenaran merupakan ibadah yang mendekatkan manusia kepada Allah Swt. Akal, menurut beliau, adalah cahaya yang membimbing manusia untuk mencapai kebenaran dan menghindarkan dari kebatilan. Ibnu Qayyim al-Jauziyyah dalam *Madarij as-Sālikīn* juga menegaskan bahwa keadilan adalah inti dari seluruh hukum Allah, dan setiap sistem yang menegakkan keadilan hakikatnya berada dalam lingkup syariat Islam. Penerapan metode TOPSIS dan BPNN tidak hanya mencerminkan kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan, tetapi juga sejalan dengan nilai-nilai Islam yang mengedepankan keadilan, keseimbangan, rasionalitas, dan tanggung jawab moral. Sistem klasifikasi yang dibangun atas dasar kedua metode ini tidak semata-mata bersifat matematis, tetapi juga merepresentasikan prinsip *maṣlahah*, yaitu menghasilkan keputusan yang membawa kemanfaatan dan keadilan bagi manusia dengan tetap berlandaskan pada nilai-nilai ketuhanan.

BAB VIII

KESIMPULAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian menyeluruh serta analisis metode prediksi maka diperoleh simpulan akhir berikut ini:

- a. Penelitian ini ditujukan untuk merancang serta menilai kinerja sebuah sistem penilaian kinerja pegawai yang terintegrasi antara metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) dan *Backpropagation Neural Network* (BPNN) dalam konteks pemerintahan cerdas (smart governance). Dengan memanfaatkan data kinerja pegawai dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang tahun 2022, pendekatan ini dirancang untuk mengatasi berbagai keterbatasan sistem evaluasi konvensional yang cenderung subjektif, tidak konsisten, dan kurang adaptif terhadap dinamika indikator penilaian.
- b. Temuan pengujian mengindikasikan bahwa penerapan model terpadu TOPSIS-BPNN mencapai nilai loss yang sangat rendah 0,000465, yang mengindikasikan performa prediksi yang presisi dan andal. Model yang dikembangkan menunjukkan keunggulan signifikan baik dalam hal akurasi maupun dokumentasi metrik evaluasi. Selain itu, percobaan eksperimental dengan variasi arsitektur jaringan saraf dan iterasi memperkuat bahwa konfigurasi terbaik diperoleh pada struktur dengan 4 *hidden layer* dan 2000 iterasi tersebut merepresentasikan kondisi seimbang yang optimal antara akurasi dan efisiensi dalam pelatihan proses.

8.2 Saran

Dalam penelitian ini terdapat peluang yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengembangan bagi studi selanjutnya, sehingga penulis mengajukan beberapa rekomendasi:

- a. Penelitian bisa diterapkan menggunakan kumpulan data yang lebih besar dan mencakup beragam instansi atau wilayah guna meningkatkan generalisasi model. Selain itu, variasi dalam jabatan, unit kerja, dan jenjang organisasi juga dapat memperkaya dimensi analisis serta menguji robustnya model terhadap data yang heterogen.
- b. Mengintegrasikan metode lain seperti Long Short-Term Memory (LSTM), Convolutional Neural Network (CNN), atau ensemble learning (seperti XGBoost dan Random Forest) yang mungkin lebih adaptif terhadap pola non-linier dan dinamika waktu dalam data kinerja pegawai.
- c. Menerapkan model yang dikembangkan dalam skenario dunia nyata, seperti dalam proses evaluasi kinerja tahunan atau pemberian tunjangan kinerja. Pengujian ini akan memberikan wawasan yang lebih praktis tentang keandalan dan keterbatasan model ketika digunakan dalam konteks pengambilan keputusan aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Ghosh, B. Woolf, S. Zilberstein and A. Lan. (2020) "*Skill-based Career Path Modeling and Recommendation*", IEEE International Conference on Big Data(Big Data), pp. 1156-1165, <https://doi.org/10.1109/BigData50022.2020.9377992>.
- A. Rahmati and F. Noorbehbahani. (2017) "*A new hybrid method based on fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS for employee performance evaluation*", IEEE 4th International Conference on Knowledge-Based Engineering and Innovation (KBEI), Tehran, Iran, pp. 0165-0171, doi: 10.1109/KBEI.2017.8324965.
- D. M. Khairina, Ramadiani, S. Sahamur, A. Suyatno, S. Maharani and H. R. Hatta. (2018) "*Assessment of Teacher Performance Using Technique For Other Preference By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)*", Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC), Palembang, Indonesia, pp. 1-6, doi: 10.1109/IAC.2018.8780452.
- E. B. Sifah, H. Xia, C. N. A. Cobblah, Q. Xia, J. Gao and X. Du. (2020) "*BEMPAS: A Decentralized Employee Performance Assessment System Based on Blockchain for Smart City Governance*", in IEEE Access, vol. 8, pp. 99528-99539, 2020, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2997650>.
- F. Kafabih and U. Budiyanto. (2020) "*Determination of Annual Employee Salary Increase and Best Employee Reward Using the Fuzzy-TOPSIS Method*", 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT), Yogyakarta, Indonesia, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICoICT49345.2020.9166188.
- Febriyati, M. N., Sophan, M. K., & Yunitarini, R. (2016) "*Recruitment Warga Laboratorium Teknik Informatika Di Universitas*". Jurnal SimanteC, 5(3), 133–142.
- Gupta, Shubham & Soni, Umang & Kumar, G. (2019) "*Green supplier selection using multi-criterion decision making under fuzzy environment: A case study in automotive industry*". Computers & Industrial Engineering. 136. 663-680. 10.1016/j.cie.2019.07.038.
- Iftiyani, N. and Didimus Rumpak, A. (2019) "*PENGARUH TEKNOLOGI SMART CITY TERHADAP KINERJA APARATUR PEMERINTAH KOTA ADMINISTRASI JAKARTA UTARA*", Jurnal SISTEM INFORMASI. doi: 10.1109/SCORED.2016.7810034.

- Kaur, N. and Sood, S.K. (2017) “*A game theoretic approach for an IoT-based automated employee performance evaluation*”, IEEE Systems Journal, 11(3), pp. 1385–1394. doi: <https://doi.org/10.1109/JSYST.2015.2469102>.
- Mohammad Awadh, A. and Saad, M. (2013) “Impact of Organizational Culture on Employee Performance”.
- M. M. Hammad, *Artificial Neural Network and Deep Learning: Fundamentals and Theory*, 2024. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2408.16002>
- Q. Zhou, F. Liao, L. Ge and J. Sun. (2019) "Personalized Preference Collaborative Filtering: Job Recommendation for Graduates", IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCom/IOP/SCI), pp. 1055-1062, <https://doi.org/10.1109/SmartWorld-UIC-ATC-SCALCOM-IOP-SCI.2019.00203>.
- Scholl, H.J. and AlAwadhi, S. (2016) “*Smart governance as key to multi-jurisdictional smart city initiatives: The case of the eCityGov Alliance*”, Social Science Information, 55(2), pp. 255–277. Doi: <https://doi.org/10.1177/0539018416629230>.
- T. V. Yadalam, V. M. Gowda, V. S. Kumar, D. Girish and N. M. (2020) "Career Recommendation Systems using Content based Filtering", 5th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES), pp. 660-665, <https://doi.org/10.1109/ICCES48766.2020.9137992>.
- W. P. Sari, E. Cahyaningsih, D. I. Sensuse and H. Noprisson. (2016) "The welfare classification of Indonesian National Civil servant using TOPSIS and k-Nearest Neighbour (KNN)", IEEE Student Conference on Research and Development (SCORED), Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 1-5, doi: 10.1109/SCORED.2016.7810034.
- Wang, Kuo-Yan & Shun, Hsien-Yu. (2016) “*Applying Back Propagation Neural Networks in the Prediction of Management Associate Work Retention for Small and Medium Enterprises*”. Universal Journal of Management. 4. 223-227. 10.13189/ujm.2016.040501.
- Wang, Yihan. (2018) “*Application of TOPSIS and AHP in the Multi-Objective Decision-Making Problems*”. MATEC Web of Conferences. 228. 05002. 10.1051/matecconf/201822805002.
- Wibowo Almais, A. T., Crysdiyan, C., Holle, K., & Roihan, A. (2022) "Smart Assessment Menggunakan Backpropagation Neural Network", MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer, 21(3), 525-540, <https://doi.org/10.30812/matrik.v21i3.1469>.

Yang, L., Xu, H., & Jiang, Y. (2018) "Applied Research of Data Mining Technology in hospital staff appraisal". Procedia Computer Science, 131, 1282–1288, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.340>.

Yu, D., & Pan, T (2021). "Tracing knowledge diffusion of TOPSIS: A historical perspective from citation network". Expert Systems with Applications, 168(November), 114238. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114238>.