**Pemodelan Deep Neural Network (DNN) dalam Klasifikasi Jenis Industri IKM Kota Makassar**

PROPOSAL PENELITIAN

**M. FIKRI HAIKAL AYATULLAH**

**105841105522**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2025**

# KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadirat Allah SWT karena dengan izinn-Nya sehingga proposal yang disusun oleh peneliti terkait “**Pemodelan Deep Neural Network (DNN) dalam Klasifikasi Jenis Industri IKM Kota Makassar**” dapat di selesaikan oleh peneliti sebagai syarat untuk memenuhi penyusunan tugas akhir Prodi Informatika. Salawat dan salam tak lupa dihaturkan kepada Nabi yang menjadi suri tauladan yakni Nabi Muhammad SAW yang membawa peradaban dari kegelapan menuju ke terang menerang seperti saat ini dengan kata lain *Minadzulumati ilannur*.

Peneliti menyadari bahwa dlam proses penyusunan proposal penelitian ini bukan lah menjadi akhir dari sebuah pembelajaran, peneliti juga memahami bahwa proposal yang disusun masih sangat jauh dari kata sempurna dari segala aspek yang disebabkan keterbatasan pengetahuan dan pemahaman peneliti. Untuk itu peneliti megucapkan permohonan maaf yang sebesar besarnya atas segala keterbatasan tersebut. Dan mengharapkan saran, kritik serta masukan yang dapat menjadi motivasi bagi peneliti kedepannya

Peneliti juga tidak lupa mengucapkan terima kasih terhadap pihak pihak yang memberikan arahan dan masukan dalam proses penyusunan skripsi ini, khsusnya kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. H. Abd Rakhim Nanda, S.T., M.T IPU.** sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak **Ir. Muhammad Syafaat S. Kuba, S.T., M.T** Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak **Rizki Yusliana Bakti, S.T., M.T.** sebagai Ketua Prodi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu **Desi Anggreani, S.Kom., M.T** dan **Rizki Yusliana Bakti, S.T., M.T.** selaku dosen yang memberikan bimbingan serta arahan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
5. Segenap Bapak/Ibu Dosen Program studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Dimana telah menyalurkan pengalaman dan pengetahuan pengetahuan serta mendidik penulis selama proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Kepada kedua orang tua, saudara dan kelauarga tercinta. Peneliti mengucapakan terima kasih terhadap dukungan, doa serta dukungan moral maupun materi sehingga peneliti dapat menjalankan semua prosedur sesuai aturan.
7. Rekan - rekan mahasiswa utamanya dari Angkatan 2022 Prodi Informatika Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya selama menempuh Pendidikan serta penyelesaian penyususan proposal skripsi ini.
8. Teman Teman Kelas saya, Terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya selama menempuh Pendidikan serta penyelesaian penyususan skripsi ini.
9. Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sampai sejauh ini.

Semoga pihak pihak yang disebutkan diatas serta pihak yang tidak sempat disebutkan oleh peneliti meraih keridhohan disisi Allah SWT dan skripsi yang menjadi tugas akhir ini mampu memerikan dampak positif bagi peneliti, keluarga dan rekan serta masyarakat indonesia. Aamiin

***Billahi Fisabilhaq, Fastabiqul Khairat.***

***Wassalamualaikum Wr. Wb.***

MAKASSAR,10 September 2025

M. Fikri Haikal Ayatullah

# **DAFTAR ISI**

[KATA PENGANTAR ii](#_Toc211945816)

[**DAFTAR ISI** iv](#_Toc211945817)

[**DAFTAR GAMBAR** v](#_Toc211945818)

[**DAFTAR TABEL** vi](#_Toc211945819)

[**DAFTAR ISTILAH** vii](#_Toc211945820)

[**BAB I** 1](#_Toc211945821)

[**PENDAHULUAN** 1](#_Toc211945822)

[**A.** **Latar Belakang** 1](#_Toc211945823)

[**B.** **Rumusan Masalah** 3](#_Toc211945824)

[**C.** **Tujuan Penelitian** 3](#_Toc211945825)

[**D.** **Manfaat Penelitian** 4](#_Toc211945826)

[**E.** **Ruang Lingkup Penelitian** 5](#_Toc211945827)

[**F.** **Sistematika Penulisan** 6](#_Toc211945828)

[**BAB II** 7](#_Toc211945829)

[**TINJAUAN PUSTAKA** 7](#_Toc211945830)

[**A.** **Landasan Teori** 7](#_Toc211945831)

[**B.** **Penelitian Terkait** 20](#_Toc211945832)

[**C.** **Kerangka Berfikir** 22](#_Toc211945833)

[**BAB III** 23](#_Toc211945834)

[**METODE PENELITIAN** 23](#_Toc211945835)

[**A.** **Tempat dan waktu penelitian** 23](#_Toc211945836)

[**B.** **Alat dan bahan** 24](#_Toc211945837)

[**C.** **Perancangan system** 24](#_Toc211945838)

[**D.** **Teknik pengujian system** 28](#_Toc211945839)

[**E.** **Teknik analisis data** 29](#_Toc211945840)

[**DAFTAR PUSTAKA** 31](#_Toc211945841)

# **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Kerangka berfikir 22

Gambar 2. Flowchart DNN 25

Gambar 3. Flowchart sistem 26

# **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Penelitian terdahulu 21

Tabel 2. Waktu penelitian 23

# **DAFTAR ISTILAH**

Deep Neural Network 2

Supervised learning 9

Artificial intelegence 11

Deep learning 11

Hidden layer 13

Feedfordward 14

Backpropagation 14

Sigmoid function 16

ReLU 16

Softmax function 16

# **BAB I**

# **PENDAHULUAN**

## **Latar Belakang**

Industri kecil menengah (IKM) memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi (Yusniati et al., 2024) di Kota Makassar karena mampu menyerap tenaga kerja dan meningkatkan daya saing produk lokal. Sektor ini menjadi pilar utama pembangunan ekonomi daerah karena kontribusinya yang besar dalam penyerapan tenaga kerja dan pengurangan angka kemiskinan (Alfarisi & Sitania, 2024). Selain itu IKM juga merupakan tulang punggung sutu negara karena berperan sebagai slaah satu penyedia lapangan kerja bagi populasi usia yang produktif sekaligus menjadi penggerak utama dalam Pembangunan ekonomi.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik yang dikutip pada tahun 2022 menunjukkan bahwa industri kecil menengah menyerap sebesar 66,25% dari total tenaga kerja sektor industri pengolahan. Tetapi kontribusinya terhadap PDB masih dibawah 20% yang Dimana jauh lebih kecil jikalau dibandingkan dengan industri besar yang hamper menyumbang 80%. Dan sempat mengalami fluktuasi pada tahun 2021 sebesar 33% dan Kembali pulih secara perlahan di tahun 2022 dengan peningkatan 8,60%.(Darmawati & Arafat, 2022)

Namun, penentuan jenis industri yang sesuai bagi individu dan kelompok yang ingin membangun usaha masih dilakukan secara manual tanpa analisis data yang komprehensif, sehingga banyak pelaku usaha mengalami ketidaksesuaian antara jenis industri yang dijalankan berdasarkan kondisi wilayah, jumlah tenaga kerja, badan usaha, dan nilai investasi yang dimiliki pelaku usaha(Akbar & Koja, 2024). Hal tersebut terjadi karena beberapa faktor seperti jumlah tenaga kerja dan lokasi yang tidak sesuai dengan industri yang dijalankan, dan yang kedua adalah management nilai investasi yang kurang stabil dengan kebutuhan sehingga mengakibatkan ketidaksesuaian saat industri berjalan.

Selain itu, penelitian sebelumnya juga mengungkapkan bahwa adanya perbedaan pertumbuhan IKM pada wilyah wilayah tertentu di kabupaten/kota baik di lingkup kecamatan, kelurahan serta jalan yang mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan dalam pengembangan IKM antar wilayah di kabupaten/kota yang berujung pada terhambatnya pertumbuhan ekonomi(Muzzaila Esta et al., 2025). Selain itu perbedaan spasial mencolok antar wilayah di perkotaan sangat mempengaruhi jenis industri yang akan dijalankan oleh calon pelaku usaha(Muzzaila Esta et al., 2025) jika tidak memperhatikan segala aspek kondisi lingkungan sekitar.

Permasalahan permasalahan tersebut menunjukkan perlunya pendekatan berbasis kecerdasan buatan untuk membantu mengidentifikasi jenis industri yang sesuai dengan cara memberikan klasifikasi berdasarkan karakteristik yang dimiliki calon pelaku usaha baik dari segi alamat, jumlah tenaga kerja, nilai investasi, dan badan usaha baik masih dalam perencanaan atau yang sedang dijalankan. Beberapa penelitian, seperti (Chintya Adelina & Situmorang, 2024) dan (Lestari et al., 2022), menunjukkan bahwa penerapan machine learning dan pendekatan kecerdasan buatan dapat meningkatkan efektivitas klasifikasi program industri kecil menengah secara signifikan dibandingkan metode manual dalam menentukan arah IKM kedepannya agar lebih sesuai berdasarkan kebutuhan Masyarakat sekitar sehingga meminimalisir tingkat kegagalan dalam industri yang dijalankan oleh pelaku usaha.

Berdasarkan uraian tersebut, kecerdasan buatan khususnya deep learning diperlukan untuk membantu calon pelaku usaha untuk mengidentifikasi jenis industri yang sesuai. Dalam hal ini, ***Deep Neural Network (DNN)*** dinilai mampu mengenali pola kompleks dari variabel seperti lokasi, tenaga kerja, badan usaha, dan nilai investasi (Miikkulainen et al., 2023) sehingga dapat menghasilkan klasifikasi jenis industri yang lebih akurat. Dalam bidang sains dan teknik, DNN juga terbukti dapat mengenali pola system baik yang linear ataupun non-linear sehingga sangat membantu dalam menangani data yang memiliki variasi lebih(Zancato & Chiuso, 2021). Melalui penelitian ini diharapkan terbentuk model klasifikasi yang dapat memberikan rekomendasi jenis industri IKM yang tepat bagi individu maupun kelompok di Kota Makassar, sehingga hasil penelitian ini dapat mendukung pengembangan IKM yang lebih terarah, efisien, dan berdaya saing.

## **Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan diatas, permasalahan pokok yang dihadapi adalah:

1. Bagaimana penerapan metode Deep Neural Network (DNN) dalam melakukan klasifikasi dan memeberikan hasil prediksi terhadap jenis industry kota Makassar?
2. Bagaimana hasil penerapan Deep Neural Network mampu menghasilkan prediksi yang akurat untuk mendukung pengambilan Keputusan dalam pengembangan IKM Kota Makassar?

## **Tujuan Penelitian**

Berdasarkan uraian rumusan maslah yang telah dipaparkan, tujuan penelitian ini dirumuskan untuk menjawab pertanyaan penelitian, yaitu:

1. Menerapkan metode Deep Neural Network dalam melakukan klasifikasi terhadap jenis industri kecil menengah atau IKM di Kota Makassar
2. Menganalisis Tingkat akurasi dan kinerja Model DNN dalam menghasilkan prediksi yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan Keputusan dalam pengembangan IKM

## **Manfaat Penelitian**

1. Manfaat penelitian terhadap penulis

Penelitian ini akan memberikan pemahaman yang kepada penulis dalam memperluas wawasan dalam bidang informatika khususnya kecerdasan buatan dalam hal ini Deep Neural Network (DNN) dan penerapannya dalam sektor industri Kota Makassar. Melalui peneletian ini pula peneliti akan memperoleh pemahaman lebih dalam pengolahan data, perancangan arsitektur jaringan saraf tiruan serta evaluasi model klasifikasi yang berbasis terhadap data industri. Selain itu, peneliti akan mendapat pengalaman langsung dalam menerapkan model deep learning dengan permasalahan nyata yang terjadi pada sektor ekonomi daerah sehingga dapat meeningkatkan kemampuan analisis, pemrograman dan penelitian ilmiah bagi penulis.

1. Manfaat dan Kontribusi Penelitian Masyarakat

Secara praktis, manfaat penelitian yang dilakukan oleh penulis memiliki manfaat yang sangat signifikan terhadap Masyarakat khususnya pelaku Industri Kecil dan Menengah I(KM) di Kota Makassar. Karena hasil dari pemodelan deep learning yang dilakukan dalam hal ini Deep Neural Network (DNN) dapat memberikan hasil klasifikasi berupa rekomendasi jenis industry yang sesuai dengan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan calon pengembang industri seperti Alamat, jumlah tenaga kerja, nilai investasi, dan badan usaha yang dapat menentukan arah bisnis industri dengan lebih tepat dan meminimalisir ketidaksesuaian hingga kegagalan usaha serta mendorong efisiensi dan daya saing yang tinggi di sektor IKM Tingkat kabupaten/kota diama secara tidak langsung penerapan model deep learning ini juha dapat mendukung pertumbuhan ekonomi Masyarakat dalam menciptakan lapangan kerja sesuai dengan potensi wilayah.

1. Manfaat Penelitian Terhadap Dinas Perindustrian dan Perdagangan

Penelitian ini memberikan kontribusi yang nyata terhadap Dinas Perindustrian dan Perdagangan dalam pengeloalaan dan pengembangan sektor IKM berbasis data. Model klasifikasi yang di hasilkan dari pemodelan Deep Neural Network dapat digunakan sebagai landasan dalam analisis pola dan tren perkembangan jenis industri, memetakan sektor unggulan di tiap wilayah Kota Makassar, Menyusun strategi pemberdayaan IKM yang lebih terarah serta mendukung pengambilan Keputusan terkait kebijakan ekonomi daerah dengan pendekatan kecerdasan buatan berbasis data yang komprehensif.

## **Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada penerapan metode Deep Neural Network untuk memeberikan klasisikasi jenis industri kecil menengah yang sesuai di Kota Makassar berdasarkan data IKM Kota Makassar. Data yang digunakan berasal dari Dinas Perindustrian Dan Perdagangan Sulawesi Selatan dan mencakup beberapa informasi utama seperti Alamat yang menjadi Lokasi usaha, jumlah tenaga kerja, nilai investasi, bentuk badan usaha, serta jenis industri. Data yang diteliti secara spesifik berfokus untuk wilayah Kota Makassar saja dan bersifat sekunder yang diperoleh resmi dari pemerintah daerah. Penelitian ini melalui berapa tahapan meliputi data preprocessing, normalisasi, split data, pelatihan model DNN, evaluasi menggunakan confusion matrix (akurasi, presisi,recall, F1-score) serta visualisasi SHAP untuk menjelaskan mengapa model DNN menghasilkan prediksi tertentu dan ruang lingkup penelitian ini juga berfokus pada pengembangan klasifikasi IKM menggunakan model DNN tanpa pembuatan system aplikasi atau website antarmuka.

## **Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan proposal penelitian ini dirancang dalam tiga bab komprehensif sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menerangkang secara singkat dan jelas dasar ilmiah dilaksanakannya penelitian. Mencakup latar belakang penulisan penelitian , rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan permasalahan metodologi yang digunakan dan sistematikan penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini membahas tentang teori-teori yang melandasi penulis dalam melaksanakan penelitian seperti metode dan algoritma yang terkait dengan peneliitian ini. Pada bab ini juga berisi penjelasan dari penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini.

**BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini membahas dengan detail tentang tahapan pelaksanaan penelitian, metode yang digunakan dalam meelakukan penelitian, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, rancangan sistem penelitian dan teknik analisis data.

# **BAB II**

# **TINJAUAN PUSTAKA**

## **Landasan Teori**

1. Industri Kecil Menengah (IKM)

Industri Kecil Menengah (IKM) merupakan sektor usaha yang di kategorikan berdasarkan jumlah tenaga kerja dan nilai investasi berdasarkan jumlah tenaga kerja dan nilai investasi sesuai dengan peraturan mentri perindustrian di tahun 2016. Menerangkan bahwa industri kecil merupakan indsutri yang memiliki tenaga kerja maksimal 19 orang dan nilai investasinya bernilai dibawah 1 milliar, sedangkan industri menengah mempekerjakan 20 hingga 99 tenaga kerja serta memiliki nilai investasi antara 1 milliar hingga kurang dari 10 milliar. Defenisi diatas menegaskan bahwa IKM memiliki skala usaha terbatas tetapi memegang peran penting dalam proses produksi yang memberikan nilai tambah pada bahan baku yang digunakan(Andri, 2013).

IKM memiliki karakteristik yang sangat khas, meliputi skala tenaga kerja yang relative kecil, penggunaan modal yang terbatas, dan jenis usaha yang beragam mulai dari kerajianan tangan, makanan dan minuman hingga manufaktur sederhana. IKM biasanya mengoperasikan teknologi yang sederhana bersifat padat karya dan lebih mengandalkan sumber daya yang ada di sekitar atau local. Modal yang relative terbatas membuat IKM lebih mengutamakan efisinesi dalam pengelolaan tenga kerja dan sumber daya yang ada(Muda et al., 2019). Industri Kecil biasanya memiliki struktur organisasi sederhana dan pembiayaan modal yang bergantung pada keluarga atau kerabat sedangkan industri menengah memiliki manajemen usaha yang lebih baik dan lengkap.

Peranan Industri Kecil Menengah dalam membangun perekonomian daerah sangat strategis karena sektor ini mampu menyerap tenaga kerja dalam jumlah yang tergolong besar sehingga memiliki kontribusi dalam Upaya meminimalisir pengangguran dan kemiskinan di tiap daerah. IKM juga berperan dalam pemerataan distribusi ekonomi di berbagai daerah dan memberikan dampak yang sangat besar produk produk domestik bruto (PDB). Selain itu, IKM sering menjadi sumber inovasi dan pengembangan ide dengan kemampuan beradaptasi dalam menghadapi kebutuhan pasar yang menjadikannya sebagai penggerak ekomomi local yang strategis.

Industri kecil menengah (IKM) memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi (Yusniati et al., 2024) di Kota Makassar karena mampu menyerap tenaga kerja dan meningkatkan daya saing produk lokal. Sektor ini menjadi pilar utama pembangunan ekonomi daerah karena kontribusinya yang besar dalam penyerapan tenaga kerja dan pengurangan angka kemiskinan (Alfarisi & Sitania, 2024). Selain itu IKM juga merupakan tulang punggung sutu negara karena berperan sebagai slaah satu penyedia lapangan kerja bagi populasi usia yang produktif sekaligus menjadi penggerak utama dalam Pembangunan ekonomi.

IKM di Kota makassar tergolong aktif dengan ribuan pelaku usaha kecil dan menengah yang tersevbar di berbagai sektor. Banyak usaha yang di dominasi ileh kerajianan dan kulineryang menjadi ciri khas ekonomi local(Muzzaila Esta et al., 2025). Dinas koperasi dan UMKM kota Makassar mencatat pertumbuhan positif meskipun masih dihadapkan pada keterbatasan modal dan juga teknologi yang memadai untuk meningkattkan produktivitas. Hal ini menunjukkan bahwa IKM di Kota Makassar masih berkembang dan memliki potensi pengembangan di masa mendatang(Reihanah et al., 2024).

1. Klasifikasi

Klasifikasi Adalah salah satu metode utama yang digunakan dalam supervised learning. Dimana klasifikasi merupakan sebuah metode pendekatan berbasis pembelajaran mesin yang menggunakan data berlabel dalam proses melatih model sehingga mampu mengenali sebuah pola dan memberikan hasil prediksi terhadap data yang baru(Dwinnie et al., 2023).

Dalam supervised learning, setiap data memiliki pasangan yakni fitur input dan juga fitur output atau yang biasa dikenal dengan label atau kelas target, sehingga algoritma dapat mempelajari hubungan dari fitur input dan output tersebut(Hakim et al., 2024). Proses ini menghasilkan fungsi pemetaan yang berawal dari ruang input ke output yang dinyatakan sebagai : XY, Dimana huruf X merupakan symbol untuk himpunan fitur sedangkan Y merupakan label atau target kelas misalnya jenis industri(Nopebrian et al., 2025).

Tujuan utama klasifikasi membuat agar system dapat mengenali pola pola yang terdapat di dalam data historis dan memberikan prediksi kelas dari data baru dengan Tingkat akurasi yang tinggi(Fahmi, 2023). Pendekatan klasifikasi banyak digunakan di berbagai bidang seperti industri dan Kesehatan karena mampu menangani data yang kompleks dan beragam. Selain itu, dalam konteks supervised learning klasifikasi bertujuan agar meminimalisir kesalahan prediksi dengan menyesuaikan bobot model terhadap pola data pelatihan yang digunakan. Secara harfiah, tujuan klasifikasi mencakup point point sebagai berikut:

* 1. Menghasilkan prediksi kelas secara otomatis untuk kedepannya berdasarkan data lampau yang telah dipelajari.
  2. Meningkatkan kestabilan dan efisiensi dalam proses pengambilan sebuah Keputusan atau kebijakan agar mengurangi intervensi manual manusia.
  3. Mendukung proses analisis berbasis data dan memberikan hasil yang objektif, terukur dan juga konsisten dalam penerapannya.
  4. Meningkatkan akurasi rekomendasi dan pemetaan kategori dalam konteks prekenomian, industri, maupun bagi Masyarakat sekitar(Wijaya & Yuniarto, 2024).

Penerapan klasifikasi sangat relevan dengan analisis data industri kecil menengah yang umumnya memiliki sifat yang terstruktur. Dengan klasifiksi, model dapat memberikan kategori industri yang paling sesuai berdasarkan variabel variabel yang digunakan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis, klasifikasi digunakan untuk mengelompokkan jenis industri yang sesuai serta memiliki Tingkat resiko kegagalan dan ketidaksesuaian yang rendah berdasarkan atribut atribut seperti alamat, jumlah tenaga kerja, nilai investasi dan juga badan usaha. Proses ini diharapkan memungkinkan system untuk memberikan hasil hail klasifikasi yang akurat dan guna mendukung perencanaan serta pengembangan IKM secara optimal dan tepat sasaran(Muzzaila Esta et al., 2025).

1. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan atau artificial Intelegence (AI) merupakan cabang dari ilmu computer yang berfokus pada pengembangan system yang mampu meniru kemampuan dalam berfikir dan mengambil keputusan layaknya yang dilakukan manusia. Sistem kecerdasan buatan dirancang untuk melakukan tugas tugas yang memerlukan kecerdasan manusia seperti pengenalan pola, pembelajaran, analisis dan juga adaptasi terhadap lingkungan.

Pada penelitian yang dilakukan (Kaplan & Haenlein, 2019) AI dapat di defenisikan sebagai kemampuan yang dimiliki computer untuk melakukan fungsi kognitif seperti reasoning, learning dan problem solving yang biasanya melakukan intervensi manusia. Dalam konteks modern, AI tidak hanya mencakup algoritma tetapi juga mencakup system pembelajaran mandiri berdasarkan data atau yang biasa dibut machine learning dan deep learning.

Dalam perkembanganyya, kecerdasan buatan pertama kali diperkenalkan pada tahun 1956 oleh John McCharty yang sekarang disebut bapak AI pada konferensi Darmouth College. Sejak itu AI berkembang pesat melalui beberapa genarasi:

1. Tahun 1950 hingga 1970 dimana AI berfokus pada pemrograman simbolik dan logika yang formal.
2. Tahun 1980 sampai tahun 1990 menandai munculmya konsep machine learning yang memungkinkan system belajar dari data bukan sekedar aturan manual.
3. Tahun 2000 sampai sekarang kemunculan big data peningkatan komputasi dan algoritma deep learning membawa smuanya ke era yang lebih modern dan AI digunakan dalan berbagai bidang baik Kesehatan,industri dan pemerintahan(Prayitno et al., 2024).

Kecerdasan buatan memiliki beberpa komponen yang saling berinteraksi untuk meniru cara kerja manusia baik dalam berfikir ataupun belajar. Menurut (Ramdhani et al., 2020) komponen tersebut meliputi persepsi, penalaran, pembelajaran, perencaan dan Tindakan yang Dimana masing masing komponen memiliki peran masing masing seperti persepsi yang mengenali dan menafsirkan data, komponen pembelajaran yang meningkatkan kinerja system berdasarkan data ataupun aturan, perencanaan mencerminkan kemapuan system dalam menentukan Langkah yang optimal, yang terakhir atau Tindakan merupakan bentuk eksekusi dari keputusan yang direncanakan oleh system dan menghasilkan output terhadap suatu kondisi.

Kecerdasan buatan memiliki beberapa cabang uatama yang mendukung pengembangan system cerdas. Salah satu cabang penting Adalah machine learning yang memungkinkan computer belajar tanpa menggunakan eksplisit berdasarkan data. Cabang lanjutan dari machine learning Adalah deep learning yang memiliki banyak lapisan tersembunyi untuk mengnali pola pola yang kompleks dan menghasilkan prediksi atau kasifikasi yang lebih akurat(Miikkulainen et al., 2023).

1. Deep Neural Network (DNN)
2. Defenisi dan konsep dasar Deep Neural Network

Deep Neural Network (DNN) merupakan salah satu arsitektur dari deep learning yang dirancang untuk meniru kemempuan bekerja otak manusia dalam mengenali dan memproses sebuah informasi. DNN termasuk ke dalam kategori supervised learning, Dimana model latih menggunakan data yang sudah ada berlabel untuk mempelajari pola dan hubungan antar variabel. Selain itu, menurut (Kurniati et al., 2024) DNN merupakan pengembangan dari Artifical Neural Network (ANN) dengan lebih dari satu lapisan tersembunyi antara input dan output yang memungkinkan struktur berlapis ini mempelajari representasi data yang lebih dalam.

Setiap neuron dalam jaringan Deep Neural Network menerima sinyal dari neuron sebelumnya, lalu mengalikannya dengan nilai bobot tertentu, menambahkan bias kemudian memproses hasilnya melalui fungsi aktivitas untuk menghasilkan sebuah output. Dalam proses ini, jaringan mempelajari hubungan non-linear yang kompleks(Ariawan, 2025) antara variabel masukan dan keluaran. Dalam penelitian (Kurniati et al., 2024) menegaskan bahwa Deep Neural Network memiliki keunggulan utama dibandingkan dengan machine learning tradisional yaitu mampu mengekstraksi fitur kompleks tanpa intervensi manual. Dalam hal ini rumus yang terjadi dalam prhitungan neuron Adalah:

() +b

(z)

Dimana:

= input ke-i

= weight untuk input ke-i

= bias

= weighted sum (net input)

1. Arsitektur dan komponen utama Deep Neural Network

Secara umum, arsitektur Deep Neural Network terdiri atas 3 lapisan utama yaitu lapisan input yang berfungsi menerima data mentah yang akan di proses oleh jaringan. **Setian neuron** dalam input mewakili fitur dari dataset. Kedua yaitu **lapisan tersembunyi atau hidden layer** yang metupakan inti dari Deep Neural Network Dimana proses pembelajaran dilakukan. Neuron dalam lapisan tersembunyi melakukan proses yang matematis berupa perhitungan untuk mengahsilkan sebuah bias (Nada Nafisa et al., 2023). Proses ini membuat jaringan memepelajari fitur yang acak seiring bertambahnya kedalaman lapisan dan mampu mengenali pola yang lebih kompleks. Terakhir yaitu **output layer** yang memebrikan kelauaran berdasarkan input dan proses yang terjadi pada lapisan tersembunyi. Selain 3 struktur tama diatas Deep Neural Network juga meiliki komponen uatama yaitu bobot dan bias dengan fungsi menyesuaikan kekuatan dalam mengaitkan hubungan antar neuron (A. A. SG. Mas Karunia Maharani et al., 2022) serta proses aktivasi yang menentukan Langkah selanjutnya yang akan diteruskan.

Dalam hal ini hidden layer memberikan perhitungan tersendiri menggunakan rumus yaitu:

= + )

Dimana:

= output neuron ke-j di hidden layer

= weight dari input i ke neuron j

= bias untuk hidden neuron j

= activation function

Sedangkan dalam proses output layer setelah selesainya proses di hidden layer Adalah melakukan perhitungan yang apabila di manualkan akan memiliki pola perhitungan seperti ini:

Dimana:

= output neuron ke-k

= weight dari hidden neuron j ke output neuron k

=output dari hidden layer

= bias untuk output neuron k

= activation function (sigmoid untuk binary, softmax untuk multi-class)

Sedangkan untuk mendapatkan entropy loss untuk binary classification menggunakan rumus perhitungan dibawah:

N = jumlah data

yi = label actual (0 dan 1)

pi = propabilitas produksi

Sedangkan entropy losss untuk multi classification Adalah:

C = jumlah kelas

yij = label one-hot encoded

pij = propabilitas prediksi untuk kelas j

1. Feedforward dan Backpropagation

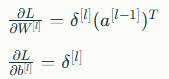
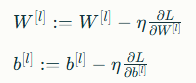
Pada model Deep Neural Network melalui 2 tahapan pembelajaran yaitu feedforward dan backpropagation. Pada tahap forward data input mulai dialirkan menuju ke lapisan tersembunyi hingga mendapatkan output Dimana tiap neuron dalam lapisan tersembunyi mengalikan nilai input dengan bobot yang sesai serta menambahkan bias dan menerapkan aktivasi untuk menghasilkan output (Gunawan et al., 2024).

Sementara itu, tahap backpropagation (A. A. SG. Mas Karunia Maharani et al., 2022) dimulai setelah jaringan menghasilkan output Dimana membandingkan hasil antara prediksi dengan nilai yang sebenarnya untuk menghitung errordan disebarkan ke seluruh jaringan dengan menggunakan gradient descent untuk memperbarui bobot dan juga biasnya. Proses ini akan dilakukan berulang kali hingga mencapai nilai minimum dalam mempelajari pola non-linear secara terukur.

Sementara Langkah Langkah yang dilakukan feedfordward untuk menghasilkan presikdi Adalah:

1. Input layer ke hidden layer merumuskan z = W x X + b dan menghasilkan (z)
2. mengarahkan hidden layer ke output layer dengan merumuskan W x + b maka menghasilkan (z)

Sementara itu backpropagation menghitung gradient dari loss function terhadap setiap weiht dan bias.

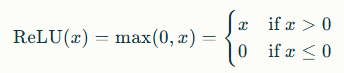
1. Calculate output layer delta
2. Propagate error Backward
3. calulate gradients
4. update weights
5. Fungsi Aktivasi pada Deep Neural Network

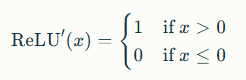
Fungsi ini menjadi salah satu komponen vital dalam jaringan syaraf karena dapat menentukan sinyal diteruskan antar neuron yang Dimana jikalau fungsi ini hilang maka jaringan hanya dapat mempelajari hubungan linear sehingga tidak dpat mengatasi data yang tergolong kompleks(Kurniati et al., 2024). Beberapa fungsi yang sering digunakan Deep Neural Network meliputi **Sigmoid Function** yakni fungsi mengubah nilai input menjadi rentang angka 0 dan 1 dalam memberikan keluaran bentuk propabilitas. **ReLU** Adalah fungsi mengaktifkan neuron dengan nilai positif dan menonaktifkan yang negative agar dapat mempercepat proses pelatihan dan mengatasi masalah vanishing gradient(A. A. SG. Mas Karunia Maharani et al., 2022). Yang terakhir Adalah **softmax function** yang mengonversi keluaran probabilitas antar kelas sehingga cocok dalam melakukan klasifikasi.

Adapun rumus dalam mendefenisikan sigmoid dan derivative sigmoid Adalah sebagai berikut

Sigmoid:(x)=

Derivative sigmoid: )

Sedangkan dalam ReLU mendefenisikan dengan pemaparan seperti rumus relu dibawah ini,

Dan derivative relu

Setelah ReLU selanjutnya Adalah proses softmax yang Dimana pemaparan rumus softmax Adalah.

Dimana:

Zi = input value untuk class i

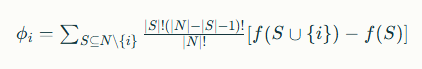
K = total jumlah classes

Output = propabilitas untuk setiap kelas dengan sumbernilai 1

1. Interpretabilitas Model dengan SHAP (Shapley Additive exPlanations)

Meskipun dalam penerapan Deep Neural Network memiliki kemampuan Tingkat tinggi untuk mengalasisis pola kompleks dan dapat memeberikan akurasi yang akurat. Namun di sisi lain model ini sulit menjelaskan bagaimana model menghasilkan Keputusan yang keluar. Pendekatan SHAP digunakan untuk mengatasi hal tersebut karena berfungsi menjelaskan setiap peran atau kontribusi variabel terhadap hasil prediksi yang dikeluarkan oleh model Deep Neural Network (Contreras et al., 2024).

Menurur (Lamane et al., 2025) SHAP Adalah metode interpretabilitas bebasis game theory yang berfungsi untuk mengihung nilai kontribusi masing masing dengan cara mengukur besarnya perubahan jika suatu fitur dimasukkan atau dihilangkan. Potif pada SHAP mengindikasikan fitur dapat meningkatkan prediksi dan mendukung kelas tertentu hal sebaliknya juga berlaku jikalau SHAP mengindikasikan negative pada fitur. Singkatnya SHAP dapat menentukan kontribusi dominan sebuah inputan atau fitur yang dapat mempengaruhi hasil kinerja model secara lebih detail, selain itu visualisasi SHAP berupa summary plot atau feature importance plot yang membantu menjelaskan hubungan antar variabel terhadap output yang dihasilkan secara intuitif.

Sedangkan untuk rumus dalam SHAP value dipaparkan untuk mengukur kontribusi tiap fitur. Rumus SHAP yaitu:

Dimana

= SHAP value intuk fitur i

N = set semua fitur

S = subset tanpa fitur i

= expected prediction dengan fitur set S

= ukuran subset S

= total jumlah fitur

Setelah itu setelah itu selesai maka dilanjut dengan SHAP additive model dan SHAP property values accuracy:

SHAP additive model

Dimana

g(z’) = explanation model

= expected model output

= SHAP value untuk fitur j

= feature presence indicator (0 or 1)

SHAP value local accuracy



1. Confusion Matrix

Confusion matrix merupakan sebuah fungsi yang digunakan untuk mengevaluasi peforma model clasifikasi dengan memberikan perbandingan antara hasil prediksi model dengan nilai nyata pada data uji(Setyawan et al., 2025). Matrix memiliki peran penting dalam menganalisis karena memberikan Gambaran yang detail terhadap jenis kesalahan yang dilakukan saat pemodelan baik pada klasifikasi biner maupun multi-kelas.

Penjelasan menurut penelitian (Hanum et al., 2024) juga menjelaskan bahwa confusion matrix Adalah table 4 kombinasi berbeda dari nilai prediksi dan actual yang memberikan informasi perbandingan klasifikasi dan yang dilakukan oleh model.

Dalam confusion matrix terdapat empat struktur yang menjadi tumpuan dalam proses klasifikasi diantaranya:

a. True Positive (TP) yang merupakan data actual positif yang di prediksi benar sebagai positif.

b. True Negative (TN) merupakan data actual yang di prediksi benar sebagai negatif.

c. False Positive (FP) merupakan data actual negatif yang salah di prediksi sebagai positif

d. False Negative (FN) merupakan data actual positif yang salah di prediksi sebagai negatif.

Berdasarkan prosesnya rumus evaluasi dalam confusion matrix dapat dihitung dengan menffunakan rumus sebagai berikut

Akurasi

Akurasi =

Presisi

Presisi =

Recall

Recall =

F1-Score

F1 = 2X

## **Penelitian Terkait**

Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan dan menganalisa terkait industri kecil menengah dengan berbagai tujuan untuk membangun prekonomian antar daerah di Indonesia yang memiliki manfaat besar bagi kehidupan bermasyarakat.

Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh (IKM 1) yang berfokus pada persebaran spasial industri kecil menengah dan industri rumah tangga berdasarkan infrastruktur dan juga akses ekonomi. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh (IKM 2) menganalisis pengaruh upah,tunjangan dan juga teknologi pada produktivitas tenaga kerja IKM dengan menggunakan regresi panel data yang menunjukkan produktivitas berpengaruh positif terhadap daya saing.

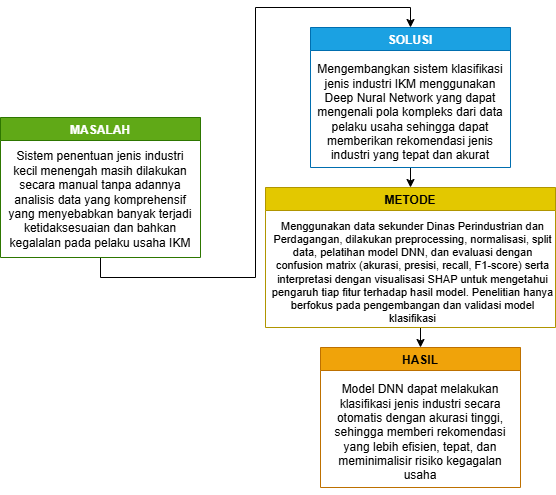
Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh (IKM 5) menilai bahwa pengaruhtenaga kerja,investasi dan pembukuan terhadap keuntungan IKM melalui analisis regresi berganda yang memberikan variabel yang berpengaruh terhadap keuntungan IKM dimana hal ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh (IKM 6) yang mengembangkan model klasifikasi program program IKM yang menggunakan naïve bayes.

Dengan menganalisa berbagai pendekatan yang telah diteliti sebelumnya, system klasifikasi IKM lebih spesifik yang mengarah ke jenis industri yang cocok berdasarkan Alamat, badan usaha, nilai investasi, dan jumlah tenaga kerja dapat dilakukan untuk mengembangkan penelitian sebelumnya dengan tujuan memberikan analisis klasifikasi jenis industry yang sesuai pada calon pelaku usaha secara lebih komprehensif dan mencapai Tingkat akurasi sesuai dengan hasil yang diharapkan yang Dimana tidak hanya berfokus kepada keuntungan, daya saing dan pengembangan tetapi hal yang lebih mendasar lagi sebelum memasuki tahap tapan tersebut agar dapat meminimalisir Tingkat ketidaksesuaian bahkan kegalalan pelaku usaha yang menjalankan IKM. Rangkuman beberapa penelitian ditampilkan pada table 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Peneliti & Tahun** | **Tujuan** | **Metode** | **Hasil** | **Keterbatasan** |
| (Muzzaila Esta et al., 2025) | Mengalisis pola spasial persebaran IKM dan industri IRT serta factor factor yang mempengaruhinya | Analisis deskriptif berdasarkan data spasial dan literatur. | IKM terkonsentrasi di wilayah perkotaan sedangkan IRT di pedesaan. | Tidak menggunakan analisis yang prediktif atau kecerdasan buatan. |
| (Darmawati & Arafat, 2022) | Mengkaji hubungan produktifitas tenaga kerja dengan daya saing IKM. | Analisis regresi panel data | Produktivitas berpengaruh positif terhadap daya saing IKM | Belum melakukan analis dengan data skala besar |
| (Yusniati et al., 2024) | Menilai pengaruh tenaga kerja, modal dan pembukuan terhadap keuntungan IKM | Analisis regresi berganda | Tenaga krja dan modal berpengaruh signifikan pada keuntungan | Model masih bersifat linear dan kurang kompleks. |
| (Chintya Adelina & Situmorang, 2024) | Mengembangkan model klasifikasi IKM berbasis machine learning | Algoritma naïve bayes supervised learning | Akurasi memliki hasil 78,8% untuk mengklasifikasi program IKM. | Terbatas pada model sederhana dan menghadapi masalah class imbalance |

Table 1. penelitian terdahulu

## **Kerangka Berfikir**

Krangka berfikir merupakan model yang konseptual yang menjelaskan bagaimana teori behubungan dengan factor yang telah di identifikasi pada suatu masalah yang penting. Ilustrasi kerangka piker penelitian ini dapat diliahat pada gambar 1.

Gambar 1. Kerangka pikir

# **BAB III**

# **METODE PENELITIAN**

## **Tempat dan waktu penelitian**

Penelitian ini dilakukan di dinas Perindustrian dan perdagangan Sulawesi Selatan. Proses penelitian ini dimulai dengan menlakukan analisis terhadap kondisi yang dialami masyaratkat sekitar terkait industri kecil menengah. Setelah itu dilakukan proses penelitan lebih mendalam mulai dari studei literatur, pengumpulan dan persiapan data IKM, pemodelan metode hingga pengujian menyeluruh dan menghasilkan hasil klasifikasi industri. Penelitian ini direncanakan akan dilaksanakan dalam periode waktu 2 bulan. Rincian alokasi waktu untuk setiap tahapan akan mengikuti jadwal penelitian yang telah disusun. Jadwal dan waktu penelitian ditampilkan pada table 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Kegiatan | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
| 1 | Analisis kondisi dan perumusan masalah |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Perancangan system dan desain arsitektur |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Implementasi model DNN (coding) |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Pengujian hasil system dan evaluasi model |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Analisis data dan penyusunan hasil penelitian |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Revisi, penyusunan laporan akhir |  |  |  |  |  |  |  |  |

Table 2. waktu penelitian

## **Alat dan bahan**

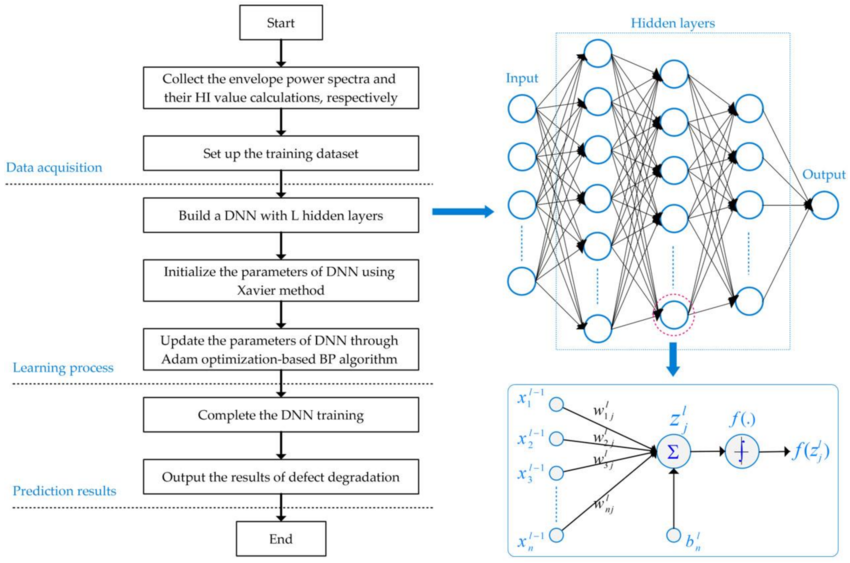
Adapun alat dan nahan yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Kebutuhan hardware (perangkat keras)
2. Laptop Asus vivobook Go 14/15
3. Ram 8 atau lebih dengan storage 512 atau lebih
4. Kebutuhan software (perangkat lunak)
5. System operasi: windows 11
6. Lingkungan pengembangan: *visual studio code*
7. Bahasa pemrograman python yang menjadi Bahasa pemrograman utama
8. Pustaka yang digunakan,
9. Numpy, digunkan untuk melakukan komputasi numerik dan manipulasi aarray multidimensi.
10. Pandas, sebagai Pustaka yang berfungsi untuk membaca, membersihkan dan memanipulasi data tabular (kolom dan baris)
11. Matplotlib dan Seaborn, sebagai pilihan utama dalam proses visualisasi data dan hasil nalisis model.
12. Scikit-learn, digunakan untuk preprocessing data, split dataset, serta mengevaluasi model dengan metrik (confusion matrix).
13. Tenserflow dan Keras, Pustaka yang digunakan untuk menjalankan model Deep neural network seperti membangun, melatih dan menguji model.

## **Perancangan system**

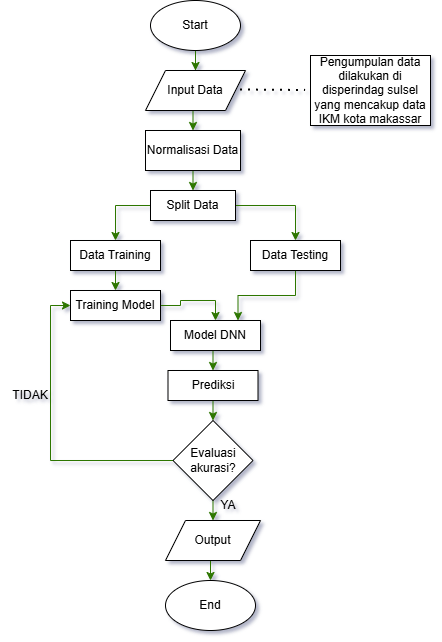
Perancangan sistem klasifikasi jenis industry IKM di kota makassar berabasis Deep Neural Network mengadopsi pendekatan berbasis pembelajaran mesin yang mengintegrasikan komponen utama agar mencapai hasil klasifikasi yang akurat. Sistem ini dirancang untuk mengelola data data IKM kota makassar yang meliputi atribut atribut atau input seperti jumlah tenaga kerja, nilai investasi, badan usaha, dan juga Lokasi lalu kemudian memprediksi jenis industry yang relevan yang berpatokan pada variabel output pada data yakni jenis industri.

Arsitektur sistem secara umum di ilustrasikan dalam diagram sistem yang biasa disebut dengan flowchart yang menunjukkan alur dari Deep Neural Network mulai dari tahap awal hingga interpretasi hasil.

Flowchart model Deep Neural Network ditampilkan pada gambar 2 dibawah ini.

Gambar 2. Flowchart DNN

*Sumber:* [*https://www.researchgate.net/figure/The-flowchart-of-the-proposed-deep-neural-network-DNN-approach-for-predicting-bearing\_fig4\_329134174*](https://www.researchgate.net/figure/The-flowchart-of-the-proposed-deep-neural-network-DNN-approach-for-predicting-bearing_fig4_329134174)

Sedangkan flowchart desain sistem utama ditampilkan pada gambar 3 sebagai berikut.

Gambar 3. Flowchart sistem

Penjelasan flowchart rancangan penelitian pada gambar 3 diatas Adalah sebagai berikut.

1. Mulai

Dimana proses dimulai

1. Input Data

Tahap pengumpulan data menjadi sumber utama untuk di analisis yang dikumpulkan di tempat terkait untuk diproses lebih lanjut.

1. Normalisasi data

Tahap praproses data dilakukan untuk menyesuaikan fitur sehingga fitur memiliki rentang nilai yang konsisten dan membuat pelatihan model Deep Neural Network lebih stabil.

1. Split data

Proses pembagian dataset dilakukan menjadi 2 data utama yakni data training dan juga data testing yang pembagiannya mencakup data validasi. Tujuannya Adalah melatih model dan menilai performa pada data testing agar tehindar dari overfitting.

1. Data training dan testing

Data training digunakan untuk melatih model DNN yang meliputi inisialisasi parameter, pelaksanaan forward pass dan backpropagation serta optimisasi bobot. Sedangkan data testing digunakan untuk mengevaluasi kemempuan model pada data dengan menilai metrik akurasi, presisi, recall dan F1-score sesuai dengan konteks.

1. Training model

Membangun dan melatih arsitektur DNN sesuai dengan jumlah lapisan termasuk lapisan tersembunyi dan konfigursi aktivasi, loss, serta optimasi.

1. Model Deep Nerural Network

Merupakan representasi dari arsitektur jaringan yang telah dilatih yang memuat parameter yang telah di optimalkan.

1. Prediksi

Tahap Dimana prediksi klasifikasi dihasilkan yang mengacu pada model DNN terhadap data baru yang Dimana hasilnya bisa berupa label, propabilitas kelas tergantung dengan tugas yang diberikan.

1. Evaluasi akurasi?

Langkah evaluasi dilakukan apakah performa yang dihasilkan oleh model sesuai dengan target yang ditetapkan. Jika hasil memenuhi target maka lanjut ke output dan jikalau tidak sesuai maka akan Kembali ke training model untuk di itraeasi ulang.

1. Output

Hasil akhir yang berupa laporan dari hasil analisis terhadap data baaru memggunakan Deep Neural Network.

1. End

## **Teknik pengujian system**

Teknik pengujian sistem merupakan tahapan krusial untuk memastikan bahwa sistem klasifikasi jenis industri IKM yang dikembangkan menggunakan Deep neural network dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian dan dapat memberikan hasil yang valid. Pengujian yang dilakukan secara komptrehensif meliputi bebrapa aspek berikut:

1. Tujuan fungsionalitas

Memastikan bahwa model DNN yang dikembangkan dapat menkalankan tugas klasifikasi jenis industry IKM Kota Makassar dengan konsisten sesuai dengan kebutuhan pengguna dan akan dilakukan pengujian black-box dengan memberikan berbagai scenario inputan dan memverifikasi output yang dihasilkan.

1. Pengujian kinerja

Mengukur seberapa presisi model DNN mampu melakukan klasifikasi dengan Tingkat akurasi yang tinggi pada data uji yang belum pernah dilihat sebelumnya dengan menggunakan confuision matrix dan generalilsasi data baru untuk menghindari overfitting.

1. Pengujian hasil

Memastikan bahwa sistem yang dijlankan bemar benar menghasilkan klasifikasi yang dapat diandalkan dan bermanfaat ssecara praktis guna mendukung pengambilan Keputusan bagi IKM Dimana membuktikan kemampuan sistem dalam menghasilkan rekomendasi industry yang terarah dan relevan terhadap karakteristik input yang diberkan serta memasikan hasil benar benar berguna untuk kebutuhan pelaku IKM.

## **Teknik analisis data**

Analisis data dalam penelitian ini brtujuan untuk mengevaluasi efektivitas dan juga keandalan klasifikasi model Deep Neural Network dalam proses memberikan rekomendasi industri yang sesuai. Analisis dilakukan secara menyeluruh melalui pendekatan kuantitatif terhadap data dan hasil klasifikasi. Tahapan analisis data yang dirancang meliputi:

1. Preprocessing data

Data di normalisasi agar berada dalam skala numerik yang seragam guna mempercepat dan menstabilkan proses pelatihan DNN. Kemudian data dibagi menjadi data training dan data testing untuk mengukur kemampuan model secara objektif pada data baru.

1. Pelatihan model Deep Neural Network (DNN)

Model dilatih menggunakan data training melalui proses feedfordward dan backpropagation untuk menyesuaikan bobot sehingga model dapat mengenali paola dari data yang Dimana model diperbarui menggunakan optimasi agar loss diminimalkan secara efektif.

1. Evaluasi kinerja model

Setelah proses pelatihan, model diuji pada testing untuk melihat kemampuan generalisasi. Kemudian menggunakan confusion matrix yang menungkinkan analisis kesalahan prediksi secara detail beserta perhitungan metriknya yang terdiri dari akurasi, presisi, recall dan juga F1-score.

1. Interpretasi model

Visualisasi SHAP digunakan untuk memperbarui kontribusi setiap fitur terhadap output prediksi, mendukung tranparansi sistem dan memperkuat pengambilan Keputusan berbasis model DNN.

1. Iterasi dan tuning

Jika kinerja model belum optimal dilakukan iterasi pelatihan dan tuning parameter (jumlah layer, neuron fungsi aktivasi, dsb.) hingga diperoleh model dengan peforma terbaik secara evaluasi dan interpretasi.

# **DAFTAR PUSTAKA**

A. A. SG. Mas Karunia Maharani, Komang Oka Saputra, & Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti. (2022). Komparasi Metode Backpropagation Neural Network dan Convolutional Neural Network Pada Pengenalan Pola Tulisan Tangan. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, *6*(1), 56–63. https://doi.org/10.29303/jcosine.v6i1.431

Akbar, A. A., & Koja, N. A. (2024). Kelayakan dan Strategi Pengembangan Usaha Kecil Menengah pada Usaha Makanan Ringan di Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, *10*(1), 924–931. https://doi.org/10.5281/zenodo.13148014

Alfarisi, N., & Sitania, F. D. (2024). Sinkronisasi Data Terhadap Industri Kecil Menengah (IKM) Pada Dinas Perindutsrian, Perdagangan, Koperasi, Dan IKM Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Industri (JATRI)*, *2*(1), 63–70. https://doi.org/10.30872/jatri.v2i1.1234

Andri, R. (2013). *Andri Ratnasari, “Peranan Industri Kecil Menengah (IKM) Dalam Penyerapan TenagaKerja Di Kabupaten Ponogoro” , Universitas Negeri Surabay a , 2013, hal 5. 17*. 17–29.

Ariawan, E. (2025). Perbandingan Performa Arsitektur Convolutional Neural Network Menggunakan Transfer Learning untuk Model Deteksi Kesehatan Daun. *Jurnal of Business and Audit Information System (JBASE)*, *8*(1), 1–12. http://journal.ubm.ac.id/index.php/jbase

Chintya Adelina, M., & Situmorang, Z. (2024). *Machine Learning for Classification of Ikm Programs At the Department of Industry and Trade of Langkat Regency*. *02*(01), 1649–1656.

Contreras, J., Winterfeld, A., Popp, J., & Bocklitz, T. (2024). Spectral Zones-Based SHAP/LIME: Enhancing Interpretability in Spectral Deep Learning Models Through Grouped Feature Analysis. *Analytical Chemistry*, *96*(39), 15588–15597. https://doi.org/10.1021/acs.analchem.4c02329

Darmawati, T., & Arafat, Y. (2022). *Model Produktivitas Tenaga Kerja dan Daya Saing Industri Mikro Kecil Serta Implementasinya Dalam Mendukung Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia PENDAHULUAN Industri merupakan tulang punggung perekonomian suatu negara , berperan sebagai penyedia lapangan kerja*. 384–395.

Dwinnie, Z. C., Khairani, L., Putri, M. A. M., Adhiva, J., & Tsamarah, M. I. F. (2023). Application of the Supervised Learning Algorithm for Classification of Pregnancy Risk Levels. *Public Research Journal of Engineering, Data Technology and Computer Science*, *1*(1), 26–33. https://doi.org/10.57152/predatecs.v1i1.806

Fahmi, M. N. (2023). Implementasi Mechine Learning menggunakan Python Library : Scikit-Learn (Supervised dan Unsupervised Learning). *Sains Data Jurnal Studi Matematika Dan Teknologi*, *1*(2), 87–96. https://doi.org/10.52620/sainsdata.v1i2.31

Gunawan, G., Aimar Akbar, A., & Andriani, W. (2024). Application of deep neural network with stacked denoising autoencoder for ECG signal classification. *Journal of Intelligent Decision Support System (IDSS)*, *7*(2), 173–187. https://doi.org/10.35335/idss.v7i2.247

Hakim, L., Sobri, A., Sunardi, L., & Nurdiansyah, D. (2024). Prediksi Penyakit Jantung Berbasis Mesin Learning Dengan Menggunakan Metode K-NN. *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, *07*(02), 14–20.

Hanum, A. R., Zetha, I. A., Putri, S. C., Wulandari, R. A., Andina, S. P., Fajrina, J. N., & Yudistira, N. (2024). Analisis Kinerja Algoritma Klasifikasi Teks Bert dalam Mendeteksi Berita Hoaks. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *11*(3), 537–546. https://doi.org/10.25126/jtiik.938093

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who’s the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, *62*(1), 15–25. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004

Kurniati, A. B., Sidik, W. A., & Jajang. (2024). Model Artificial Neural Networks (ANN) untuk Prediksi COVID-19 di Indonesia. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, *12*(3), 833–844. https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v12i3.53437

Lamane, H., Mouhir, L., Moussadek, R., Baghdad, B., Kisi, O., & El Bilali, A. (2025). Interpreting machine learning models based on SHAP values in predicting suspended sediment concentration. *International Journal of Sediment Research*, *40*(1), 91–107. https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2024.10.002

Lestari, S., Yulmaini, Aswin, Sylvia, Pratama, Y. A., & Sulyono. (2022). Implementation of the C4.5 algorithm for micro, small, and medium enterprises classification. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, *12*(6), 6707–6715. https://doi.org/10.11591/ijece.v12i6.pp6707-6715

Miikkulainen, R., Liang, J., Meyerson, E., Rawal, A., Fink, D., Francon, O., Raju, B., Shahrzad, H., Navruzyan, A., Duffy, N., & Hodjat, B. (2023). Evolving deep neural networks. *Artificial Intelligence in the Age of Neural Networks and Brain Computing, Second Edition*, 269–287. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96104-2.00002-6

Muda, R., Koleangan, R., & Kalangi, J. B. (2019). Pertumbuhan Ekonomi Di Sulawesi Utara Pada. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, *19*(01), 44–55.

Muzzaila Esta, N., Jagad Samudra, D. S., & Yasin, M. (2025). Analisis Pola Spasial Industri Kecil Menengah (Ikm) Dan Industri Rumah Tangga (Irt) Di Kabupaten Dan Kota. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Manajemen*, *3*(4), 55–66. https://doi.org/10.61722/jiem.v3i4.4380

Nada Nafisa, A., Nia Devina Br Purba, E., Aulia Alfarisi Harahap, F., & Adawiyah Putri, N. (2023). Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Arsitektur Model MobileNetV2 dalam Klasifikasi Penyakit Tumor Otak Glioma, Pituitary dan Meningioma. *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer Dan Aplikasinya (JTIKA)*, *5*(1), 53–61. http://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTIKA/

Nopebrian, A. A., Shofa, R. N., & Yuliyanti, S. (2025). *86639-75676751783-1-Pb*. *13*(1), 166–172. https://doi.org/10.26418/justin.v13i1.86639

Prayitno, D. E., Fathurohman, Z., Putri, S. H., Isniwati, A., Nasional, P., & Indonesia, R. (2024). *REVOLUSI PENELITIAN Dio Eka Prayitno , Zaki Fathurohman , Soraya Hariyani Putri , Arif Isniwati*. *26*(2).

Ramdhani, M. A., Ramdhani, M. A., Maylawati, D. S. adillah, & Mantoro, T. (2020). Indonesian news classification using convolutional neural network. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, *19*(2), 1000–1009. https://doi.org/10.11591/ijeecs.v19.i2.pp1000-1009

Reihanah, K. N., I Maruddani, D. A., & Widiharih, T. (2024). CLUSTERING KARAKTERISTIK INDUSTRI KECIL DAN MENENGAH DI KOTA KENDARI MENGGUNAKAN ALGORITMA k-PROTOTYPES. *Jurnal Gaussian*, *12*(3), 340–351. https://doi.org/10.14710/j.gauss.12.3.340-351

Setyawan, A., Kiswanto, R. H., & ... (2025). Penerapan Metode Support Vector Machine Untuk Memprediksi Kelulusan Tepat Waktu. *Progresif: Jurnal Ilmiah …*, 768–779. https://ojs.stmik-banjarbaru.ac.id/index.php/progresif/article/view/2619%0Ahttps://ojs.stmik-banjarbaru.ac.id/index.php/progresif/article/download/2619/1494

Wijaya, G. F., & Yuniarto, D. (2024). Tinjauan Penerapan Machine Learning pada Sistem Rekomendasi Menggunakan Model Klasifikasi. *Populer: Jurnal Penelitian Mahasiswa*, *3*(4), 144–153.

Yusniati, Aya Rumbia, W., & Pipi, L. (2024). Pengaruh Karakteristik Industri Kecil Menengah Terhadap Keuntungan Usaha di Kabupaten Konawe. *Jurnal Progres Ekonomi Pembangunan (JPEP)*, *9*(2), 128–138. https://doi.org/10.33772/jpep.v9i2.790

Zancato, L., & Chiuso, A. (2021). A novel deep neural network architecture for non-linear system identification. *IFAC-PapersOnLine*, *54*(7), 186–191. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.356