

BAB II

KERANGKA TEORITIS

A. Landasan Teori

1. Pengertian Machine Learning

Machine Learning (ML) merupakan cabang dari kecerdasan buatan (AI) yang memungkinkan sistem untuk belajar dari data dan membuat keputusan tanpa instruksi eksplisit dari manusia. Menurut Neny Rosmawarni (2024, pp. 2) , "machine learning adalah teknologi kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru atau menggantikan peran manusia dalam aktivitas dan pemecahan masalah." Dengan kemampuan untuk mempelajari pola, ML memiliki potensi besar dalam menyelesaikan tugas-tugas kompleks yang sulit ditangani secara manual.

Terdapat tiga jenis utama dalam machine learning, yaitu Supervised Learning, Unsupervised Learning, dan Reinforcement Learning. Supervised learning bekerja dengan data berlabel, sedangkan unsupervised learning digunakan pada data tanpa label untuk menemukan pola tersembunyi. "Reinforcement learning," Neny Rosmawarni (2024, pp. 2), "melibatkan agen yang belajar dari interaksi dengan lingkungan untuk memaksimalkan hasil dan meminimalkan risiko."

2. Artificial Intelligence Secara Umum

Kecerdasan buatan merupakan sebuah disiplin ilmu yang bertujuan untuk menciptakan mesin yang mampu melakukan berbagai hal yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. Menurut (Priyanto Hidayattullah, 2023), "kecerdasan buatan yaitu sebuah disiplin ilmu untuk bisa membuat mesin yang bisa melakukan banyak hal yang memerlukan kecerdasan buatan yang biasa dilakukan oleh manusia." Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk menentukan kapan suatu program atau mesin dapat dikatakan cerdas. Salah satu upaya tersebut dilakukan oleh matematikawan asal Inggris, Alan Turing, yang dikenal sebagai pencetus Turing Test. Pengujian ini dirancang untuk menentukan apakah suatu mesin atau program dapat dianggap memiliki kecerdasan yang setara dengan manusia.

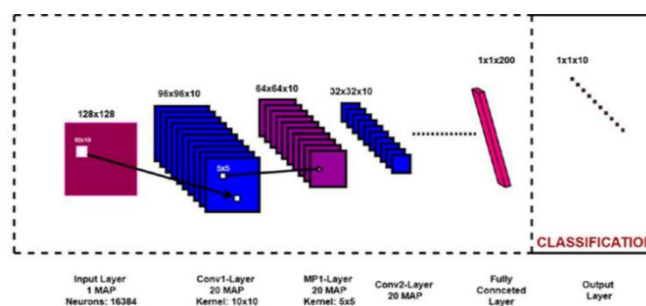
Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), menurut (Ardiansyah, Sepriano and Sari, 2024), "merupakan cabang dari ilmu komputer yang bertujuan mengembangkan sistem yang mampu memahami pola dari data yang dipelajari." Sistem ini memungkinkan mesin untuk menunjukkan kecerdasan menyerupai manusia, seperti mengenali suara dan wajah, mengambil keputusan, serta memahami bahasa secara alami. Pada tahun

1950-an, AI pertama kali diperkenalkan oleh Alan Turing, yang menciptakan perangkat yang dapat meniru proses berpikir manusia. (Ardiansyah, Sepriano, dan Sari (2024, hlm. 6))juga menyatakan bahwa "memasuki tahun 2020-an, minat terhadap AI kembali meningkat pesat berkat tersedianya perangkat keras komputer yang canggih serta data dalam jumlah besar, yang mendorong kemajuan signifikan dalam bidang seperti pembelajaran mesin dan pemrosesan bahasa alami."

3. Pengertian CNN

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan varian dari Multilayer Perceptron (MLP) yang dirancang untuk mengolah data visual dua dimensi, dengan meniru cara kerja otak manusia agar komputer dapat mengenali dan membedakan objek. "CNN bekerja dengan mengubah gambar menjadi array sebagai input, kemudian memprosesnya melalui tahap konvolusi, subsampling, aktivasi, dan fully connected untuk menghasilkan klasifikasi" (Rifkie Primartha & Romi Satria Wahono, 2021, hlm. 417–423). Tahapan ini memungkinkan sistem untuk mengenali pola yang kompleks secara efisien dalam gambar digital.

Citra digital sendiri direpresentasikan sebagai array dua dimensi berdasarkan kanal warna yang dimilikinya. "Jenis citra umumnya meliputi citra berwarna (RGB), citra berwarna dengan transparansi (RGBA), dan citra grayscale dengan satu kanal intensitas keabuan" Priyanto Hidayattullah, p. (2023, p. 2) Pemahaman struktur citra ini sangat penting dalam proses input data visual pada model CNN agar hasil klasifikasi menjadi lebih akurat berikut proses klasifikasi pada gambar.



Gambar 2. 1 Arsitektur CNN untuk Klasifikasi

Convulation interpretasi matematis dari operasi konvolusi tergantung karena popularitas CNN meningkat pada data gambar karna konvolusi dilakukan menggunakan kernel berukuran 2x2 berikut rumus konvolusi pada digital signal processing.

$$I_{norm} = \frac{1}{255}$$

$$ReLU(x) = \max(0, x)$$

$$y = \max(x_{ij})$$

$$h(x) = f(x) * g(x) = \sum_{a=-\infty}^{\infty} f(a)g(x-a)$$

sigmoid dan relu dapat mempercepat proses training activation function yang kompleks satu layer ke layer berikutnya. Sinyal output tersebut mengaktifkan banyak neuron sehingga dapat bekerja dengan efisien. Selain itu, fungsi softmax atau normalized dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma : \mathbb{R}^k \rightarrow [0,1]^k$$

$$\sigma(Z)_j = \frac{e^{Z_j}}{\sum_{k=1}^K e^{Z_k}}, j = 1, \dots, K$$

Dari rumus di atas dapat disimpulkan K : vector, z : bilangan riil $\sigma(z)$ bilangan riil 0 dan 1.

4. Pengertian Python Secara Umum

Menurut Jubilee Enterprise, p. (2019, p. 1), Python yaitu bahasa pemrograman berbasis teks yang bersifat interpretatif dan dianggap mudah dipahami dan penekanan pada keterbacaan kode. Jubilee Enterprise, 2019, p.1) Menyatakan Python memiliki kemampuan untuk menangani pengembangan aplikasi modern yang berkaitan dengan istilah seperti big data, data mining, deep learning, data science, dan machine learning. Dengan kata lain, Python adalah bahasa pemrograman yang sederhana untuk menciptakan aplikasi yang berhubungan dengan kecerdasan buatan (AI).

Python pertama kali dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1990 di CWI, Amsterdam, sebagai lanjutan dari bahasa pemrograman ABC. Versi terakhir yang dirilis oleh CWI adalah Python 1.2 pada tahun 1995, sebelum Guido melanjutkan pengembangannya di CRI. Python dirancang untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan mendukung berbagai sistem operasi, termasuk Linux/Unix, Windows, macOS, Java Virtual Machine, OS/2, Amiga, Palm, serta Symbian. (Supardi dkk., 2020, hlm. 2-3).

5. Pengertian Computer Vision Object Detection Secara Umum

Menurut Priyanto Hidayattullah (2023, pp. 27–29), *Computer Vision* yaitu hal yang berkaitan dengan bentuk yang dapat dilihat atau visual pada manusia persepsi visual yaitu tindakan yang sering dilakukan untuk mengetahui objek melalui penglihatan contohnya saat berjalan, harus

memperhatikan sekitar, seperti ada objek batu, sampah atau jalan berlubang.(Priyanto Hidayattullah, 2023, pp. 27–29) menyatakan bahwaJika ada objek seperti batu, maka pejalan kaki harus mengambil Tindakan dengan menyingkirkan batu tersebut, atau melewatinya tanpa mengenai kaki. Secara sederhana, system penglihatan manusia terbagi menjadi sensor dan otak, mata berfungsi untuk menangkap citra visual dan otak berfungsi untuk menerjemahkan hasil dari tangkapan mata, sistem komputer juga dapat melakukan hal yang sama, yaitu sensor mata dapat digantikan dengan kamera dan untuk otak dapat digantikan dengan interpreting device untuk mengolah hasil citra dari kamera.

Object Detection merupakan salah satu teknologi dalam computer vision yang mampu mendeteksi dan mengenali objek dalam citra atau video. Menurut Priyanto Hidayattullah, pp. (2023, pp. 45–46)“ Object Detection merupakan penggabungan classification dan localization.” Ia juga menjelaskan bahwa “Tujuan utama dari Object Detection untuk bisa memprediksi lokasi objek dengan bounding box atau kotak pembatas dan melakukan klasifikasi objek yang ada pada setiap bounding box.”

Model *object detection* terus berkembang untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi proses. “YOLO merupakan pendekatan yang lebih modern dan efisien dalam pengenalan objek, algoritma ini banyak digunakan dalam deteksi target waktu nyata yang memiliki keunggulan yang jelas dalam akurasi dan kecepatan” (Rafi dkk., 2023). Dengan munculnya model seperti YOLO, EfficientDet, SSD, dan Faster-RCNN, object detection semakin mampu menjawab kebutuhan aplikasi di berbagai bidang dengan akurasi dan kecepatan yang lebih baik.

6. Research And Development

Penelitian dan pengembangan proses dari pengembangan suatu produk bisa berupa teknologi atau bukan dalam bentuk teknologi. Menurut (Sugiyono. Prof. Dr., 2024, p. 394)mengemukakan dalam penelitian dan pengembangan ini merupakan salah satu proses atau metode untuk memvalidasi dan mengembangkan produk, produk yang dimaksud bisa berupa buku teks, film ataupun pembelajaran dan juga software. Dari pemaparan diatas bahwa penelitian dan pengembangan ini suatu metode yang bisa digunakan untuk bisa mengembangkan berbagai produk;

Pengujian dengan metode One-Group Pretest-Posttest Design merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui efektivitas dari proses yang terjadi sebelum dan sesudah menggunakan sistem.

Menurut(Sugiyono. Prof. Dr., 2024, pp. 112–114) metode one-group pretest-posttest design merupakan metode yang dimana dinilai nilai observasi yang dilambangkan dengan O1 (nilai pretest), O2 (nilai posttest) dan juga X (Treatment yang diberikan). Dengan menggunakan metode prepost test itu dapat mengetahui perbandingan efektivitas sebelum dan sudah menggunakan sistem.

7. Pengertian Deep Learning

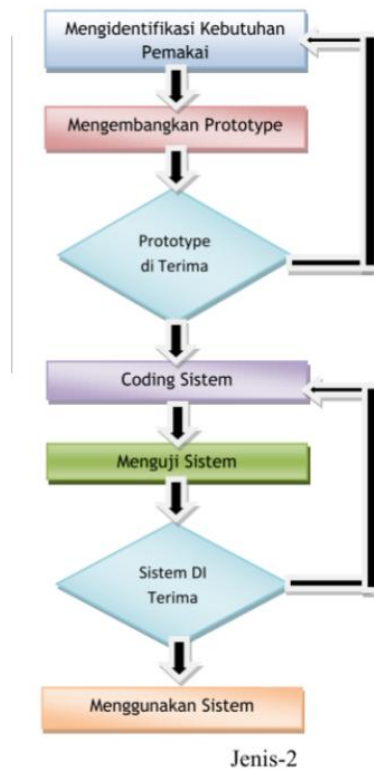
Deep Learning (DL) yaitu salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang semakin berkembang dan banyak digunakan dibidang modern. Menurut Neny Rosmawarni, p. (2024, p. 128) *deep learning* yaitu salah satu bagian dari ML atau Machine Learning yang terdiri dari algoritma pemodelan abstrak bagian atas yang memanfaatkan data transformasi non-linier yang berlapis-lapis serta mendalam. DL sangat bagus digunakan dalam Supervised Learning. Usupervised serta semi-supervised learning ataupun untuk reinforcement learning yang dapat diaplikasikan dalam aplikasi untuk identifikasi gambar, suara, pengkategorian teks dan sejenisnya” kemampuan yang sangat luar biasa yang dimiliki oleh Machine Learning dalam mengatasi beragam data kompleks. Kedepannya ini memiliki potensi berinovasi lebih baik.

Sedangkan menurut deep learning yaitu dalam mesin learning yang memungkinkan komputer mempelajari data dengan cara mendalam. Proses memanfaatkan data dalam jumlah besar dan jaringan neural yang memiliki banyak lapisan(layer), rsehingga mencapai ratusan lapisan.(Setiawan, 2021) Semakin banyak data yang dipelajari oleh sistem, semakin baik pula kemampuannya untuk mengenali pola dan fitur yang ada. Data yang diproses bisa berupa gambar, teks, atau sinyal suara. Dengan kemampuan ini, deep learning dapat mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi, bahkan melebihi kemampuan manusia dalam beberapa tugas pengenalan.

8. Prototyping

Prototyping yaitu suatu model pengembangan perangkat lunak yang dilakukan dengan membuat prototype atau model awal dari sebuah sistem. Model ini bertujuan untuk membantu dalam memahami dan menentukan kebutuhan sebelum akhirnya membangun system yang sebenarnya. Menurut (Budi Hartono. M.Kom, 2021). Prototyping yaitu suatu metode pada sistem yang digunakan secara berulang untuk membangun sistem, dan disempurnakan melalui kolaborasi antara pengguna dan Analisa. Dengan pendekatan ini, pengembangan system menjadi lebih fleksibel karena pengguna dapat memberikan masukan selama proses pengembangan.

Selain itu, Prototype juga dapat dibuat dengan menggunakan berbagai alat pengembangan untuk mempermudah dalam prosesnya. (Budi Hartono. M.Kom, 2021, pp. 71–72).



Gambar 2. 2 Gambar prototype jenis 1 dan 2

Penggunaan metode prototyping tentu memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan. Menurut Hartono (2021, hlm. 72), dalam proses prototyping kelebihan yang dimilikinya adalah dilibatkannya user dalam proses analisa dan juga pengembangan sehingga sistem yang dibuat akan sangat sesuai dengan kebutuhan namun di sisi lain kekurangannya adalah kurang fleksibel dalam menghadapi perubahan dan tidak mudah untuk langsung dirubah desain prototypenya. Oleh karena itu, perencanaan penggunaan prototype harus dilakukan secara cermat karena akan sangat berpengaruh terhadap proses pengembangan sistem di masa mendatang.

9. Pengertian kapsul jelly secara umum

Kapsul yang di gunakan kapsul gelatin lunak (Softgel atau lunak elastis) kapsul ini terdiri dari satu bagian dari cangkang. menurut(kemendikbud, no date) kapsul dibuat secara plasticizer, merupakan gliserin hingga gelatin,

Bahan tambahan untuk kapsul plasticizer yang berfungsi dapat meningkatkan elastisitas dan ketahanan gelatin, dimana gelatin lunak pada kapsul yang telah dibuat berbagai bentuk seperti tabung yang berbentuk bulat, elips, lonjong, dan khusus bentuknya.

Menurut Tungadi et al. (no date) Kapsul yaitu sediaan padat yang terdiri dari cangkang dan obat. Cangkang (shell) kita kenal sehari-hari sebagai kapsul kosong tanpa isi bahan obat berdasarkan bentuknya, kapsul dalam farmasi terbagi menjadi kapsul keras (capsule durae, hard capsule) dan kapsul lunak (capsulae molles, soft capsule). Kapsul dalam farmasi terbagi menjadi kapsul keras dan lunak, dengan karakteristik berbeda.

10. Konsep Blackbox

Pengujian blackbox ini merupakan salah satu cara yang biasanya digunakan untuk bisa mengukur fungsionalitas dari suatu sistem. Menurut (Soetam and Wicaksono, 2021, pp. 37–41) pengujian blackbox testing sering disebut pengujian fungsional merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menguji software yang akan digunakan tanpa melihat dari struktur kodenya maupun programnya. Dengan menggunakan blackbox maka pengujian akan berfokus pada output dari inputan citra yang diinputkan.

11. Study kasus

Menurut penelitian (Zhou et al., 2020) berjudul *Identifying Capsule Defect Based on an Improved Convolutional Neural Network (RACNN)* menunjukkan bahwa CNN dapat diterapkan untuk mendeteksi cacat kapsul pada industri farmasi. Dataset penelitian terdiri dari 10 kelas, yaitu 9 kelas cacat (seperti bocor, pecah, noda minyak, dan deformasi) serta 1 kelas normal. Dengan memodifikasi CNN menjadi RACNN melalui penggunaan dropout, L2 regularization, serta optimasi parameter (batch size 16, learning rate 0.0007), model ini berhasil mencapai akurasi 97,56%. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa CNN mampu mengenali pola citra kapsul dengan baik sehingga efektif untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi inspeksi kualitas produk farmasi.

12. Matrix evaluasi Model

Evaluasi model AI yang telah perlu melalui tahapan evaluasi untuk bisa melihat apakah sudah sesuai dengan ketentuan dan kebutuhan. Menurut (Jan Wira, 2020), model pembelajaran mesin mengoptimisasi utility function dalam proses latihan (training), dimana evaluasi model tidak akan berhenti pada saat training yang telah mencapai nilai utility function yang sudah optimal. Kinerja model pada validation data juga diukur dengan performance measure untuk

mengevaluasi hasil prediksi model supervised learning dalam tahap evaluasi model. Evaluasi tidak akan berhenti pada saat training tetapi juga pada saat data dan performa model akan dievaluasi.

Tabel yang sering digunakan untuk merepresentasikan kinerja sebuah model data disebut dengan klasifikasi model atau *classifier*. (Maesaroh *et al.*, 2024) menjelaskan bahwa tabel ini berfungsi untuk mengilustrasikan berbagai situasi yang melibatkan kumpulan data yang diuji secara akurat untuk memperoleh kevalidan data. Berikut adalah tabel yang menggambarkan dua kondisi utama, yaitu prediksi sebelum pengolahan data dan nilai aktual setelah data berhasil diproses.

		Actual values	
		positive	negative
Predicted value	positive	TP	FP
	negative	FN	TN

Gambar 2. 3 Predikat dan nilai aktual

B. Tinjauan Studi

Tinjauan studi/pustaka merupakan salah satu elemen penting dalam penelitian untuk memahami dasar teori, metode, dan pendekatan yang relevan dengan topik yang dibahas. Adapun beberapa referensi yang digunakan dalam penelitian & pengembangan ini, yaitu:

(1) “Sistem Rekomendasi Obat Pengganti Menggunakan Metode CNN”

(Aryanto, dkk, 2021) Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem rekomendasi obat pengganti berbasis teks menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Sistem ini ditujukan untuk membantu apoteker mencari alternatif obat jika obat yang diresepkan tidak tersedia. Dataset yang digunakan terdiri dari 1.000 data obat, termasuk informasi nama, kandungan, indikasi, dan kontraindikasi yang diambil dari situs MIMS Indonesia. Proses prapemrosesan teks melibatkan tahapan case folding, tokenizing, filtering, dan stemming. Setelah itu, data diubah menjadi representasi vektor menggunakan word embedding dan TF-IDF. Arsitektur CNN yang digunakan mencakup 1 convolutional layer (64 filter, kernel size 3), max pooling, dan fully connected layer dengan 1.000 neuron, serta softmax layer untuk menghasilkan 5 rekomendasi teratas. Hasil uji coba menunjukkan

bahwa sistem mencapai akurasi 98.07% untuk data indikasi dan 76.83% untuk data kontraindikasi. Sistem berhasil memberikan rekomendasi obat dengan kandungan serupa berdasarkan input dari pengguna, sehingga mempercepat proses pencarian pengganti obat di apotek.

(2) ***“Penerapan Deep Learning untuk Identifikasi Citra Tanaman Obat Anti-inflamasi Menggunakan Algoritma CNN”***(Khatib Sulaiman dkk., 2023)

Penelitian ini menggunakan algoritma Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan citra daun dari tanaman obat anti-inflamasi. Dataset diperoleh melalui scraping gambar dari Bing dan pengambilan langsung di lapangan, dengan total 800 gambar dari 19 jenis tanaman. Model dilatih menggunakan arsitektur CNN sederhana dengan 25 epoch, preprocessing manual, serta evaluasi menggunakan confusion matrix. Hasil menunjukkan bahwa akurasi model tergolong rendah, yaitu hanya 26%, dengan kesalahan klasifikasi yang tinggi pada jenis-jenis daun yang mirip. Meskipun demikian, penelitian ini menunjukkan potensi penggunaan CNN dalam pengenalan tanaman obat dan menyarankan perbaikan seperti peningkatan dataset dan penggunaan arsitektur pendukung untuk hasil lebih baik.

(3) ***“Implementasi Deep Learning untuk Deteksi Jenis Obat Menggunakan Algoritma CNN Berbasis Website”*** (Soekarta dkk., 2023)

Pada penelitian ini, algoritma Convolutional Neural Network (CNN) diterapkan untuk mengklasifikasi jenis obat berbasis website sebagai solusi atas tantangan pengelolaan farmasi, termasuk identifikasi berbagai bentuk dan jenis obat seperti tablet dan kapsul. CNN dipilih karena kemampuannya dalam menganalisis data visual yang kompleks secara otomatis, memungkinkan ekstraksi fitur penting tanpa proses manual. Penelitian menggunakan arsitektur VGG-16 yang dikenal efisien untuk pengolahan citra, dengan tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, pengumpulan data, preprocessing, pembuatan model, training, testing, hingga penyimpanan model. Dataset yang digunakan terdiri dari 550 gambar yang dibagi menjadi 70% data pelatihan dan 30% data pengujian, dengan pelatihan dilakukan hingga 50 epoch menggunakan Google Colaboratory. Untuk memastikan keandalan sistem, pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box Testing, dan fitur tambahan berupa sistem suara dikembangkan untuk mendukung aksesibilitas pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN berbasis VGG-16 mampu mengklasifikasikan 10 jenis obat, termasuk Clindamycin dan Paracetamol, dengan tingkat akurasi hingga 99%

dan F1 Score mencapai 100%. Penelitian ini menegaskan bahwa jumlah data pelatihan yang memadai serta pemanfaatan algoritma deep learning dapat memberikan performa tinggi, sehingga sangat efektif dalam mendukung sistem pengelolaan farmasi otomatis berbasis teknologi

(4) “Penerapan Model Canny-CNN untuk Optimalisasi Quality Control Obat Tablet” (Tama dkk, 2024, hlm 612-620)

Penelitian ini berfokus pada optimalisasi pengawasan mutu tablet farmasi dengan menggunakan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN) yang dipadukan dengan deteksi tepi algoritma Canny. Metode ini dirancang untuk mendeteksi cacat fisik tablet, seperti retak, patah, atau cuil, dengan akurasi tinggi untuk meningkatkan kualitas produk farmasi sesuai pedoman Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB). Penelitian ini menggunakan pendekatan deep learning berbasis model EfficientNetB0, yang dikenal dengan efisiensi dan kemampuan untuk menyeimbangkan akurasi tinggi dengan kebutuhan komputasi yang rendah. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan dataset gambar tablet normal dan cacat, preprocessing dengan deteksi tepi menggunakan metode Canny, klasifikasi dengan CNN, serta evaluasi kinerja model. Model yang dikembangkan mampu mencapai akurasi pelatihan 100% dan pengujian 96,875%, menunjukkan keberhasilan deteksi kualitas tablet secara otomatis. Sistem ini memungkinkan pengurangan human error dalam inspeksi manual. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode serupa untuk deteksi objek seperti goresan mobil dan keretakan beton, namun penelitian ini menambahkan aspek real-time dan implementasi praktis pada industri farmasi. Efisiensi dan akurasi sistem menjadikannya solusi potensial untuk aplikasi inspeksi visual otomatis di industri, yang dapat meningkatkan daya saing produk farmasi di pasar global. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa penerapan kombinasi metode Canny-CNN dan arsitektur EfficientNetB0 tidak hanya efektif dalam meningkatkan akurasi klasifikasi, tetapi juga mampu mengurangi sumber daya komputasi yang diperlukan, menjadikannya pilihan yang tepat untuk aplikasi skala besar di sektor farmasi.

(5) “Implementasi Ocr Dan Cnn Untuk Klasifikasi Penempatan Obat Berdasarkan Kelas Terapi Di Apotek” (li Munadhif, dkk 2024)

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi dan penempatan obat otomatis menggunakan teknologi Optical Character Recognition (OCR) dan Convolutional Neural Network (CNN) yang terintegrasi dengan sistem monitoring berbasis Telegram. Sistem ini dirancang untuk membantu apoteker

dalam pencarian obat dan pengelolaan stok secara efisien. Citra obat diambil menggunakan webcam, diproses melalui tahapan praproses gambar (grayscale, gaussian blur, thresholding), lalu dikenali teksnya menggunakan OCR dan diklasifikasikan menggunakan CNN. Sistem dilengkapi dengan kontrol mekanik dan elektrik berupa laci otomatis dan indikator LED yang menunjukkan lokasi obat berdasarkan kelas terapi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mencapai rata-rata akurasi pembacaan OCR sebesar 95%, dengan tingkat keberhasilan tertinggi pada pencahayaan 182 lux. Aplikasi GUI berbasis Python juga dibangun untuk mempermudah proses login, pengambilan, pengisian, dan pelaporan stok.

(6) Penerapan Operator Canny dalam Klasifikasi Citra Motif Batik dengan Pendekatan *Convolutional Neural Network* (Jaya Bakti dkk, 2024)

Penelitian ini bertujuan meningkatkan akurasi klasifikasi motif batik melalui kombinasi algoritma deteksi tepi Canny dan model DenseNet121 berbasis Convolutional Neural Network (CNN). Motif batik yang beragam menjadi tantangan signifikan dalam klasifikasi otomatis. Penggunaan Canny sebagai langkah awal membantu menonjolkan tepi motif, mempermudah proses ekstraksi fitur sebelum klasifikasi. Dataset yang digunakan mencakup 983 citra batik dari 20 kelas yang diperoleh melalui platform Kaggle. Tahap pre-processing mencakup deteksi tepi menggunakan Canny dan augmentasi data, seperti translasi dan zoom, untuk meningkatkan keberagaman dataset. Model DenseNet121 dilatih dengan transfer learning menggunakan bobot ImageNet dan diuji pada citra batik yang tidak terdapat dalam dataset pelatihan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Canny meningkatkan akurasi model sebesar 1.6% (33.57% dengan Canny dibandingkan 31.97% tanpa Canny). Kelas seperti "Batik Mega Mendung" mengalami peningkatan tingkat kepercayaan hingga 88.71%, sementara beberapa kelas menunjukkan penurunan performa. Model yang menerapkan Canny menunjukkan robustitas yang lebih baik dalam mengenali pola motif kompleks dibandingkan model tanpa Canny. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa kombinasi metode Canny dengan CNN berpotensi meningkatkan efisiensi klasifikasi motif batik. Teknik ini dapat diterapkan untuk mendukung pelestarian budaya melalui digitalisasi dan pengenalan motif batik secara otomatis dengan akurasi yang lebih tinggi, meskipun masih terdapat ruang untuk optimasi pada kelas-kelas dengan performa rendah.

(7) "*Convolution neural network for the diagnosis of wireless capsule*

endoscopy: a systematic review and meta-analysis” (Qin dkk., 2022) Penelitian ini mengembangkan algoritma identifikasi pil berbasis Deep Convolutional Network (DCN) yang dimodifikasi dari arsitektur AlexNet untuk meningkatkan akurasi pengenalan obat berdasarkan citra dari kamera ponsel dalam kondisi dunia nyata. Dataset terdiri dari 5284 gambar yang mencakup 400 jenis pil, dengan variasi sudut dan pencahayaan, dan diproses menggunakan saliency detection, koreksi perspektif, serta augmentasi data. Model dilatih dengan bobot awal dari ImageNet untuk mencegah overfitting dan mempercepat proses pembelajaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model ini mampu mencapai akurasi tinggi dengan Top-1 Accuracy sebesar 95.35%, Top-5 Accuracy 98.75%, dan Top-10 Accuracy 99.55%, serta secara signifikan mengungguli metode berbasis fitur manual seperti k-NN dan Random Forest, menjadikannya solusi efektif dalam sistem verifikasi obat otomatis.

(8) “CNN-based Defect Detection in Manufacturing”(Hou dkk., 2024)

Penelitian ini mengusulkan algoritma baru bernama Residual-Attention Convolutional Neural Network (RA-CNN) untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan cacat permukaan pada produk manufaktur, khususnya pada industri baja. Dataset yang digunakan adalah Severstal: Steel Defect Detection dari Kaggle, dengan total 6.666 citra cacat dan 5.902 citra non-cacat. Model RA-CNN menggabungkan arsitektur residual dan attention mechanism untuk meningkatkan akurasi ekstraksi fitur. Selain itu, dikembangkan metode seleksi fitur baru bernama NR (kombinasi Neighborhood Component Analysis dan ReliefF) untuk memilih fitur yang paling representatif, yang kemudian diklasifikasikan menggunakan SVM. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model RA-CNN mencapai akurasi 98.9% untuk klasifikasi biner dan 94.5% untuk klasifikasi multi-kelas, mengungguli metode lain seperti CNN biasa, R-CNN, dan A-CNN. Eksperimen tambahan pada dataset NEU Surface Defect bahkan menunjukkan akurasi hingga 99.72%, menjadikan RA-CNN sebagai pendekatan yang sangat efektif dalam quality control otomatis pada proses manufaktur.

(9) “CNN-Based Pill Image Recognition for Retrieval Systems”(Al-Hussaeni

dkk., 2023) Penelitian ini bertujuan meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem pengenalan citra pil menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) yang dikombinasikan dengan algoritma k-Nearest Neighbor (k-NN). Sistem ini mengenali citra pil berdasarkan fitur visual seperti bentuk, warna, dan cetakan (imprint). Dataset yang digunakan berasal dari National Library of

Medicine (NLM), mencakup 7000 gambar dari 1000 jenis pil. Proses prapemrosesan mencakup konversi grayscale, filter Gaussian dan Sobel, serta ekstraksi fitur menggunakan SIFT dan MLBP. Fitur yang diekstrak dimasukkan ke dalam arsitektur CNN, dilanjutkan klasifikasi dengan k-NN. Model ini mencapai akurasi hingga 90.8% dan Top-5 Accuracy sebesar 96.1%, dengan waktu eksekusi rata-rata 1.02 ms. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi CNN dan k-NN efektif dalam pengenalan citra pil dan berpotensi mendukung pengurangan kesalahan medis. Tantangan utama terletak pada kualitas citra dari pengguna, khususnya dalam kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan yang tidak ideal.

(10) “Identifying Capsule Defect Based on an Improved Convolutional Neural

Network” (Zhou *et al.*, 2020) Pada penelitian ini dibahas mengenai penerapan algoritma jaringan saraf konvolusional (CNN) yang ditingkatkan untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan cacat pada kapsul dalam industri farmasi. Kapsul, sebagai wadah utama obat-obatan, membutuhkan kualitas yang tinggi untuk menjamin kesehatan manusia, sehingga penelitian ini bertujuan mengembangkan metode deteksi otomatis yang akurat. Algoritma yang diperkenalkan, Regularized Adam Convolutional Neural Network (RACNN), dirancang untuk menganalisis gambar kapsul dari lingkungan produksi nyata guna memastikan identifikasi cacat dengan presisi tinggi. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan beberapa tahap utama. Pertama, gambar kapsul cacat dan tidak cacat dikumpulkan untuk melatih dan menguji model. Model RACNN menggunakan lapisan dropout dan regularisasi L2 untuk mengurangi risiko overfitting, serta pengoptimal Adam untuk mempercepat proses pelatihan. Fungsi aktivasi ReLU dipilih karena keunggulannya dalam efisiensi komputasi dan kestabilan pelatihan dibandingkan fungsi tradisional seperti sigmoid. Selain itu, fungsi kerugian entropi silang digunakan untuk mengevaluasi kinerja prediksi model, sehingga memberikan penilaian yang andal terhadap kemampuan deteksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa RACNN mampu mencapai tingkat akurasi 97,56% dalam mengidentifikasi cacat kapsul pada set uji. Meskipun demikian, matriks kebingungan mengungkap beberapa kelemahan, seperti kesalahan dalam mengklasifikasikan kapsul bernoda minyak sebagai kapsul yang tidak dipotong dan kapsul layu sebagai kapsul berlubang. Temuan ini menyoroti area untuk peningkatan lebih lanjut, terutama dalam mengurangi kesalahan klasifikasi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa algoritma RACNN memiliki

potensi besar untuk aplikasi praktis di industri farmasi, terutama dalam memastikan kualitas kapsul secara otomatis.

Tabel 2. 1 Tinjauan Studi Penelitian

No	Peneliti	Judul	Sumber	Kontribusi
1	Aryanto, Santoso dkk, 2021	Sistem Rekomendasi Obat Pengganti Menggunakan Metode CNN	Jurnal Sistem Cerdas dan Rekayasa (JSCR), Vol. 3 No. 1, 2021, Universitas Widya Kartika, Surabaya. https://ojs.widyakartika.ac.id/index.php/jscr	Mengembangkan sistem rekomendasi obat pengganti berbasis CNN yang dapat membantu apoteker menemukan alternatif obat saat stok habis, dengan akurasi training hingga 98%. Sistem ini memproses data obat melalui tahapan NLP (preprocessing, embedding, cosine similarity), serta menerapkan CNN 1 dimensi untuk klasifikasi.
3	Rendra Soekarta, dkk. 2023	Implementasi Deep Learning untuk Deteksi Jenis Obat Menggunakan Algoritma CNN Berbasis Website	Universitas Muhammadiyah Sorong, 2023 https://jurnal.umt.ac.id/index.php/jika/article/view/9751	Menggunakan CNN berbasis VGG-16 untuk klasifikasi obat berbasis website dengan akurasi hingga 99%.
4	Shafa Frilla Tama, dkk. 2024	Penerapan Model Canny-CNN untuk Optimalisasi Quality Control Obat Tablet	Jurnal Elektronika Otomasi Industry Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Juli 2024, vol 11 , no 2 https://jurnal.poline.ma.ac.id/index.php/	Mengintegrasikan metode Canny dan CNN untuk inspeksi tablet farmasi, mencapai akurasi 96,875%.

No	Peneliti	Judul	Sumber	Kontribusi
			elkolind/article/view/5181	
5	li Munadhif dkk., 2024	Implementasi Ocr Dan Cnn Untuk Klasifikasi Penempatan Obat Berdasarkan Kelas Terapi Di Apotek	Jurnal Elkolind, Vol. 11, No. 2, Juli 2024. DOI:10.33795/elkolind.v11i2.5341 https://jurnal.poline.ma.ac.id/index.php/elkolind/article/view/5341	Mengembangkan sistem klasifikasi obat otomatis berbasis OCR dan CNN untuk penempatan obat sesuai kelas terapi di apotek. Sistem dilengkapi monitoring stok melalui Telegram. Rata-rata keberhasilan pembacaan OCR mencapai 95%
6	Iwan Jaya Bakti, Nirwana Hendrastuty 2024	Penerapan Operator Canny dalam Klasifikasi Citra Motif Batik dengan Pendekatan CNN	Jurnal Teknik Informatika Vol.5 No 3(2024) Universitas Teknokrat Indonesia, 2024 https://jutif.if.unsoed.ac.id/index.php/jurnal/article/view/1894	Menggunakan Canny dan DenseNet121 untuk klasifikasi motif batik, meningkatkan akurasi sebesar 1,6%.

No	Peneliti	Judul	Sumber	Kontribusi
7	Qin dkk., 2022	Convolution neural network for the diagnosis of wireless capsule endoscopy: a systematic review and meta-analysis	Surgical Endoscopy Volume 36, Tahun 2022, Halaman 7678–7688 Publisher: Springer Nature DOI: 10.1007/s00464-021-08689-3 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34426876/	Studi ini menyajikan meta-analisis terhadap 23 studi independen yang menggunakan CNN dalam mendiagnosis gambar kapsul endoskopi nirkabel (WCE). CNN menunjukkan performa tinggi dengan sensitivitas dan spesifisitas rata-rata mendekati atau di atas 95%. Penelitian ini menegaskan potensi CNN sebagai alat bantu diagnosis WCE dan memberikan rekomendasi penting untuk penelitian klinis multi-sentra di masa depan.
8	Hou dkk, 2024	CNN-based Defect Detection in Manufacturing	Detection in Manufacturing Advanced Control for Applications: Engineering and Industrial Systems, Vol. 6, No. 4, 2024. DOI: 10.1002/ad2.196	Mengembangkan RA-CNN yang menggabungkan residual blocks dan attention mechanism serta seleksi fitur NR untuk deteksi cacat baja secara otomatis dengan akurasi tinggi biner, 94.5%

No	Peneliti	Judul	Sumber	Kontribusi
			https://www.researchgate.net/publication/379152873_CNN-based_defect_detection_in_manufacturing	
9	Al-Hussaeni, dkk., 2023	CNN-Based Pill Image Recognition for Retrieval Systems	Applied Sciences, 2023, Vol. 13, No. 8, Article 5050. https://doi.org/10.3390/app13085050 https://www.mdpi.com/2076-3417/13/8/5050	Mengembangkan sistem pengenalan gambar pil dengan CNN+kNN, mencapai akurasi tinggi (90.8%) dan efisiensi eksekusi tinggi dengan dataset nyata dari NLM.
10	Junlin Zhou, dkk. 2020	Identifying Capsule Defect Based on an Improved Convolutional Neural Network	Anhui University, China, issue 1 (2020) https://www.mdpi.com/2227-9040/10/1/4	Mengembangkan RACNN untuk mendeteksi cacat kapsul, mencapai akurasi 97,56% pada set uji.

Dari penelitian rujukan pada table 2.1 simpulan yang didapatkan belum adanya penelitian yang berfokus khusus pada pendeteksi produk kapsul jelly, pada penelitian rujukan, penelitian berfokus pada jenis kapsul, bentuk kapsul, pengecekan gagal produksi untuk kapsul padat non jelly dan tablet, dan juga penelitian lainnya selain kapsul. Tetapi dari semua penelitian tersebut memiliki

kesamaan yaitu menggunakan algoritma Convolution neural network (CNN) untuk mendeteksi objek penelitian.

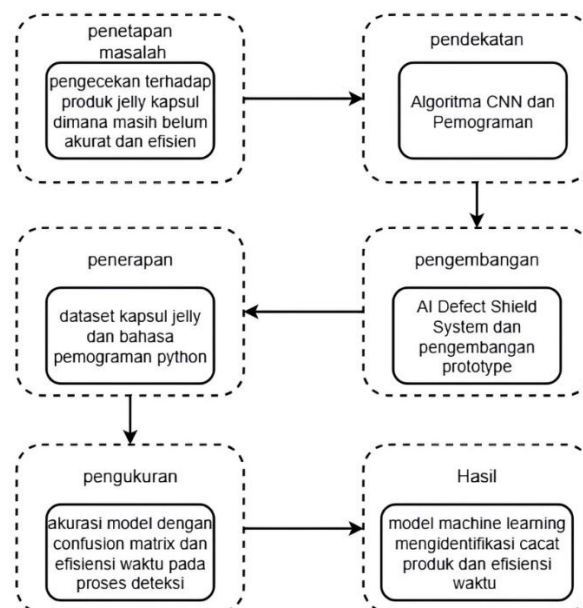
Penelitian ini akan berfokus kepada pendekatan CNN atau Convolutional Neural Network untuk bisa mendeteksi produk jelly capsule di industri farmasi. Dengan memanfaatkan computer vision, penelitian ini bertujuan untuk bisa melakukan deteksi terhadap capsule yang diproduksi seperti membedakan antara capsule yang normal dan capsule yang mengalami cacat produksi. Deteksi ini dilakukan untuk menjaga kualitas dan konsistensi produk sebelum masuk ke tahap distribusi

Orisinalitas penelitian yaitu terletak dalam penggunaan CNN untuk bisa mendeteksi jenis capsule bening kapsul cangkang dengan bahan lunak dari bahan gelatin. Ada beberapa penelitian sebelumnya yang sudah melakukan penelitian terkait capsule namun belum ada penelitian yang melakukan pendeteksian terhadap capsule bening, penelitian sebelumnya lebih berfokus kepada capsule dengan warna jadi membuat variasi dalam deteksi belum optimal.

Kontribusi baru di penelitian ini dikembangkannya deteksi menggunakan CNN yang mampu untuk bisa mendeteksi capsule dengan jenis bening yang belum diteliti di penelitian sebelumnya, juga memberikan notifikasi atau alert kepada pekerja bahwa ada capsule yang mengalami kerusakan.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka pemikiran, dalam konteks penelitian atau penulisan ilmiah, merujuk pada struktur konseptual yang digunakan untuk mengatur pemikiran dan pengembangan argumen atau temuan.



Gambar 2. 4 Kerangka Berpikir

mulai dari permasalahan yang ada sampai kepada hasil yang diperoleh. Penjelasan lebih detail mengenai kerangka pemikiran pada penelitian ini adalah :

- (1) Identifikasi permasalahan pada industri farmasi menunjukkan bahwa pengawasan kualitas produk masih bersifat konvensional dan kurang efisien, sehingga dibutuhkan penerapan teknologi guna meningkatkan efektivitas dan konsistensi pemantauan
- (2) Pendekatan yang diterapkan dalam pemodelan CNN yaitu dengan deteksi kapsul jelly berdasarkan citra kapsul dengan hasil pelatihan menggunakan dataset gambar kapsul untuk dapat mengenali dan mendeteksi adanya kebocoran, sistem/aplikasi ini berbasis dengan menggunakan python mengintegrasikan dengan CNN untuk Analisa gambar secara realtime dan hasil scan akan tercatat dalam spreadsheet seperti csv.
- (3) Sistem yang akan dikembangkan merupakan jenis AI Defect Shield System, yaitu sistem berbasis kecerdasan buatan yang dirancang untuk mendeteksi kualitas kapsul, khususnya untuk mengidentifikasi cacat fisik pada produk kapsul.
- (4) Penerapan data yang akan digunakan untuk melatih model CNN berupa dataset gambar kapsul jelly sistem deteksi berbasis CNN akan menggunakan dataset gambar kapsul jelly terkategori (sesuai dan tidak sesuai standar) yang diakuisisi melalui observasi langsung di fasilitas industri farmasi. Pengembangan model menggunakan bahasa pemrograman Python dengan memanfaatkan pustaka pembelajaran mesin TensorFlow atau PyTorch untuk memastikan akurasi dan efisiensi optimal dalam proses identifikasi kualitas produk.
- (5) Pengukuran Untuk metode yang digunakan dalam mengukur akurasi model akan menggunakan matrix seperti precision, Recall, F1-Score dan Confusion Matrix untuk bisa mengevaluasi performa dari model, juga akan diukur efisiensi dari sistem atau aplikasi ini untuk dilihat berapa lama waktu yang diperlukan untuk deteksi gambar atau video dan melakukan pencatatan otomatis.
- (6) Hasil yang diterapkannya sistem deteksi otomatis berbasis CNN, pengecekan kapsul di industry dapat dilakukan dengan lebih efektif, akurat dan objektif, dibandingkan metode manual sebelumnya. Model CNN yang diterapkan diharapkan mampu mencapai akurasi tinggi dalam hal deteksi kualitas produk jelly kapsul

D. Hipotesis

Convolutional Neural Network (CNN) bekerja dengan cara mengenali dan mengidentifikasi objek melalui proses pelatihan pada data citra yang relevan. Berdasarkan penelitian – penelitian sebelumnya rata-rata akurasi yang berhasil didapatkan mencapai 80,8%. Hal ini menunjukkan bahwa CNN mampu mengatasi permasalahan dalam pengecekan kualitas produk secara otomatis dan konsisten. Oleh karena itu, pendekatan CNN diduga akurat dan efektif untuk deteksi produk jelly capsule pada industri farmasi dengan pendekatan convolutional neural network (cnn) pada industri farmasi.