

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka adalah menemukan informasi dari berbagai sumber literatur yang memiliki korelasi dan hubungan dengan pembahasan pada penelitian. Tinjauan pustaka dijelaskan sebagai berikut.

2.1 Pencapaian Terdahulu

Pembuatan Sistem pendeteksi stroke dengan algoritma Support Vector Machine menggunakan acuan dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya atau pencapaian terdahulu dengan memanfaatkan informasi dari berbagai sumber literatur. Pencapaian terdahulu akan dijadikan sumber informasi sebagai acuan perbandingan untuk melihat kelebihan dan kekurangan pada penelitian sebelumnya.

Referensi pertama yang digunakan adalah jurnal "Penerapan Algoritma *Support Vector Machine* Untuk Model Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu". Penelitian tersebut dilakukan untuk melakukan prediksi kelulusan dari mahasiswa Fakultas Teknik apakah tepat waktu atau tidak. Data yang digunakan pada penelitian tersebut berjumlah 2181 yang berasal dari mahasiswa. Hasil penelitian tersebut adalah nilai akurasi algoritma SVM yang digunakan memiliki nilai akurasi yang tinggi yaitu 94,4% (Haryatmi & Pramita Hervianti, 2021).

Referensi kedua yang digunakan adalah jurnal "Analisis Algoritma *Support Vector Machine* Dalam Klasifikasi Penyakit Stroke *Support Vector Machine Algorithm Analysis In Stroke Disease Classification*". Penelitian tersebut menggunakan algoritma *Support Vector Machine* dalam melakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan metode kernel, yaitu kernel linear dan polynomial. Akurasi tertinggi diperoleh dari kernel balance dengan akurasi 77% dan kernel polynomial sebesar 76% (Sulaeman et al., 2022).

Referensi ketiga yang digunakan adalah jurnal "Klasifikasi Ujaran Kebencian pada Media Sosial Twitter Menggunakan *Support Vector Machine*". Penelitian tersebut menggunakan Algoritma SVM dalam melakukan analisa. Algoritma bekerja untuk menganalisa dan melakukan klasifikasi ujaran kebencian seperti ras, suku agama dan lain-lain. Hasil adalah nilai sentimen yang telah diuji, apakah nilai termasuk ke dalam ujaran kebencian atau netral. Akurasi yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 93% (Oryza Habibie Rahman et al., 2021).

Referensi keempat yang digunakan adalah jurnal "Optimasi Prediksi Bencana Banjir menggunakan Algoritma SVM untuk penentuan Daerah Rawan Bencana Banjir". Penelitian ini melakukan perbandingan kinerja algoritma SVM tanpa fitur seleksi dengan algoritma SVM dengan fitur seleksi. Hasilnya adalah algoritma tanpa fitur seleksi memiliki nilai akurasi sebesar 66.49% dan setelah ditambahkan fitur seleksi menjadi 81.18%. Peningkatan akurasi pada klasifikasi daerah yang rawan banjir membuat hasil semakin akurat. (Dwiasnati & Devianto, 2021).

Referensi kelima yang digunakan adalah jurnal "Desain Sistem Prediksi Kejadian Stroke Berdasarkan Iot Di Era Pasca Pandemi" Penelitian ini menggunakan E-gelang sebagai alat bantu deteksi yang digunakan oleh pasien. Fungsi dari E-gelang adalah mengukur suhu tubuh, jarak, serta detak jantung. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui perubahan data pada pasien. E-gelang dapat terkoneksi dengan aplikasi yang ada pada *smartphone* untuk meminimalisir terjadinya stroke (Hidayatullah, 2021).

2.2 Tinjauan Teoritis

Tinjauan teoritis merupakan subbab yang menjelaskan teori dari topik penelitian yang dilakukan. Teori yang diambil berasal dari berbagai sumber seperti jurnal, buku atau artikel ilmiah yang terkait topik penelitian.

2.2.1 Stroke

Stroke adalah penyakit yang diakibatkan oleh serangan pada bagian fungsi otak, istilah pada medis biasa disebut dengan *Transient Ischaemic Attack*, yaitu penyakit neurologik yang disebabkan karena adanya gangguan pengiriman darah ke bagian otak yang terjadi secara mendadak (Amelia et al., 2022). Stroke terjadi karena adanya faktor risiko. Faktor risiko stroke adalah tekanan darah tinggi, kencing manis, gangguan kadar lemak tubuh atau dislipidemi, merokok, obesitas, usia tua, jenis kelamin, ras, riwayat keluarga dan lain-lain. Semakin banyaknya faktor risiko yang dimiliki oleh seseorang, maka semakin besar juga risiko stroke yang terjadi. (Utami & Raharjo, 2020).

Perubahan aliran darah di otak menyebabkan gangguan pasokan oksigen dan zat makanan ke otak sehingga terjadi penyempitan. Penyempitan terjadi di pembuluh darah yang mengakibatkan pecahnya pembuluh darah, sehingga otak tidak mendapatkan oksigen dan asupan zat yang dibutuhkan oleh otak. Otak akan kekurangan sirkulasi pembuluh darah dan menyebabkan organ-organ pada tubuh tidak berfungsi (Susilawati & Hk, 2018). Perjalanan penyakit stroke beragam, ada yang pulih sempurna, ada yang sembuh dengan cacat ringan sampai dengan berat. Bahkan pada kasus yang berat dapat terjadi kematian. Pada kasus yang dapat bertahan hidup beberapa kemungkinan bisa terjadi seperti stroke berulang (Sinaga & Sembiring, 2018).

Beberapa faktor keterlambatan menekankan komponen dari perawatan pasien berpusat pengambilan keputusan keluarga pada saat penanganan, koordinasi, komunikasi, dukungan keluarga pasien serta pemberdayaan fasilitas kesehatan. Masih banyaknya anggota masyarakat yang tidak tahu tanda dan gejala yang muncul sebagai serangan stroke akut masih merupakan masalah utama keterlambatan. Masalah lain yang sering dijumpai di masyarakat adalah sikap, perilaku serta tingkat pendidikan rendah (Sari et al., 2019).

2.2.2 Dataset

Dalam menemukan sejumlah dataset, maka diperlukan eksplorasi, penggalian maupun pencarian informasi yang bertujuan untuk menemukan dataset yang berukuran besar. Penyiapan dataset dilakukan agar algoritma pengklasifikasi dapat bekerja dengan baik dan efisien untuk menghasilkan nilai terbaiknya (Sulaeman et al., 2022). Pencarian data atau item yang memilih sebuah pola dengan metode tertentu disebut dengan *Data Mining*. *Data Mining* atau penambangan data adalah Teknik algoritma atau cara yang tepat dalam pengolahan data sangat mempengaruhi dalam data mining, dengan memanfaatkan ilmu lain seperti Matematika, Statistik dan pengenalan pola (Amelia et al., 2022)

Dataset mengenai prediksi penyakit stroke diambil dari kaggle. Data tersebut akan digunakan untuk pengujian algoritma menggunakan machine learning. Sumber data <https://www.kaggle.com/datasets/fedesoriano/stroke-prediction-dataset>.

2.2.3 Kecerdasan Buatan

Teknologi komputer dan informasi terus berkembang dari tahun 1950 secara terus-menerus, perkembangan tersebut menuju kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) adalah kemampuan mesin untuk beradaptasi di lingkungan baru, menghadapi situasi, memecahkan masalah, menjawab pertanyaan, mere, dan melakukan berbagai fungsi yang membutuhkan tingkat kecerdasan yang terbukti secara nyata. Kecerdasan buatan memiliki banyak fungsi, Misalnya pembuatan robot, komputer dan peralatan pendukung tambahan pada robot (Wei et al., 2019). Dalam mengoptimalkannya, kecerdasan buatan memerlukan data atau pengalaman sebagai pembelajaran untuk memperkaya pengetahuan yang dimiliki. Kecerdasan buatan dapat membantu kegiatan dan pekerjaan yang dilakukan oleh manusia, diantaranya :

a. *Acting humanly*

Suatu mesin atau sistem dapat bertingkah laku layaknya manusia. Diantaranya *Natural Language Proccesing (NLP), Machine Learning, Automated Reasoning, Knowledge Representation.*

b. *Thinking humanly*

Suatu mesin atau sistem dapat berpikir seperti halnya manusia. Sistem memiliki otak layaknya manusia.

c. *Think rationally*

Suatu mesin atau sistem mampu berpikir secara rasional atau bisa diterima menggunakan pendekatan pikiran.

d. *Act rationally*

Suatu mesin atau sistem dapat bertindak secara rasional dengan mengetahui lingkungan keadaan.

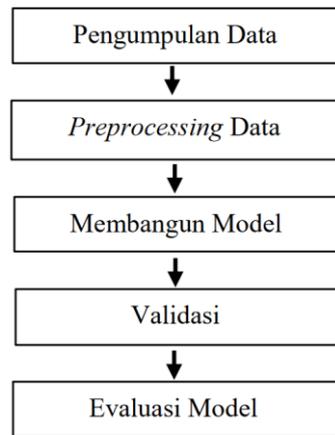
2.2.4 Machine Learning

Machine Learning adalah kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk berpikir dan belajar sendiri. Komputer dapat memodifikasi tindakan mereka untuk mencapai akurasi yang mumpuni. Sebelum melakukan pemecahan masalah, masalah harus dikategorikan secara sesuai untuk menemukan algoritma machine learning yang tepat. Machine Learning diperlukan untuk menghasilkan cara berpikir komputer dengan canggih dan melakukan tugas apapun.

Campur tangan manusia akan menentukan pembelajaran secara mandiri untuk meningkatkan pemahaman dan pengalaman pada machine learning. Berbagai masalah dalam ilmu sains dapat diselesaikan dengan machine learning (Alzubi et al., 2018). Adapun proses pembelajaran yang dimaksud adalah suatu usaha dalam memperoleh kecerdasan yang melalui dua tahap antara lain latihan (*training*) dan pengujian (*testing*). Machine Learning diklasifikasikan berdasarkan cara pembelajaran yang dilakukan, machine learning terbagi menjadi tiga kategori: *Supervised Learning*, *Unsupervised Learning* dan *Reinforcement Learning* (Roihan et al., 2020).

Pembelajaran *Supervised Learning* merupakan suatu pembelajaran yang dikenal sebagai "belajar dengan guru" hasil keluarannya berupa data yang mampu belajar sesuai dengan data pelatihan. Pembelajaran *Unsupervised* disediakan beberapa input sampel tetapi tidak ada output. Karena tidak ada output yang diinginkan sehingga algoritma membedakan struktur yang tersembunyi dari data yang tidak berlabel. *Reinforcement learning* adalah menghasilkan suatu aksi dengan memperkuat variabel yang digunakan untuk melakukan evaluasi kualitas dan beradaptasi dengan lingkungan. Penggunaan machine learning mengungguli hasil akurasi metode manual tradisional, dengan tingkat akurasi mencapai 89% dalam memprediksi kondisi pembentukan model data (Wei et al., 2019).

Machine learning yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman *Python*, karena bahasa ini mudah untuk melakukan pengolahan menggunakan dataset. Selain itu, bahasa pemrograman *Python* bersifat *open source* dan mengedepankan visualisasi data dan pembuatan model. *Library* atau perpustakaan yang dimiliki oleh *Python* sangat banyak dan berlimpah seperti *pandas*, *numpy*, *tensorflow*, *keras*, *matplotlib* sehingga memudahkan peneliti dalam membandingkan algoritma dari hasil pengujian pada model klasifikasi.



Gambar 2.1 Alur Proses *Machine Learning*

Gambar 2.1 menunjukkan alur proses machine learning secara umum dan dibagi menjadi 5 bagian, yaitu Pengumpulan data, *Preprocessing* data, Pembuatan model, Validasi dan Evaluasi Model. Proses machine learning yang pertama adalah pengumpulan data. Pengumpulan data adalah mencari dan menemukan data dari berbagai sumber informasi, sehingga membentuk dataset yang dapat digunakan sebagai model dalam pengujian. Kedua *Preprocessing* data, yaitu melakukan perbaikan dan pembersihan data. Selain itu, tahap ini akan mengubah bentuk data menjadi format yang dapat diolah oleh machine learning. Ketiga pembuatan model, yaitu membangun machine learning dan kerangka algoritma yang akan digunakan sebagai bahan pengujian. Keempat Validasi, yaitu melakukan pengukuran terhadap kinerja model. Tahap ini akan membagi data model dengan data latih dan data uji. Skala perbandingan yang digunakan yaitu 80:20.

2.2.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah suatu cara atau teknik yang digunakan oleh penulis untuk mengumpulkan data. Data yang dikumpulkan akan digunakan untuk pengujian suatu hipotesis yang nantinya dijadikan dasar dalam kesimpulan atau keputusan pada rumusan masalah (Makbul, 2021).

Pengumpulan data perlu dilakukan untuk mengembangkan berbagai informasi yang telah dikumpulkan. Diperlukan suatu analisis yang baik untuk menggambarkan secara rinci dan mendalam dari suatu kasus yang muncul. Studi kasus yang tersedia perlu pengumpulan data yang mendalam serta melibatkan berbagai sumber informasi yang kaya (Assyakurrohim et al., 2022).

2.2.6 Preprocessing Data

Proses ini merupakan tahapan awal sebelum melakukan pengujian metode, *dataset* yang akan digunakan diperiksa terlebih dahulu apakah terdapat *missing value* (Supriyatna & Mustika, 2018). Proses normalisasi data diperlukan karena sering ditemukan dataset yang memiliki rentang nilai yang berbeda pada setiap atribut. Perbedaan rentang nilai yang cukup jauh dari atribut - atribut yang ada menyebabkan perna atribut dataset yang tidak optimal (Whendasmoro & Joseph, 2022).

Normalisasi yang digunakan adalah normalisasi *Min-Max*. Normalisasi *Min-max* merupakan teknik penskalaan yang menggunakan *minimum* dan *maximum* dari fitur untuk mengubah skala nilai ke dalam suatu rentang, biasanya rentang yang dipakai 0 hingga 1 atau -1 hingga 1, data mentah akan mengalami perubahan linear pada normalisasi ini (Adams et al., 2021). Rumus normalisasi *Min-Max* adalah sebagai berikut:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (1)$$

Keterangan :

x' = nilai dari hasil normalisasi.

x = nilai tertentu yang akan dinormalisasi.

$\min(x)$ = nilai minimal dari sebuah atribut.

$\max(x)$ = nilai maksimal dari sebuah atribut.

2.2.7 Pembuatan Model

Pembuatan model *machine learning* dirancang dari ilmu komputer dengan menggunakan algoritma agar memungkinkan suatu komputer dapat belajar melalui data sehingga mampu belajar dari data yang diperoleh. Pembuatan model adalah sebuah pemrograman komputer yang menggunakan data masa lalu yang untuk mendapatkan suatu performa yang optimal dari informasi dari suatu kumpulan data. Inti pembuatan model adalah membuat mesin yang dapat belajar dan merefleksikan pola-pola pada data. *Machine learning* berfungsi sebagai program komputer yang

dapat mempelajari suatu proses dari pengalaman sebelumnya yang dibebankan dengan kinerja yang terukur (Sidik & Ansawarman, 2022).

2.2.8 Validasi

Validasi berasal dari kata *validity* yang berarti sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan fungsi ukurnya. Suatu pengukuran dikatakan memiliki validitas yang tinggi apabila mampu menjalankan fungsi atau memberikan hasil ukur yang sesuai. Alat ukur yang kurang valid berarti memiliki nilai validitas yang rendah. Menguji validasi berarti mengukur bagian-bagian secara keseluruhan dengan cara mengkorelasikan setiap butir alat ukur dengan skor total. Validasi dilakukan untuk mendapatkan data yang benar-benar valid dan tidak bersifat manipulas (Ono, 2020)

2.2.9 Evaluasi Model

Evaluasi model adalah pengukuran tingkat akurasi yang dilakukan oleh algoritma pengujian. Algoritma yang diuji adalah *Support Vector Machine*. Hasil pemodelan akan dibuat dengan bentuk *Confusion Matrix*, untuk menentukan kolom sebagai klasifikasi prediksi data dan baris sebagai klasifikasi benar.

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{total} \quad (2)$$

Akurasi adalah nilai yang diperoleh dan mendekati dengan nilai aktual, semakin besar akurasi maka semakin baik dalam memprediksi.

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

Presisi adalah rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif. "Berapa banyak orang yang benar memiliki penyakit stroke dari keseluruhan model yang diprediksi memiliki penyakit stroke".

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

Recall (sensitifitas) adalah rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan data yang benar positif.

Keterangan :

1. *True negative* (TN) = Seseorang diprediksi tidak memiliki penyakit stroke, dan benar orang tersebut tidak memiliki penyakit stroke.
2. *True positive* (TP) = Seseorang diprediksi memiliki penyakit stroke, dan benar orang tersebut memiliki penyakit stroke.
3. *False negative* (FN) = Seseorang diprediksi tidak memiliki penyakit stroke, ternyata prediksi salah. orang tersebut memiliki penyakit stroke.

False positive (FP) = Seseorang diprediksi memiliki penyakit stroke, ternyata prediksi salah. orang tersebut tidak memiliki penyakit stroke.

2.2.10 Algoritma *Support Vector Machine*

Support Vector Machine (SVM) adalah kategori *supervised learning* yang digunakan untuk sebuah proses klasifikasi dan regresi. Tujuannya digunakan algoritma *Support Vector Machine* untuk memaksimalkan margin pada hyperplane. Di mana margin adalah jarak antara *hyperplane* pemisah (batas keputusan) dan sampel titik pelatihan yang paling dekat dengan *hyperplane* (Adams et al., 2021).

Persamaan *Support Vector Machine* sebagai berikut.

$$w x + b = 0 \quad (5)$$

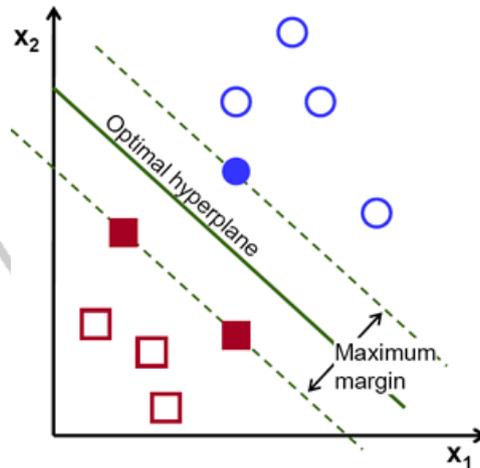
Keterangan:

w = parameter hyperplane yang dicari (garis yang tegak lurus antara garis hyperplane dan titik support vector).

x = titik data masukan *Support Vector Machine*.

b = parameter hyperplane yang dicari (nilai bias).

Sebuah hyperplane dikatakan baik jika memiliki margin terbesar. Titik terdekat dengan *hyperplane* disebut *support vector*. SVM dapat digunakan untuk memecahkan masalah data berdimensi tinggi dan sampel pelatihan yang kecil. (Sulaeman & Saputra, n.d.)



Gambar 2.2 Hyperlane Yang Optimal

Prinsip dasar SVM adalah pengembangan yang mengklasifikasikan linear agar dapat diproses pada masalah non-linear. Prinsip dasar ini memakai metode kernel trick. Hasil akurasi data yang dihasilkan algoritma SVM ditentukan oleh parameter dan fungsi kernel yang digunakan (Amelia et al., 2022) Data ini terletak pada batas irisan dengan kelas pertama disebut support vector + (positif), dan kelas kedua support vector - (negatif). Fungsi kernel yang biasa digunakan adalah Linear, Polynomial dan Radial Basis Function (RBF) (Cahyani, 2022)

Rumus Kernel *Support Vector Machine* sebagai berikut.

$$\text{Linear} \quad : \quad G(x_1 \ x_2) = x_1' x_2 \quad (6)$$

$$\text{Radial Basis Function (RBF)} \quad : \quad G(x_1 \ x_2) = \exp \quad (7)$$

$$\text{Polynomial} \quad : \quad G(x_1 \ x_2) = yx_1x_2 + c \quad (8)$$

2.2.11 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) adalah aplikasi editor yang dikembangkan oleh Microsoft. Aplikasi ini menyediakan berbagai fitur pengeditan kode, seperti *autocomplete*, *refactoring code*, *debugging*, dan banyak lagi. Selain itu, VS Code juga memiliki ekstensi yang dapat diinstal untuk menambahkan fungsionalitas tambahan dan memperluas kemampuan editor. VS Code dapat digunakan untuk bahasa pemrograman seperti HTML, CSS, JavaScript, Python, dan lain-lain.

2.2.12 Indeks Masa Tubuh

Indeks Masa Tubuh atau dikenal sebagai BMI merupakan salah satu indikator gizi berdasarkan berat dan tinggi badan seseorang. Perhitungan indeks masa tubuh yaitu berat badan dibagi dengan tinggi badan(m²). Seseorang yang memiliki indeks massa tubuh yang tidak ideal salah satunya disebabkan oleh gangguan metabolisme pada zat gizi. Indeks masa tubuh yang melewati batas normal menjadi faktor yang dapat meningkatkan diabetes tipe 2 (Abda & Tahiruddin, 2020).

Variabel Indeks Massa Tubuh memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian Diabetes Melitus, p-value 0.013 OR 3.1, artinya orang yang memiliki berat massa tubuh yang berlebih (obesitas) memiliki risiko 3,1 kali menderita Diabetes Mellitus tipe 2 dibandingkan dengan orang yang tidak obesitas (Suci & Ginting, 2023).

- Kelebihan berat badan menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya penyakit hipertensi. Orang yang memiliki berat badan yang berlebih dan masuk ke dalam kategori *overweight* dengan peningkatan 20% memiliki risiko penyakit hipertensi 8x lebih besar. Indeks masa tubuh yang berlebihan memiliki faktor risiko yang lebih tinggi dibanding indeks masa tubuh yang normal. Selain itu, Semakin berat badan seseorang, maka darah yang diperlukan oleh tubuh akan semakin besar. Kebutuhan darah diperlukan untuk memberikan oksigen ke dalam jaringan tubuh dan peningkatan jumlah darah melalui pembuluh akan memberikan tekanan pada dinding arteri. Hal ini menunjukkan hubungan antara indeks masa tubuh dan tekanan darah tinggi memiliki korelasi terhadap penyakit jantung jika gaya hidup tidak sehat (Abineno & Malinti, 2022).

Kategori indeks massa tubuh berdasarkan nilai sebagai berikut:

- a. Berat badan kurang = $\leq 18,49 \text{ kg/m}^2$.
- b. Berat badan normal = $18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$.
- c. Berat badan berlebih = $> 25\text{--}27 \text{ kg/m}^2$.
- d. Obesitas = $> 27 \text{ kg/m}^2$.

2.2.13 HTML

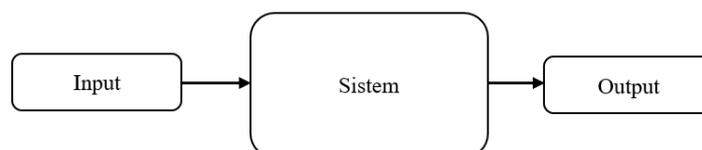
HTML (Hypertext Markup Language) adalah adalah script pemrograman yang mengatur bagaimana kita menyajikan informasi di dunia internet dan bagaimana informasi itu membawakitelompat dari satutempat ketempatlainnya. Bahasa pemrograman ini banyak digunakan karena sintaks HTML sederhana. Selain itu, sumber pembelajaran HTML sangat mudah dijumpai diberbagai situs. HTML dibuat oleh Tim Berners-Lee ketika masih bekerja dengan CERN dan dipopulerkan pertama kali oleh browser Mosaic. Awal tahun 1990 HTML mengalami perkembangan yang sangat maju (Rina Noviana, 2022).

2.2.14 Python

Python adalah bahasa pemrograman yang memiliki keberagaman luas. Hanya diperlukan alat (tool) dan perpustakaan (library) yang tepat, Python adalah bahasa pemrograman yang bersifat *open source* dengan kode sumber yang tersedia secara bebas dan mampu dimodifikasi oleh pengembang lainnya. Pythonamat sangat mudah untuk dibaca. Sebagai *interpreted language*(bahasa pemrograman yang tidak perlu dikompilasi). Python tidak mengubah kodenya untuk menjadi terbaca oleh komputer, sehingga sintaks kode yang mudah dipahami bagi programmer dan mirip dengan bahasa manusia (Runimeirati et al., 2023).

2.2.15 Pengujian Kotak Hitam

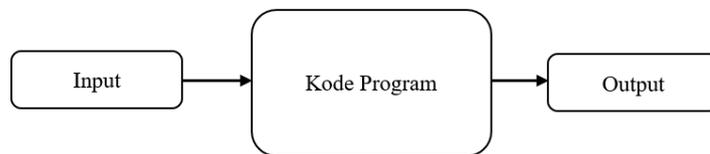
Pengujian kotak hitam atau *black box* adalah suatu metode yang digunakan sebagai pengujian perangkat tanpa melihat proses struktur internal sistem. Pengujian kotak hitam dilakukan untuk melihat proses input dan output yang dihasilkan saja. Selain itu, pengujian kotak hitam bersifat dinamis, sehingga pengujiannya memiliki peran krusial dalam menjalankan pengujian perangkat lunak yaitu untuk melakukan validasi pada fungsi keseluruhan sistem apakah sudah sesuai dan bekerja dengan optimal (Parlika et al., 2020).



Gambar 2.3 Pengujian Kotak Hitam

2.2.16 Pengujian Kotak Putih

Pengujian kotak putih atau *white box* adalah suatu metode pengujian perangkat lunak untuk mengetahui alur pada kode program, apakah *input* dan *output* sesuai dengan rancangan yang dibutuhkan pada sistem. Pengujian ini didasarkan pada pengujian desain program secara berurutan dan terstruktur, pengujian dengan basis logika. Proses pengujian kotak putih diperlukan untuk membuat grafik dari program skrip dan juga menentukan hasil yang memiliki nilai kompleks siklomatik. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis hasil pada struktur program yang telah dibuat dan mengetahui kinerjanya (Pratala et al.,2020)



Gambar 2.4 Pengujian Kotak Putih