

Pengembangan AI dalam Diagnosa Penyakit Tuberkulosis

Oleh : Fenti Irnawati Supandi
Untuk : A.I Competition DQLAB, April 2023

Dasar Pemikiran

Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) saat ini semakin pesat, dengan munculnya berbagai teknologi AI yang membantu memecahkan berbagai masalah kompleks dalam berbagai bidang. Salah satu teknologi AI yang sedang tren saat ini adalah *chat GPT* (*Generative Pre-trained Transformer*) yang dikembangkan oleh *OpenAI*. Teknologi ini mampu menghasilkan teks yang mirip dengan yang dihasilkan oleh manusia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti *chatbot* dan pembangkit teks.

Melihat potensi teknologi *chat GPT* yang sangat menarik, saya menjadi tertarik untuk mengeksplorasi lebih jauh kemampuan teknologi ini. Salah satu ide yang muncul adalah pemanfaatan teknologi *chat GPT* dalam bidang kesehatan, khususnya dalam penanganan penyakit tuberkulosis (TB) di Indonesia. TB merupakan penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia, dan penggunaan teknologi AI dapat membantu meningkatkan akurasi diagnosis serta mempercepat pengobatan pasien TB.

Tuberkulosis atau TB masih menjadi masalah kesehatan global yang signifikan, termasuk di Indonesia. Meskipun upaya pencegahan dan pengobatan sudah dilakukan, angka kasus TB di Indonesia masih sangat tinggi. Menurut data dari Kementerian Kesehatan Indonesia, pada tahun 2022 tercatat lebih dari 700 ribu kasus TB di Indonesia, mengalami peningkatan sebesar 61,98% dibandingkan tahun sebelumnya. Meskipun ada penurunan kasus pada tahun 2020, namun tren kasus TB di Indonesia masih menunjukkan kenaikan dalam dua tahun terakhir.

AI dapat menjadi salah satu solusi dan inovasi untuk membantu mengurangi angka kasus TB di Indonesia. Dengan menggunakan teknologi AI, diharapkan dapat tercipta program-program pencegahan dan pengobatan TB yang lebih efektif dan efisien. Hal ini tentunya akan membantu pemerintah dalam mencapai target eliminasi TB 2030.

Sebagai seorang individu yang peduli dengan masalah kesehatan masyarakat, saya berpendapat bahwa pemanfaatan AI dalam bidang kesehatan dapat memberikan dampak yang besar dalam mengatasi masalah TB di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan kerja sama dari semua pihak untuk memanfaatkan teknologi AI secara optimal guna membantu mencapai target eliminasi TB 2030.

Konsep Pengembangan AI Dalam Diagnosa TB

Konsep AI pada TB dengan metode *supervised learning*:

1. Pendahuluan
 - Definisi TB
 - Definisi AI
 - Jenis-jenis AI
 - *Supervised learning*
2. Pengumpulan Data
 - Sumber data TB
 - *Preprocessing data*
 - Pelabelan data
3. Pembuatan Model
 - Seleksi fitur
 - Pemilihan algoritma
 - Inisialisasi parameter model
4. Training Model
 - Pembagian data train dan test
 - Pelatihan model
 - Validasi model
5. Evaluasi Model
 - Pengukuran performa model
 - *Confusion matrix*
 - *Precision, recall, F1-score*
6. Penggunaan Model
 - Aplikasi model pada data baru
 - Pemantauan pasien TB
 - Pemberian perawatan yang tepat
7. Kesimpulan
 - Manfaat AI pada penanganan TB
 - Tantangan dan kendala dalam penggunaan AI pada TB
 - Peluang pengembangan AI pada penanganan penyakit lain

Konsep AI pada TB dengan metode unsupervised learning atau reinforcement learning:

1. Pendahuluan
 - Definisi TB
 - Definisi AI
 - Jenis-jenis AI
 - *Unsupervised learning; Reinforcement learning*
2. Pengumpulan Data
 - Sumber data TB
 - *Preprocessing data*
3. *Unsupervised Learning*
 - Clustering data TB
 - Metode k-means
 - Analisis cluster
4. Reinforcement Learning
 - Konsep *reinforcement learning*
 - Pemodelan lingkungan TB
 - Pembuatan *reward function*
5. Pembuatan Model
 - Seleksi fitur
 - Pemilihan algoritma
 - Inisialisasi parameter model
6. Training Model
 - Pelatihan model
 - Validasi model
7. Evaluasi Model
 - Pengukuran performa model
 - *Confusion matrix*
 - *Precision, recall, F1-score*
8. Penggunaan Model
 - Aplikasi model pada data baru
 - Pemantauan pasien TB
 - Pemberian perawatan yang tepat
9. Kesimpulan
 - Manfaat AI pada penanganan TB
 - Tantangan dan kendala dalam penggunaan AI pada TB
 - Peluang pengembangan AI pada penanganan penyakit lain

Pembahasan Konseptual

Definisi TBC

Menurut Kementerian Kesehatan Indonesia, TB atau Tuberkulosis adalah suatu penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat menular melalui percikan dahak. Tuberkulosis bukan penyakit keturunan atau kutukan dan dapat disembuhkan dengan pengobatan teratur, diawasi oleh Pengawasan Minum Obat (PMO). Sebagian besar kuman TB menyerang paru tetapi bisa juga organ tubuh lainnya.

Menurut WebMD, *Tuberculosis* (TB) adalah infeksi yang menular yang biasanya menyerang paru-paru. Namun, TB juga bisa menyebar ke bagian tubuh lain, seperti otak dan tulang belakang. Jenis bakteri yang disebut *Mycobacterium tuberculosis* menyebabkan penyakit ini.

Sementara itu, menurut NCBI, Tuberkulosis (TB) adalah penyakit manusia yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Biasanya, TB menyerang paru-paru, sehingga penyakit paru menjadi manifestasi paling umum. Sistem organ lain yang umum terkena termasuk sistem pernapasan, sistem gastrointestinal (GI), sistem *lymphoreticular*, kulit, sistem saraf pusat, sistem muskuloskeletal, sistem reproduksi, dan hati.

Dari ketiga kutipan tersebut, dapat disimpulkan bahwa TB atau Tuberkulosis adalah penyakit infeksi yang menular dan disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Penyakit ini dapat menyerang berbagai organ tubuh, namun paru-paru menjadi manifestasi paling umum. TB dapat disembuhkan dengan pengobatan teratur dan diawasi oleh Pengawasan Minum Obat (PMO).

AI dalam Kesehatan

Konsep AI untuk kesehatan mencakup penggunaan teknologi AI dalam aplikasi dan perangkat lunak untuk memperbaiki kesehatan dan kesejahteraan manusia. Ada banyak aplikasi AI di bidang kesehatan, termasuk diagnosis penyakit, pengembangan obat baru, pengaturan persediaan obat, pengelolaan data pasien, pengelolaan kesehatan masyarakat, dan banyak lagi.

Penerapan AI dalam kesehatan biasanya melibatkan algoritma pembelajaran mesin, yang memungkinkan sistem untuk belajar dan memperbaiki kinerjanya seiring waktu. Algoritma ini dapat digunakan untuk menganalisis data kesehatan yang besar, seperti riwayat medis pasien dan rekaman medis, serta data genetik, lingkungan, dan perilaku.

Salah satu aplikasi utama AI di bidang kesehatan adalah diagnosis penyakit. Dengan menggunakan teknologi AI, dokter dan ahli kesehatan dapat mengidentifikasi gejala penyakit dan mendiagnosis kondisi medis dengan lebih akurat dan efisien. AI juga dapat membantu dokter dalam perencanaan perawatan dan pengobatan pasien.

Selain itu, teknologi AI juga dapat membantu dalam pengembangan obat baru. Algoritma pembelajaran mesin dapat digunakan untuk menganalisis data klinis dan praklinis untuk

mengidentifikasi obat-obatan yang lebih efektif dan aman untuk pengobatan penyakit tertentu.

Namun, penerapan AI di bidang kesehatan juga menghadapi tantangan, termasuk kekhawatiran tentang privasi data, keamanan siber, dan kesalahan interpretasi data. Oleh karena itu, penggunaan teknologi AI di bidang kesehatan harus dilakukan dengan hati-hati dan mengikuti regulasi yang berlaku untuk memastikan keamanan dan kualitas pelayanan kesehatan yang optimal.

Jenis-jenis AI

Supervised Learning:

Supervised learning adalah salah satu metode pembelajaran mesin yang paling populer dan banyak digunakan. Pada metode ini, model AI dilatih dengan menggunakan data yang sudah diberi label atau klasifikasi sebelumnya. Label atau klasifikasi ini digunakan untuk membantu model AI dalam mempelajari pola-pola yang terdapat pada data sehingga dapat melakukan prediksi atau klasifikasi pada data yang belum diberi label.

Contoh penerapan supervised learning pada penanganan TB adalah dengan menggunakan model AI yang dilatih menggunakan data pasien TB yang sudah diberi label sebagai pasien TB atau bukan. Model AI ini dapat digunakan untuk membantu dokter dalam membuat diagnosis TB pada pasien baru berdasarkan gejala yang dialami atau hasil tes laboratorium.

Unsupervised Learning:

Unsupervised learning adalah salah satu metode pembelajaran mesin yang tidak memerlukan data yang sudah diberi label atau klasifikasi sebelumnya. Pada metode ini, model AI dilatih dengan menggunakan data mentah tanpa adanya klasifikasi. Tujuan dari penggunaan metode ini adalah untuk mengidentifikasi pola-pola yang terdapat pada data tanpa adanya bantuan label atau klasifikasi.

Contoh penerapan *unsupervised learning* pada penanganan TB adalah dengan menggunakan model AI untuk mengidentifikasi pola-pola pada data hasil tes laboratorium pasien TB. Dengan mengidentifikasi pola-pola ini, model AI dapat membantu dokter dalam membuat diagnosis TB pada pasien baru berdasarkan hasil tes laboratorium yang diperoleh.

Reinforcement Learning:

Reinforcement learning adalah salah satu metode pembelajaran mesin yang menggunakan konsep *reward* atau *reward function* untuk membantu model AI dalam mempelajari pola-pola pada data. Pada metode ini, model AI diberikan tugas atau misi tertentu dan akan mendapatkan reward atau penalti berdasarkan kinerja yang ditunjukkan dalam menjalankan tugas tersebut.

Contoh penerapan reinforcement learning pada penanganan TB adalah dengan menggunakan model AI yang dilatih untuk mengidentifikasi pasien TB yang memiliki risiko lebih tinggi terhadap efek samping obat TB. Model AI ini akan diberikan *reward* ketika berhasil mengidentifikasi pasien dengan risiko efek samping obat TB yang lebih tinggi, sehingga dapat membantu dokter dalam menentukan dosis obat yang tepat untuk pasien tersebut.

Pengumpulan Data

Pengumpulan Data: Pengumpulan data TB dilakukan dari berbagai sumber, seperti rumah sakit, klinik, puskesmas, atau laboratorium. Data yang dikumpulkan dapat berupa data medis, seperti rekam medis, hasil tes laboratorium, foto rontgen atau CT scan, serta data lain yang berkaitan dengan TB. Selain itu, data dapat juga dikumpulkan dari sumber lain seperti jurnal medis atau publikasi ilmiah.

Pentingnya pengumpulan data yang baik dalam penanganan TB dengan menggunakan AI sangat penting karena semakin banyak dan berkualitas data yang dikumpulkan, semakin akurat dan *reliable* model AI yang dapat dihasilkan. Oleh karena itu, penting untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan memiliki kualitas yang baik dan sesuai dengan kebutuhan.

Preprocessing Data: Data yang dikumpulkan perlu diproses dan dipersiapkan sebelum digunakan untuk melatih model AI. Proses ini disebut *preprocessing data*. Proses *preprocessing data* meliputi beberapa tahap, seperti *data cleaning*, *data transformation*, dan *data reduction*.

Data cleaning dilakukan untuk menghapus data yang tidak relevan, data yang tidak lengkap, atau data yang tidak akurat. *Data transformation* dilakukan untuk mengubah data mentah menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh model AI, seperti mengubah data teks menjadi vektor, atau mengubah data gambar menjadi bentuk yang dapat dianalisis oleh model AI.

Data reduction dilakukan untuk mengurangi dimensi dari data yang sangat besar. Salah satu metode *data reduction* yang umum digunakan adalah *Principal Component Analysis* (PCA). Metode ini mengurangi dimensi data dengan mereduksi dimensi yang memiliki varian yang rendah sehingga hanya dimensi yang memiliki varian tinggi yang dipertahankan.

Preprocessing data yang baik sangat penting untuk memastikan kualitas dan akurasi model AI yang dihasilkan. Oleh karena itu, sebelum data digunakan untuk melatih model AI, pastikan data telah melalui proses *preprocessing data* yang benar dan sesuai dengan kebutuhan.

Supervised Learning

Pengumpulan data dalam konteks AI TB pada umumnya menggunakan metode *supervised learning*, yaitu metode pembelajaran mesin di mana algoritma mempelajari pola dan aturan dari data pelatihan yang telah diberi label oleh manusia.

Dalam konteks TB, pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan sampel-sampel data pasien TB yang sudah terdiagnosis melalui pemeriksaan laboratorium dan radiologi. Data tersebut kemudian diberi label berupa status TB dan jenis TB yang diderita oleh pasien, baik itu TB paru atau TB ekstra paru.

Selain itu, data juga dapat diambil dari catatan medis dan riwayat kesehatan pasien yang telah terdiagnosa TB. Data ini mencakup informasi tentang gejala, riwayat penyakit, hasil tes laboratorium dan radiologi, serta jenis obat dan durasi pengobatan yang diberikan kepada pasien.

Pengumpulan data dilakukan secara terus-menerus dan berkala untuk memperbaharui data dan meningkatkan akurasi model AI dalam mendiagnosis dan mengobati TB. Data tersebut kemudian diolah dan diproses menggunakan berbagai teknik seperti pengolahan bahasa alami, analisis gambar, dan pengolahan data terstruktur untuk menghasilkan model AI yang dapat digunakan dalam mendiagnosis dan mengobati TB.

Unsupervised Learning

Unsupervised Learning seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, *Unsupervised Learning* adalah metode pembelajaran mesin yang tidak memerlukan data yang sudah diberi label atau klasifikasi sebelumnya. Pada metode ini, model AI dilatih dengan menggunakan data mentah tanpa adanya klasifikasi. Tujuan dari penggunaan metode ini adalah untuk mengidentifikasi pola-pola yang terdapat pada data tanpa adanya bantuan label atau klasifikasi.

Clustering Data TB Salah satu teknik *Unsupervised Learning* yang umum digunakan dalam penanganan TB adalah *clustering*. *Clustering* merupakan teknik untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki kesamaan berdasarkan pada karakteristik tertentu. Dalam penanganan TB, data yang dikumpulkan misalnya data hasil tes laboratorium, data gejala pasien, dan data riwayat pengobatan dapat dikelompokkan ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki kesamaan.

Metode K-Means Salah satu algoritma *clustering* yang sering digunakan dalam penanganan TB adalah K-Means. K-Means adalah algoritma *clustering* yang bekerja dengan mengelompokkan data ke dalam k kelompok atau *cluster*. Algoritma ini bekerja dengan cara menghitung jarak antara setiap data dengan centroid (titik tengah) masing-masing *cluster*. Data akan dikelompokkan ke dalam *cluster* yang memiliki *centroid* terdekat.

Analisis *Cluster* Setelah data TB berhasil dikelompokkan dengan menggunakan teknik *clustering*, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis *cluster*. Analisis *cluster* dilakukan untuk memahami karakteristik atau ciri-ciri dari setiap kelompok atau *cluster* yang terbentuk. Dalam penanganan TB, analisis cluster dapat membantu dokter dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi pada terjadinya TB dan juga membantu dalam mengembangkan strategi penanganan yang lebih efektif.

Reinforcement Learning

Reinforcement Learning adalah metode pembelajaran mesin di mana model belajar dari interaksi yang berulang dengan lingkungan. Pada metode ini, model AI tidak diberi akses langsung ke data atau contoh pelatihan. Sebaliknya, model AI memperoleh pengalaman dengan melakukan tindakan dalam suatu lingkungan dan menerima umpan balik dalam bentuk *reward* atau hukuman.

Terdapat beberapa konsep utama, yaitu *agent*, *environment*, *state*, *action*, *reward*, dan *policy*. *Agent* adalah entitas yang memperoleh pengalaman dari interaksi dengan lingkungan. *Environment* adalah dunia di mana *agent* berinteraksi. *State* adalah kondisi lingkungan pada suatu waktu tertentu. *Action* adalah tindakan yang dapat dilakukan oleh *agent* dalam suatu *state*. *Reward* adalah nilai numerik yang diberikan kepada *agent* setelah melakukan suatu tindakan. *Policy* adalah strategi yang digunakan oleh *agent* untuk memilih tindakan yang akan dilakukan pada suatu *state*.

Pemodelan Lingkungan TB Pada konteks penanganan TB, lingkungan dapat dipandang sebagai sistem biologis yang kompleks yang terdiri dari organisme manusia dan agen penyebab TB. Dalam pemodelan lingkungan TB, data klinis, seperti hasil tes laboratorium, riwayat pengobatan, dan informasi geografis, dapat digunakan untuk merepresentasikan *state* lingkungan. Sedangkan, tindakan yang dapat diambil oleh *agent* dapat berupa pemeriksaan pasien, pengobatan pasien, atau tindakan lain yang dianggap relevan untuk mengurangi penyebaran TB.

Reward function adalah salah satu komponen penting dalam *Reinforcement Learning*. *Reward function* digunakan untuk memberikan *reward* atau hukuman kepada *agent* setelah melakukan suatu tindakan pada suatu *state*. Dalam pemodelan TB, *reward function* dapat dirancang untuk memberikan *reward* yang tinggi jika *agent* berhasil mencegah penyebaran TB atau berhasil mengobati pasien. Sebaliknya, *reward function* dapat memberikan hukuman yang tinggi jika *agent* gagal dalam mengobati pasien atau memperburuk kondisi pasien.

Pembuatan Model

Pembuatan Model Pada tahap ini, dilakukan pembuatan model *machine learning* untuk mengklasifikasikan data TB. Proses pembuatan model meliputi tiga tahapan penting, yaitu seleksi fitur, pemilihan algoritma, dan inisialisasi parameter model.

Seleksi Fitur Seleksi fitur adalah proses untuk memilih fitur atau variabel yang paling relevan dan signifikan dalam melakukan klasifikasi data. Pada data TB, fitur-fitur yang dapat dipertimbangkan antara lain gejala klinis, hasil tes laboratorium, riwayat pengobatan, dan informasi geografis. Seleksi fitur yang tepat dapat membantu memperbaiki kinerja model dan mengurangi *overfitting*.

Pemilihan Algoritma Pemilihan algoritma adalah proses untuk memilih algoritma *machine learning* yang paling sesuai untuk memecahkan masalah klasifikasi data TB. Beberapa algoritma yang dapat dipertimbangkan dalam pemilihan algoritma meliputi *Decision Tree*, *Naive Bayes*, *Support Vector Machine (SVM)*, dan *Neural Network*. Pemilihan algoritma yang tepat dapat membantu meningkatkan akurasi dan efisiensi model.

Inisialisasi Parameter Model Setelah algoritma yang tepat telah dipilih, langkah selanjutnya adalah inisialisasi parameter model. Parameter model adalah nilai-nilai yang digunakan dalam algoritma *machine learning* untuk mengoptimalkan kinerja model. Beberapa parameter model yang perlu diinisialisasi, seperti jumlah *hidden layer* dan *neuron* pada *Neural Network*, kernel pada SVM, dan kriteria pemisahan pada *Decision Tree*. Inisialisasi parameter model yang tepat dapat membantu meningkatkan kinerja model dan mencegah *overfitting*.

Dalam keseluruhan proses pembuatan model, penting untuk melakukan evaluasi model secara berkelanjutan. Hal ini dilakukan dengan melakukan validasi model pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya dan mengoptimalkan parameter model sesuai dengan hasil validasi. Dengan cara ini, model dapat terus diperbaiki dan dioptimalkan untuk mencapai kinerja terbaik dalam klasifikasi data TB.

Training Model

Pada tahap *Training Model*, model *machine learning* yang telah dibuat pada tahap sebelumnya akan dilatih menggunakan data latih (*training data*). Pelatihan model dilakukan dengan cara memberikan sejumlah data latih ke dalam model dan mengoptimalkan parameter model sesuai dengan hasil evaluasi model.

Pelatihan Model terdiri dari beberapa tahapan seperti:

- Inisialisasi model: nilai-nilai parameter model yang telah dipilih dan diinisialisasi pada tahap Pembuatan Model digunakan sebagai awal untuk pelatihan model.
- *Forward propagation*: data latih dimasukkan ke dalam model dan output dihasilkan dari tiap *layer* hingga mencapai *output layer*.
- Perhitungan *loss function*: perbedaan antara *output* aktual dengan *output* prediksi dihitung dan dijadikan sebagai evaluasi kinerja model pada setiap *epoch* (putaran pelatihan).
- *Backward propagation*: nilai error dihasilkan dari perhitungan *loss function* dan dikembalikan dari *output layer* ke *hidden layer* dengan cara memperbarui bobot (*weights*) pada setiap *layer*.
- Pengoptimalan parameter: setelah menghitung *loss function* dan memperbarui bobot pada setiap *layer*, parameter model diubah untuk memperbaiki kinerja model. Salah satu metode yang sering digunakan untuk mengoptimalkan parameter adalah dengan menggunakan metode *gradient descent*.

Validasi Model Setelah pelatihan model, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi model pada data validasi (validation data). Data validasi merupakan data yang berbeda dari data latih dan digunakan untuk mengukur kinerja model secara objektif. Validasi model dilakukan dengan cara memberikan data validasi ke dalam model dan menghitung nilai akurasi, *presisi*, *recall*, dan *F1 score*. Validasi model yang baik dapat memberikan gambaran tentang seberapa baik model dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi data TB secara efektif dan efisien.

Dalam keseluruhan proses pelatihan dan validasi model, penting untuk melakukan evaluasi model secara berkelanjutan. Hal ini dilakukan dengan mengoptimalkan parameter model dan menguji kinerja model pada data validasi yang belum pernah dilihat sebelumnya. Dengan cara ini, model dapat terus diperbaiki dan dioptimalkan untuk mencapai kinerja terbaik dalam klasifikasi data TB.

Evaluasi Model

Evaluasi Model Setelah proses pelatihan dan validasi model, tahap selanjutnya adalah Evaluasi Model. Pada tahap ini, model yang telah dilatih dan divalidasi akan diuji performanya pada data uji (*test data*) yang belum pernah digunakan dalam proses pelatihan atau validasi.

Pengukuran performa model dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode seperti akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*), *recall* (sensitivitas), *F1-score*, dan *area under the curve* (AUC).

Confusion Matrix untuk mengukur kinerja model, salah satu cara yang paling umum adalah dengan menggunakan *confusion matrix*. *Confusion matrix* adalah tabel yang digunakan untuk menghitung nilai *true positive* (TP), *true negative* (TN), *false positive* (FP), dan *false negative* (FN). Dari *confusion matrix* ini, kita dapat menghitung berbagai matrik evaluasi model seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*.

Precision, Recall, dan F1-score Presisi (*precision*) adalah rasio antara *true positive* dengan total data yang diprediksi positif. *Recall* (sensitivitas) adalah rasio antara *true positive* dengan total data yang sebenarnya positif. *F1-score* adalah rata-rata harmonik antara presisi dan *recall*. Ketiga metrik ini memberikan informasi yang berguna tentang kinerja model dalam melakukan klasifikasi data TB.

Ketika evaluasi model telah selesai dilakukan, hasilnya dapat digunakan untuk menentukan apakah model dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi data TB secara efektif dan efisien. Jika performa model masih kurang baik, maka model dapat diperbaiki dan dioptimalkan kembali dengan cara melakukan tahap-tahap pelatihan dan validasi model yang lebih teliti.

Penggunaan Model

Explainable AI (XAI) adalah metode atau teknik dalam pengembangan AI yang bertujuan untuk membantu memahami dan menjelaskan keputusan yang diambil oleh model AI. Dengan menggunakan teknik XAI, kita dapat mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi keputusan yang diambil oleh model AI, sehingga dapat membantu kita dalam memahami alasan di balik keputusan yang diambil.

Pada penanganan TB, teknik XAI dapat digunakan untuk memberikan penjelasan yang jelas dan transparan mengenai alasan diagnosis atau rekomendasi terapi yang diberikan oleh model AI. Sebagai contoh, kita dapat menggunakan teknik XAI untuk menjelaskan faktor-faktor apa yang mempengaruhi keputusan model AI dalam menentukan diagnosis TB pada seorang pasien. Dengan cara ini, kita dapat memastikan bahwa keputusan yang diambil oleh model AI didasarkan pada faktor-faktor yang relevan dan dapat dipertanggungjawabkan.

Metode-metode dalam *Explainable AI* Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam teknik XAI, seperti *decision tree*, *feature importance*, *local interpretation*, dan *global interpretation*. *Decision tree* dapat digunakan untuk menunjukkan bagaimana model AI membuat keputusan dengan membagi data ke dalam kelompok-kelompok yang lebih kecil. *Feature importance* dapat digunakan untuk menunjukkan faktor mana yang paling mempengaruhi keputusan yang diambil oleh model AI. *Local interpretation* dapat digunakan untuk memahami keputusan yang diambil oleh model AI pada setiap data input secara individual, sedangkan *global interpretation* dapat digunakan untuk memahami keputusan yang diambil oleh model AI secara keseluruhan pada suatu masalah.

Dalam penggunaannya, metode XAI harus dipilih sesuai dengan jenis model AI yang digunakan dan jenis masalah yang dihadapi. Selain itu, hasil dari teknik XAI juga harus dianalisis dan dievaluasi untuk memastikan bahwa penjelasan yang diberikan oleh model AI dapat dipahami dan dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Kesimpulan

Ensemble learning adalah suatu teknik dalam machine learning yang memanfaatkan beberapa model pembelajaran untuk meningkatkan akurasi prediksi. Ada beberapa metode dalam *ensemble learning*, di antaranya adalah:

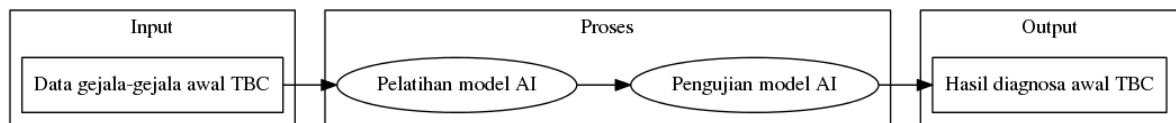
1. *Bagging*: Teknik *bagging* (*bootstrap aggregating*) membangun beberapa model independen pada dataset yang diambil secara acak dengan penggantian. Setiap model dilatih pada subset data yang berbeda dan kemudian hasil prediksi dari setiap model digabungkan menjadi satu hasil akhir. *Bagging* sangat cocok digunakan pada dataset yang besar dan rumit.
2. *Boosting*: Teknik *boosting* membangun model secara bertahap dengan menekankan pada sampel yang salah klasifikasinya pada iterasi sebelumnya. Model berikutnya dibuat untuk mengoreksi kesalahan model sebelumnya. *Boosting* sangat cocok digunakan pada dataset yang terbatas.

3. *Stacking*: Teknik *stacking* menggunakan beberapa model pembelajaran dan model *meta-learner* untuk menggabungkan hasil prediksi dari model-model tersebut. Model *meta-learner* dilatih untuk menggabungkan hasil prediksi dari model-model basis dan menghasilkan hasil akhir.

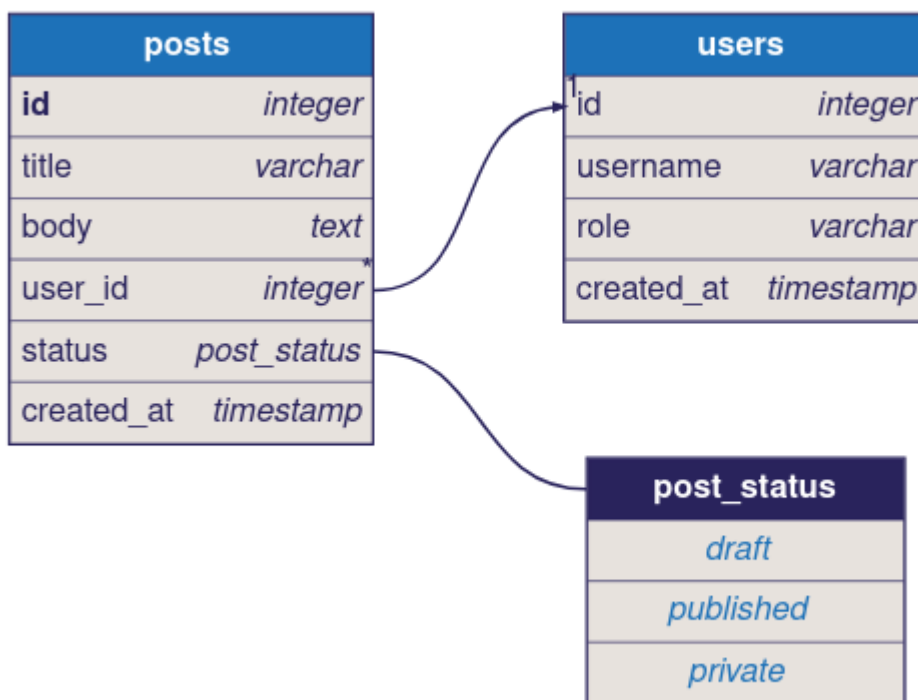
Dalam penanganan TB, *ensemble learning* dapat digunakan untuk meningkatkan performa prediksi diagnosis atau prediksi efektivitas terapi pada pasien TB. Dalam penggunaannya, beberapa model dapat dibangun dengan teknik yang berbeda, kemudian hasil prediksi dari setiap model dapat digabungkan dengan teknik seperti *voting* atau *averaging* untuk menghasilkan hasil akhir yang lebih akurat. Hal ini dapat membantu petugas kesehatan dalam pengambilan keputusan untuk diagnosis dan terapi pasien TB.

Catatan tambahan untuk validasi konsep deteksi TB laten dengan menggunakan AI, tentunya dibutuhkan studi lebih lanjut untuk mengevaluasi keakuratan dan keandalan dari algoritma yang digunakan. Validasi konsep adalah langkah penting sebelum dapat mengimplementasikan teknologi AI untuk deteksi TB laten pada skala yang lebih luas.

Gambaran Konsep



Gambar 1 : Grafik Alur



Gambar 2 : Alur DBMS

Tahapan alur konsep AI:

1. **Input Gejala:** Pengguna dapat memasukkan gejala-gejala awal yang dirasakan oleh pasien, seperti batuk terus-menerus selama lebih dari dua minggu, demam, kehilangan nafsu makan, dan penurunan berat badan yang tidak diketahui penyebabnya, dan gejala lebih detail lainnya.

2. Output: AI akan menghasilkan informasi mengenai kemungkinan pasien terkena TB berdasarkan gejala yang dimasukkan. AI juga akan memberikan rekomendasi tindakan selanjutnya, seperti tes sputum, foto rontgen dada, atau pemeriksaan fisik lebih lanjut.
3. Basis Data: AI akan memanfaatkan data gejala-gejala awal TB dan hasil diagnosa pada pasien yang sebelumnya telah terdiagnosa TB untuk membantu memperbaiki akurasi diagnosa.
4. Platform: AI ini dapat diakses melalui aplikasi di *smartphone*, *website*, atau *platform* kesehatan online lainnya, sehingga memungkinkan masyarakat untuk dengan mudah melakukan diagnosis awal TB dari mana saja.
5. Keamanan Data: AI ini akan mengamankan data pasien dan hanya dapat diakses oleh tenaga medis yang berwenang.

Dengan adanya konsep AI ini, diharapkan masyarakat dapat dengan mudah melakukan diagnosa gejala awal TB dan melakukan tindakan selanjutnya yang tepat, sehingga dapat mencegah penyebaran TB dan menurunkan angka kematian akibat penyakit ini di Indonesia.

Rujukan Bacaan

1. <https://www.kemkes.go.id/article/view/23033100001/deteksi-tbc-capai-rekor-tertinggi-di-tahun-2022.html>
2. <https://www.kemkes.go.id/article/view/23033100001/deteksi-tbc-capai-rekor-tertinggi-di-tahun-2022.html>
3. <https://dataindonesia.id/ragam/detail/kasus-tbc-di-indonesia-melonjak-6198-pada-2022>
4. <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2022>
5. <https://www.who.int/indonesia/news/campaign/tb-day-2022/fact-sheets>
6. <https://www.nhs.uk/conditions/tuberculosis-tb/>
7. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis>
8. <https://www.webmd.com/lung/understanding-tuberculosis-basics>
9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441916/>
10. <https://promkes.kemkes.go.id/?p=7439>
11. <https://www.cdc.gov/tb/topic/basics/default.htm>
12. <https://emedicine.medscape.com/article/230802-overview>

Rujukan Penelitian Terkait

1. Penelitian oleh Aminah Ihsanawati, dkk. (2019) yang menggunakan metode deep learning untuk deteksi TBC dari citra rontgen paru-paru.
2. Penelitian oleh Ririn Andiyani, dkk. (2019) yang menggunakan metode decision tree untuk deteksi TBC dari hasil pemeriksaan dahak.
3. Penelitian oleh Muhammad Iqbal, dkk. (2020) yang menggunakan metode deep learning untuk deteksi TBC dari citra rontgen paru-paru.
4. Penelitian oleh Ahmed Al-Jumaily (2018) dari New Zealand yang menggunakan metode SVM untuk deteksi TBC dari citra rontgen paru-paru
5. Penelitian oleh Jiang Xiau Zhang, dkk. (2018) dari China yang menggunakan metode deep learning untuk deteksi TBC dari citra rontgen paru-paru.
6. Penelitian oleh Marta Mravec, dkk. (2019) dari Slovakia yang menggunakan metode decision tree untuk prediksi efektivitas terapi pada pasien TBC.

Rujukan Aplikasi Penyusunan Penulisan

1. http://www.plantuml.com/plantuml/uml/RP1FQyCm3CNI-HGYznws7KC6-mDROR0oTYixg8rmr6cEiMns6FtkQwsIOiZ9VfBUyqyUs4KC8xp0NmCGqNyF7FktZ-wa_3GGR7N4G7saVKBIXBxE7Sqxi-qbQw9uKzm0WZklIbtxa5FRbHAVxx2zT9un8JWweE3A3i1V5FXyV6fByd4X_RPEtyH9IIs-OYGH3cg408444u_evyStS-Ndv19uMBVph7VvmDMiLUhPPRwxckyzf-lwKn5px2ig2moCpa-wjBjzr-h-Yc_2Q8gmoAuvDly0
2. <https://chat.openai.com/chat/2960c355-2ab4-44a1-bee8-ff59a6a0c72b>
3. <https://www.planttext.com/>
4. <https://kroki.io/>