

SISTEM DIAGNOSA PENYAKIT TBC BERDASARKAN ANALISA GEJALA DAN GAMBAR X-RAY DENGAN METODE RULE-BASED SYSTEM DAN DENSE CONVOLUTIONAL NETWORK (DENSENET)

Dedi Suharman, Fajar Astuti Hermawati
Teknik Informatika. Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

*Email : dedi.suharman05@gmail.com, fajarastuti@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Kesehatan merupakan hal terpenting. Namun, sebagian besar masyarakat belum menyadari bahwa penyakit batuk dapat menjadi suatu dari gejala penyakit Tuberkulosis yang juga dikenal dengan TB, gejala dari penyakit Tuberkulosis harus segera ditangani oleh dokter spesialis paru paru. Namun, penyebaran dokter spesialis paru paru ini belum menyeluruh yang mengakibatkan sebagian ada beberapa wilayah kabupaten yang tidak memiliki dokter spesialis paru-paru. Berdasarkan pembahasan tersebut maka dilakukan penelitian tentang sistem diagnosis dari penyakit Tuberkulosis sehingga dapat mengetahui kemiripan kondisi paru paru pasien dengan gejala penyakit Tuberkulosis. Terdapat beberapa tahap dalam proses diagnosis penyakit Tuberkulosis. Langkah pertama adalah mengisi beberapa rule sistem pakar yang terkait dengan gejala penyakit Tuberkulosis dan dibantu dengan input gambar X-ray, setelah itu inputan yang telah dimasukan terdiri dari Rule Based System dan inputan gambar X-ray. Selanjutnya masing-masing inputan tersebut dilakukan proses yang berbeda, untuk Rule Based System diolah dengan Certainty Factor dan dibantu dengan mesin inferensi Forward Chaining. Sedangkan untuk gambar X-ray diproses menggunakan metode Convolutional Network dengan model Pretrained DenseNet201, model yang ditraining dilakukan pengujian seperti Confusion Matrix, pengujian klasifikasi dengan gambar X-ray dan hasil percobaan tersebut mendapatkan hasil akurasi sebesar 99.8%.

Kata-kata kunci: Tuberkulosis, Jaringan Konvolusi, Gambar X-ray, Sistem Pakar

ABSTRACT

Health is the most important thing. However, most people do not realize that cough can be a symptom of Tuberculosis which is also known as TB, the symptoms of Tuberculosis must be treated immediately by a pulmonary specialist. However, the distribution of lung specialists has not been comprehensive, which has resulted in some districts not having lung specialists. Based on this discussion, a study was carried out on the diagnosis system of Tuberculosis so that it could determine the similarity of the patient's lung condition with the symptoms of Tuberculosis. There are several stages in the process of diagnosing tuberculosis. The first step is to fill in several expert system rules related to the symptoms of Tuberculosis and assisted with X-ray image input, after that the input that has been entered consists of the Rule Based System and X-ray image input. Furthermore, each input is carried out in a different process, for the Rule Based System it is processed with Certainty Factor and assisted by the Forward Chaining inference engine. Meanwhile, the X-ray images were processed using the Convolutional Network method with the Pretrained DenseNet201 model, the model being trained was tested such as the Confusion Matrix, classification testing with X-ray images and the experimental results obtained an accuracy of 99.8%..

Keywords: *Tuberculosis, Convolutional Network, X-ray, System Expert*

1. Pendahuluan

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri yang disebut *Mycobacterium tuberculosis*. Ini adalah penyebab utama kematian dari penyakit menular tunggal [1]. Berdasarkan rekomendasi, pencitraan X-ray paru merupakan salah satu alat utama untuk mendeteksi TB, khususnya TB paru [2]. Dengan adanya perkembangan teknologi pada kecerdasan buatan maka dapat dilakukan pendekripsi citra Tuberkulosis dari X-ray [3]. Selain pencitraan X-ray paru, gejala dari pasien itu sendiri juga berpengaruh pada hasil positif atau negatif TB [4]. Dalam mengatasi masalah tersebut maka penelitian ini mengajukan tentang pendekripsi Tuberkulosis dari X-ray paru dan gejala pada pasien, hasil penelitian ini diharapkan menghasilkan sebuah sistem yang dapat membantu dalam meningkatkan diagnosa tuberkulosis lebih efisien dan mempunyai akurasi dan ketepatan yang baik.

2. Metode Penelitian

Pada bagian ini menjelaskan mengenai data dan metode yang digunakan pada penelitian.

2.1 Tahapan Penelitian

Pada bagian ini menjelaskan mengenai tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan data, perancangan sistem, layer arsitektur Densenet201.

2.1.1 Pengumpulan Data

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan informasi mengenai penyakit tuberkulosis, setelah mengumpulkan informasi melalui berbagai literatur seperti pada buku, jurnal ataupun dokumen yang berkaitan dengan penelitian.

Tabel 1 Jenis Penyakit

Kode	Jenis Penyakit
P01	Tuberkulosis Paru
P02	Tuberkulosis Kelenjar

Tabel 2 Jenis Gejala

Kode	Deskripsi Gejala
G01	Batuk tidak kunjung sembuh lebih 2 minggu.
G02	Batuk dengan dahak cair
G03	Batuk dengan dahak berwarna hijau.
G04	Batuk dengan dahak darah
G05	Sesak Nafas.
G06	Nyeri Dada.
G07	Berkeringat dingin pada malam hari
G08	Mengalami kurang enak badan
G09	Benjolan terasa kenyang ketika disentuh
G10	Benjolan terus tumbuh baik ukuran maupun jumlahnya
G11	Munculnya benjolan pada bagian yang mengalami gangguan
G12	Menggil
G13	Demam meriang berkepanjangan
G14	Terjadi Penurunan Berat Badan

Dilanjutkan dengan memilah dataset gambar X-ray paru menjadi dua, yaitu gambar X-ray yang normal dan gambar X-ray yang mengidap tuberkulosis, kemudian dilakukan pembagian data yang menghasilkan folder train dan folder test.

Tabel 3 Spesifikasi Gambar Dataset

Folder	Normal dan Tuberkulosis
Jumlah Gambar	700
Ekstensi Gambar	PNG
Proporsi	70% Data Training

	20% Data Validasi 10% Data Test
Pembagian Label / Kelas	Normal, Tuberkulosis
Distribusi Data Training	Normal : 490 Tuberkulosis : 490
Distribusi Data Validasi	Normal : 140 Tuberkulosis : 140
Distribusi Data Test	Normal : 70 Tuberkulosis : 70

Dataset dari 3 sumber yang berbeda. Pertama, dataset dari National Library of Medicine dataset tersebut terdiri dari 2 sumber yang berbeda yaitu Montgomery Country dan Shenzhen dari China. Kedua, dataset dari Kementerian Kesehatan Republic of Belarus. Ketiga, dataset dari Radiological Society of North America.



Gambar 1 Sampel X-ray Normal (kanan) dan Tuberkulosis (kiri)

2.1.2 Perancangan Sistem

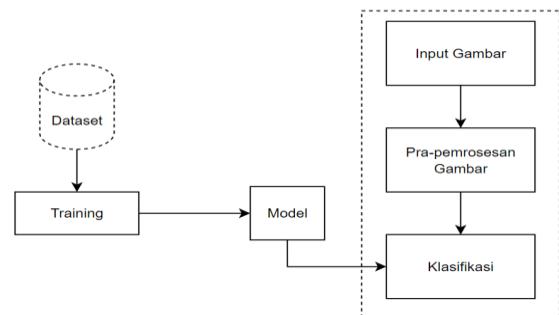
Perancangan sistem terbagi menjadi 2 bagian yaitu yang pertama Rule Based System dan yang kedua adalah klasifikasi gambar X-ray paru.



Gambar 2 Alur Kerja Rule Based System

Gambar 2 merupakan alur kerja dari Rule Based System. Berikut ini adalah penjelasan dari blok diagram di atas:

1. Pengguna akan memberikan jawaban berupa angka nilai dari setiap pertanyaan yang sudah disediakan mengenai gejala dari penyakit.
2. Kemudian jawaban dari pengguna akan dilakukan *Forward Chaining* untuk menentukan penyakit yang dihidap berdasarkan jawaban yang telah diberikan.
3. Setelah itu dilakukan perhitungan dengan metode *Certainty Factor* untuk menghitung probalitas dari jawaban yang sudah diberikan.
4. Menampilkan hasil diagnosa penyakit yang diidentifikasi dan beserta besaran nilai probalitasnya.



Gambar 3 Alur Kerja Klasifikasi Gambar X-ray

Gambar 3 merupakan alur kerja dari klasifikasi gambar X-ray. Berikut ini adalah penjelasan dari blok diagram di atas :

1. Menginputkan gambar X-ray, pada sistem diagnosa berupa format file PNG.
2. Gambar X-ray yang telah diinputkan akan dilakukan perubahan ukuran menjadi 224 x 224 dan perubahan warna jika gambar berwarna abu abu.
3. Sebelum melakukan klasifikasi pada gambar yang diinputkan, dilakukan proses pelatihan pada dataset yang digunakan dengan dibantu model dengan arsitektur *DesNet201*.
4. Hasil dari proses pelatihan sebelumnya dipergunakan untuk mengklasifikasi gambar X-ray yang telah diinputkan, setelah itu dilakukan pengklasifikasian pada gambar yang diinputkan.

2.1.3 Basis Aturan Berdasarkan Gejala

Salah satu metode yang diterapkan pada Rule Based System dalam penelitian ini ialah Forward Chaining. Forward Chaining adalah suatu metode pencarian atau pengambilan kesimpulan berdasarkan data atau fakta yang ada menuju pada kesimpulan [5]. Rangkaian Rule yang digunakan sebagai berikut.

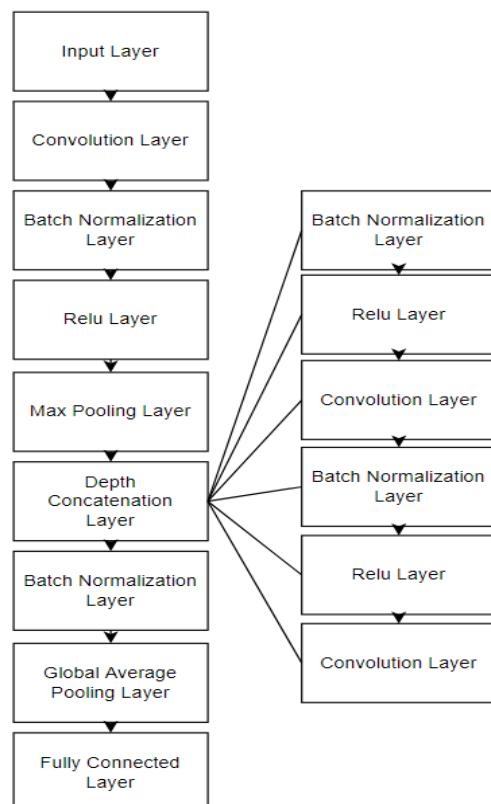
Rule 1 : IF Batuk tidak kunjung sembuh lebih 2 minggu (G01) AND Batuk dengan dahak cair (G02) AND Batuk dengan dahak berwarna hijau (G03) AND Batuk dengan dahak darah (G04) AND Sesak Nafas (G05) AND Nyeri Dada (G06) AND Berkeringat dingin pada malam hari (G07) AND Mengalami kurang enak badan (G08) THEN Tuberkulosis Paru

Rule 2 : IF Benjolan terasa kenyal ketika disentuh (G09) AND Benjolan terus

tumbuh baik ukuran maupun jumlahnya (G10) AND Munculnya benjolan pada bagian yang mengalami gangguan (G11) AND Menggil (G12) AND Demam meriang berkepanjangan AND Terjadi Penurunan Berat Badan (G14) THEN Tuberkulosis Kelenjar

2.1.4 Layer Arsitektur DenseNet201 Pada CNN

DenseNet201 memiliki layer yang berjumlah sebanyak 708. DenseNet201 terdiri dari beberapa layer seperti Input Layer, Convolution Layer, Relu Layer, MaxPooling Layer, Batch Normalization Layer, Global Average Layer, Fully Connected layer, Softmax Layer dan Classification Layer. Untuk struktur layer dari model DenseNet201 dapat dilihat pada Gambar 4.



2.1.5 Metode Certainty Factor

Pada Penelitian ini perhitungan yang digunakan pada Rule Based System

menggunakan metode Certainty Factor yang dimana untuk menghitung probalitas kemiripan penyakit yang berdasarkan gejala yang dialami. Certainty Factor, menyatakan kepercayaan dalam sebuah kejadian (fakta atau hipotesa) berdasar bukti atau penilaian pakar [6].

Persamaan Certainty Factor

$$CF(H, E) = \min\{CF(E_1), CF(E_n)\} \times CF(\text{Rule}) \quad (1)$$

Keterangan :

$CF(H, E)$ = CF dari Hipotesis yang dipengaruhi Evidence.

$CF(E_n)$ = Besar CF dari Evidence.

$CF(\text{Rule})$ = Besar CF dari Pakar

3. Hasil Dan Pembahasan

Disini akan dijelaskan mengenai hasil pengujian Training dari model Densenet201 dengan Hyperparameter yang berbeda dan pengujian Rule Based System dengan metode Certainty Factor yang telah dilakukan dalam penelitian ini.

3.1 Pengujian Training Densenet201

Pada Tahapan ini dilakukan pengujian Training pada model Densenet201 sebanyak 5 kali dengan Hyperparameter yang berbeda setelah itu dilakukan Uji Confusion Matrix untuk mendapatkan hasil akurasi bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Percobaan Hyperparameter

1	Initial Learn Rate = 0.1 Max Epochs = 30 Mini Batch Size = 5 Validation Frequency = 50 Shuffle = Setiap Epoch	82.8%
2	Initial Learn Rate = 0.01 Max Epochs = 10 Mini Batch Size = 5 Validation Frequency = 30 Shuffle = Setiap Epoch	90,4%
3	Initial Learn Rate = 0.001 Max Epochs = 10 Mini Batch Size = 5 Validation Frequency = 10 Shuffle = Setiap Epoch	94,7%

Percobaan	Nilai Hyperparameter Training	Hasil Akurasi

	Initial Learn Rate = 0.0001		(82%)	
4	Max Epochs = 10	99,3%	Jika G01 (77%), G02 (67%), G03 (100%), G04 (85%), G05 (66%), G06 (58%), G07 (85%), G08 (91%)	58%
	Mini Batch Size = 5		Jika G09 (77%), G10 (67%), G11 (100%), G12 (85%), G13 (66%), G14 (58%)	46%
	Shuffle = Sekali			
	Initial Learn Rate = 0.0001		Jika G09 (86%), G10 (90%), G11 (77%), G12 (80%), G13 (91%), G14 (80%)	77%
5	Max Epochs = 30	99,8%	Jika G09 (60%), G10 (80%), G11 (85%), G12 (77%), G13 (81%), G14 (80%)	60%
	Mini Batch Size = 10			
	Validation Frequency = 30			
	Shuffle = Setiap Epoch			

3.2 Pengujian Rule Based System

Pada pengujian kali ini dilakukan dengan memberikan nilai probalitas dari setiap gejala yang dimana bertujuan agar mengetahui hasil dari Rule Based System, hasil uji coba dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Hasil Pengujian Sistem Rule Based System

Diagnosa Sistem	Nilai Probalitas
Jika G01 (41%), G02 (76%), G03 (70%), G04 (48%), G05 (58%), G06 (50%), G07 (73%), G08 (69%)	58 %
Jika G01 (86%), G02 (90%), G03 (82%), G04 (85%), G05 (72%), G06 (82%), G07 (83%), G08	72%

4. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian pembuatan sistem hingga perbandingan percobaan Hyperparameter dan Rule Based System, maka dapat ditarik kesimpulan berikut:

1. Metode *Certainty Factor* bisa digunakan untuk membantu mengidentifikasi seberapa besar kemiripan penyakit *Tuberculosis* dengan gejala yang dirasakan.
2. Berdasarkan dari percobaan *Confusion Matrix* yang dilakukan terhadap *Hyperparameter* yang dibantu dengan model *DenseNet201* mendapatkan akurasi sebesar 99.8%.
3. Sistem diagnosa dapat digunakan untuk membantu memperhitungkan seberapa besar probalitas dari kemiripan gejala yang dirasakan dan citra X-ray paru.

5. Daftar Pustaka

- [1] Rahman, T., Khandakar, A., Kadir, M. A., Islam, K. R., Islam, K. F.,

- Mazhar, R., Hamid, T., Islam, M. T., Kashem, S., Mahbub, Z. bin, Ayari, M. A., & Chowdhury, M. E. H. (2020). Reliable tuberculosis detection using chest X-ray with deep learning, segmentation and visualization. *IEEE Access*, 8, 191586–191601.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3031384>
- [2] Sanklaa, K. (2021). Evaluation of efficiency of artificial intelligence for chest radiograph interpretation for pulmonary tuberculosis screening in mobile x-ray vehicle. In Thai-Journal Citation Index Centre (TCI) & ASEAN Citation Index (Vol. 54, Issue 3). ACI.
- [3] Harris, M., Qi, A., Jeagal, L., Torabi, N., Menzies, D., Korobitsyn, A., Pai, M., Nathavitharana, R. R., & Khan, F. A. (2019). A systematic review of the diagnostic accuracy of artificial intelligence-based computer programs to analyze chest x-rays for pulmonary tuberculosis. *PLoS ONE*, 14(9).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221339>
- [4] Khan, M. T., Kaushik, A. C., Ji, L., Malik, S. I., Ali, S., & Wei, D. Q. (2019). Artificial neural networks for prediction of tuberculosis disease. *Frontiers in Microbiology*, 10(MAR).
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00395>
- [5] Dayan Sinaga, M., Subhan Riza, B., iriani, J., Lazuly, I., & Victor, E. H. (2018). A Forward Chaining Trace Analysis In Diagnosing Tamarillo Disease.
- [6] Trio Alfianto, & Benisius. (2018). Aplikasi Diagnosa Dini Penyakit Tuberculosis Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor.