



Development of an Expert System for Early Diagnosis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Using Mobile-Based Decision Tree and Dempster-Shafer Methods

Pengembangan Sistem Pakar untuk Diagnosa Dini Penyakit Paru Obstruktif Kronis Menggunakan Decision Tree dan Dempster-Shafer Berbasis Mobile

**Yulianto Pambudi¹, Ahmad Luky Ramdani^{2*},
Rajif Agung Yunmar³, Retno Ariza S. Soemarwoto⁴**

^{1,3}Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

²Program Studi Sains Data, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

⁴Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran,
Universitas Lampung, Indonesia

E-Mail: ¹yulianto.14116098@student.itera.ac.id, ²ahmadluky@sd.itera.ac.id,
³rajif@if.itera.ac.id, ³arizapulmo@gmail.com

Received Feb 2nd 2025; Revised Apr 10th 2025; Accepted Apr 16th 2025; Available Online Apr 19th 2025, Published Apr 19th 2025

Corresponding Author: Ahmad Luky Ramdani

Copyright © 2025 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

Abstract

Population growth, industrial development, and increasing transportation needs have resulted in elevated air pollution levels in urban and suburban environments. The consequences of air pollution, including coughing, dyspnea, and irritation of the respiratory mucosa, can contribute to the risk of developing Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). COPD is a condition characterized by airflow obstruction that is not fully reversible. Individuals frequently disregard the initial symptoms of COPD, despite the importance of early diagnosis. This study was conducted to develop an expert system utilizing Decision Tree and Dempster-Shafer algorithms. The system was subsequently implemented on a mobile-based platform. The system development methodology employed the Expert System Development Lifecycle (ESDLC). System evaluation using the Black Box technique demonstrated that the created system functions as intended. The accuracy of this expert system was assessed using 100 test data points in the form of medical records. The evaluation process involved comparing the diagnostic results from expert assessments in medical records with those generated by the expert system. The accuracy test yielded a value of 86%.

Keyword: Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Decision Tree, Dempster-Shafer, Expert System, Mobile

Abstrak

Seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan industri serta meningkatnya kebutuhan transportasi mengakibatkan meningkatnya pencemaran udara di alam bebas perkotaan dan subperkotaan. Akibat yang ditimbulkan dari pencemaran udara berupa batuk, sesak napas, dan iritasi mukosa saluran pernapasan dapat mengakibatkan risiko terkena Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK). PPOK merupakan penyakit yang menghambat aliran udara saluran pernapasan yang tidak sepenuhnya reversibel. Masyarakat sering mengabaikan gejala-gejala dini pada PPOK, sedangkan diagnosa dini pada PPOK merupakan hal yang penting. Selain itu fasilitas kedokteran dan minimnya jumlah dokter spesialis paru-paru, menyebabkan semakin banyak masyarakat yang mengidap PPOK. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan mengembangkan sistem pakar menggunakan algoritme Decision Tree dan Dempster-Shafer. Penelitian ini diharapkan dalam membantu masyarakat mendeteksi dini PPOK. Kemudian sistem tersebut diimplementasikan ke perangkat berbasis mobile. Metode pengembangan sistem menggunakan *Expert System Development Lifecycle* (ESDLC). Pengujian sistem menggunakan teknik Black-Box menunjukkan bahwa sistem yang dibuat berfungsi seperti yang diharapkan. Akurasi sistem pakar ini diuji dengan menggunakan 100 data uji yang berupa rekam medis. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosa pakar yang ada pada rekam medis dengan hasil diagnosa aplikasi. Hasil pengujian akurasi mendapatkan nilai sebesar 86%.

Kata Kunci: Decision Tree, Dempster-Shafer, Penyakit Paru Obstruktif Kronis, Sistem Pakar



1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan industri serta meningkatnya kebutuhan transportasi mengakibatkan meningkatnya pencemaran udara di alam bebas perkotaan dan subperkotaan. Pembakaran hasil proses industri maupun bahan bakar kendaraan melepaskan zat CO_x, NO_x, SO_x, O_x, PM_{2.5}, PM₁₀ dan berbagai logam berat yang merupakan sumber-sumber pencemaran udara luar ruangan [1]. Pencemaran udara di dalam ruangan juga terjadi akibat hasil pembakaran rokok yang berupa asap rokok. Data dari Susenas tahun 2001 sebanyak 91,8% dari perokok mempunyai kebiasaan merokok dalam rumah [2]. Laporan dari Global Adult Tobacco Survey tahun 2011 sebanyak 133,3 juta (78,4%) orang dewasa terpapar asap rokok [3]. Selain itu, terdapat kasus khusus seperti kebakaran hutan dan lahan (karhutla) yang terjadi setiap tahun juga berkontribusi terhadap pencemaran udara [4].

Akibat yang ditimbulkan dari pencemaran udara berupa batuk, sesak napas, dan iritasi mukosa saluran pernapasan dapat mengakibatkan risiko terkena Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK). PPOK merupakan penyakit yang menghambat aliran udara saluran pernapasan yang tidak sepenuhnya reversibel [5]. Terhambatnya saluran pernapasan tersebut bersifat progresif dan berhubungan dengan respons inflamasi dikarenakan bahan yang merugikan atau gas yang berbahaya bagi kesehatan organ pernapasan [5]. PPOK merupakan penyakit tidak menular yang kurang terdiagnosis, kurang diperhatikan, kurang diobati dan kurang dicegah [6].

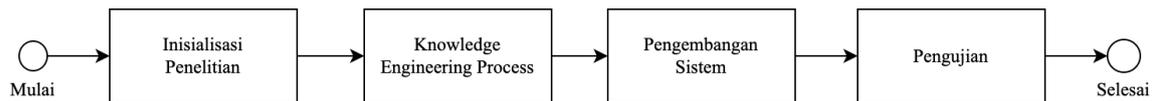
Masyarakat sering mengabaikan gejala-gejala dini pada PPOK, sedangkan diagnosa dini pada PPOK merupakan hal yang penting. Diagnosa dini dapat memberikan informasi dini mengenai penyakit agar dapat dilakukan pencegahan dan tindakan medis 2 sebelum penyakit tersebut semakin parah, dan mengakibatkan kerugian materiil, penurunan kondisi kesehatan bahkan kematian. Namun terbatasnya ketersediaan dokter spesialis paru dan pernapasan di Indonesia menjadi masalah ketika masyarakat ingin melakukan diagnosa dini. Selain itu persebaran dokter spesialis paru di Indonesia juga belum merata, provinsi-provinsi di luar pulau Jawa masih memiliki rasio dokter spesialis paru dibawah standar [7][8].

Seiring dengan perkembangan teknologi di bidang kecerdasan buatan, diagnosa dini pada penyakit dapat dilakukan. Salah satu penerapan teknologi kecerdasan buatan adalah sistem pakar [9]. Sistem pakar merupakan sebuah sistem yang dapat mengambil keputusan dari suatu masalah yang mampu mencapai kinerja seperti layaknya ahli atau pakar dari suatu bidang tertentu. Sistem pakar mengambil beberapa fakta kemudian menarik suatu kesimpulan dari fakta-fakta tersebut, sistem pakar diharapkan mampu menjelaskan hasil keputusan kepada masyarakat umum layaknya ahli/pakar [10].

Penelitian dengan bidang yang serupa pernah dilakukan sebelumnya, salah satunya sistem pakar diagnosa penyakit gangguan pribadi menggunakan metode Dempster-Shafer [11]. Penelitian tersebut mendiagnosis permasalahan gangguan pribadi berdasarkan gejala yang ada. Data yang digunakan pada sistem pakar ini terdiri dari 20 data gejala penyakit. Penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 85%. Penelitian yang serupa juga dilakukan oleh [12] terkait dengan permasalahan penyakit kulit pada manusia. Metode Dempster-Shafer memberikan akurasi 92,22%. Namun pada penelitian-penelitian tersebut, tidak diimplementasikan secara praktis di masyarakat. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan pengembangan sistem pakar menggunakan Dempster-Shafer dan decision tree berbasis pada perangkat aplikasi mobile. Aplikasi ini diharapkan dapat mendiagnosa secara dini PPOK dengan memberikan informasi mengenai gejala penyakit yang diderita. Decision tree digunakan sebagai mesin inferensi dan Dempster-Shafer digunakan untuk menghitung nilai kemungkinan dari suatu penyakit [13]. Kelebihan dari kedua metode tersebut yaitu: (1) menggunakan fakta (*evidence*) berupa gejala penyakit kemudian menarik kesimpulan dari fakta-fakta tersebut, (2) mampu membedakan ketidakpastian dan ketidaktahuan, (3) sesuai dengan cara berpikir seorang pakar yang intelektual, namun dengan dasar matematika yang kuat. Sehingga kedua metode tersebut mampu menyimpulkan suatu penyakit dari berbagai fakta yang ada, kemudian informasi mengenai penyakit tersebut dapat digunakan oleh pasien sebagai informasi. Sistem pakar dalam penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan perangkat berbasis mobile dengan sistem operasi android. Data dari *stat counter* menunjukkan bahwa sistem operasi berbasis mobile memiliki pengguna terbanyak dengan persentase 56% (Android dan iOS) dari seluruh sistem operasi yang digunakan di Indonesia [14]. Harapannya sistem pakar ini dapat digunakan pasien untuk mendiagnosa dini secara mandiri penyakit PPOK dimana saja dan kapan saja, sebelum penyakit tersebut bertambah parah dan pasien dapat segera pergi ke dokter untuk penanganan lebih lanjut.

2. MATERIALS AND METHOD

Metode penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan peneliti dalam melakukan penelitian. Beberapa tahapan yang akan dilakukan peneliti dalam membangun sistem pakar dan menentukan nilai kemungkinan PPOK diadopsi dari metode pengembangan sistem pakar *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC). Secara umum tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

Alur penelitian akan dibagi menjadi 4 sub-bagian yaitu tahap inialisasi penelitian, tahap *knowledge engineering process*, tahap pengembangan sistem, dan tahap pengujian akurasi. Pada tahap inialisasi penelitian terdiri dari mendefinisikan permasalahan, menentukan solusi, menentukan metode, dan menentukan seorang pakar. Tahap *knowledge engineering process* dilakukan *knowledge engineering* yang terdiri dari akuisisi pengetahuan dari sumber-sumber pengetahuan, representasi pengetahuan, membuat basis pengetahuan, memvalidasi pengetahuan, inferensi dan tahap pemberian justifikasi [10]. Pada tahapan ini menggunakan algoritma *decision tree* dan *dempster-shafer*. Tahap pengembangan sistem dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu tahap analisis, tahap desain sistem, tahap implementasi sistem dan tahap pengujian sistem. Tahapan terakhir adalah pengujian akurasi sistem pakar yang telah dikembangkan. Pengujian akurasi bertujuan untuk menguji tingkat akurasi sistem pakar dalam mendiagnosa penyakit. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil diagnosa sistem pakar dengan hasil diagnosa seorang pakar. Data pengujian di dapat dari rekam medis pasien di fasilitas kesehatan. Pengujian akurasi pada penelitian ini menggunakan tabel *confusion matrix* untuk memudahkan perhitungan akurasi. *confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 1 [15]. Confusion matrix memiliki 4 nilai klasifikasi, yaitu *true positive* (TP), *true negative* (TN), *false positive* (FP), dan *false negative* (FN).

Tabel 1. Confusion matrix

		Nilai Prediksi	
		Positif (1)	Negatif (0)
Nilai Prediksi	Positif (1)	TP	FP
	Negatif (0)	FN	TN

2.1. Decision Tree

Decision tree atau pohon keputusan merupakan sebuah metode pendukung keputusan yang menggunakan pohon hirarkis untuk mengklasifikasi suatu nilai berdasarkan dari kumpulan pertanyaan, *Decision tree* menggunakan metode klasifikasi yang dibuat dalam bentuk pohon [13]. *Decision tree* pada penelitian ini digunakan sebagai mesin inferensi dengan metode runut maju.

2.2. Dempster-Shafer

Dempster-Shafer merupakan teori matematika yang digunakan untuk menghitung kemungkinan dari suatu peristiwa berdasarkan *belief functions* and *plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan penalaran yang masuk akal). Teori ini mampu mengkombinasikan potongan informasi (fakta) yang terpisah kemudian memberikan bobot keyakinan terhadap suatu peristiwa sesuai fakta yang dikumpulkan [16]. Teori ini sesuai dengan cara berpikir seorang pakar yang intuitif, namun dengan dasar matematika yang kuat [17]. Teori Dempster-Shafer ditulis dalam suatu interval [*belief, plausibility*]. *Belief* menunjukkan ukuran kekuatan *evidence* (bukti) dalam mendukung suatu hipotesa. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan tidak terdapat *evidence*, jika bernilai 1 maka terdapat kepastian. *Plausibility* merupakan keadaan yang dapat dipercaya, *plausibility* akan mengurangi tingkat kepastian *evidence*. Menurut Giarratano dan Riley fungsi *belief* ditulis sebagai Persamaan 1 dan fungsi *plausibility* ditulis sebagai Persamaan 2.

$$\text{Bel}(X) = \sum_{Y \subseteq X} m(Y) \quad (1)$$

$$\text{Pls}(X) = 1 - \text{Bel}(X) \quad (2)$$

dengan nilai $\text{Bel}(X)$ adalah *Belief* (X), $\text{Pls}(X)$ adalah *Plausibility* (X), $m(X)$ adalah *Mass function* dari (X) dan $m(Y)$ adalah *Mass function* dari (Y).

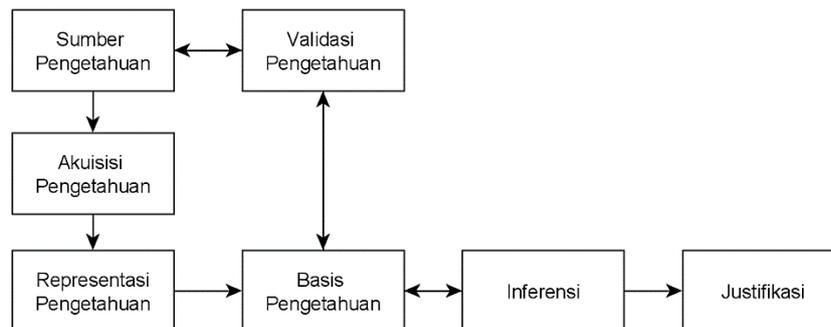
Pada Dempster-Shafer terdapat *frame of discrement*. *Frame of discrement* merupakan himpunan semesta pembicaraan yang terdiri dari sekumpulan hipotesa atau sering disebut sebagai *enviromtent*. Selain itu, terdapat juga probabilitas fungsi densitas (m) yang menunjukkan besarnya kepercayaan (*belief evidence* (gejala) terhadap hipotesa tertentu, tujuannya adalah untuk mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen θ karena tidak semua *evidence* mendukung tiap-tiap elemen. Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas (m). Apabila diketahui X adalah subset dari θ , dengan $m1$ sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari θ dengan $m2$ sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi $m1$ dan $m2$ sebagai $m3$ yang ditulis dengan Persamaan 3.

$$m3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m1(X) * m2(Y)}{\sum_{X \cap Y = \emptyset} m1(X) * m2(Y)} \quad (3)$$

dengan nilai $m3(Z)$ adalah *mass function* dari *evidence* (Z), $m1(X)$ adalah *mass function* dari *evidence* (X) yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu *evidence* dikalikan dengan nilai *disbelief* dari *evidence* tersebut. $m2(Y)$ adalah *mass function* dari *evidence* (Y) yang diperoleh dari nilai keyakinan suatu *evidence* dikalikan dengan nilai *disbelief* dari *evidence* tersebut. $\sum m1(X) * m2(Y)$ merupakan nilai kekuatan dari *evidence* Z yang diperoleh dari kombinasi nilai keyakinan sekumpulan *evidence*.

2.3. Knowledge Engineering Process

Knowledge engineering process merupakan tahapan-tahapan yang digunakan untuk membangun *knowledge base* pada sistem pakar [10]. Tahapan-tahapan tersebut digambarkan pada Gambar 2 [18].



Gambar 2. Diagram knowledge engineering process.

Proses ini diawali dari tahapan penentuan sumber pengetahuan. Tahapan ini merupakan proses mendapatkan sumber pengetahuan yang dapat berasal dari pakar, buku referensi, jurnal, data-data penelitian sebelumnya dan sebagainya. Proses selanjutnya adalah akuisisi pengetahuan. Proses ini dilakukan untuk mengumpulkan pengetahuan dari sumber-sumber pengetahuan (*knowledge sources*). Tahapan representasi pengetahuan merupakan proses untuk mempresentasikan pengetahuan yang telah dikumpulkan sebelumnya untuk membangun sebuah basis pengetahuan. Adapun basis pengetahuan berisi pengetahuan dari pakar yang belum divalidasi maupun yang sudah divalidasi, serta digunakan sebagai data pengetahuan saat dilakukan inferensi. Proses validasi pengetahuan merupakan proses memvalidasi pengetahuan dari pakar atau ahli. Inferensi merupakan proses mencari jawaban dari fakta-fakta yang ada. Proses pencarian jawaban menggunakan aturan yang terdapat pada basis pengetahuan, Jika berhasil mengidentifikasi permasalahan dari fakta-fakta yang ada, maka proses inferensi dianggap berhasil. Tahapan terakhir adalah justifikasi. Pada tahapan ini dilaiikan proses memberikan alasan atau penjelasan sesuai dengan jawaban dari permasalahan yang berhasil diidentifikasi.

2.4. Pengembangan Sistem

Penelitian ini mengadopsi ESDLC dalam pengembangan sistem pakar. ESDLC merupakan sebuah siklus untuk mengembangkan sistem pakar mulai dari inialisasi proyek, analisis dan desain sistem, protoyping skala kecil, membangun sistem, implementasi hingga pasca implementasi [10]. ESDLC dapat memberikan petunjuk ataupun arahan mengenai pengembangan sistem pakar agar tingkat keberhasilan pengembangan menjadi lebih tinggi, lebih efisien dan lebih terarah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tahap Inialisasi Penelitian

Pada tahapan ini dilukan proses identifikasi dan penentuan pakar yang sesuai dengan permasalahan penelitian. Pakar yang dipilih dalam penelitian ini merupak Dokter spesialis penyakit paru-paru yang juga berpengalaman sebagai akademisi. Pakar yang dipilih merupakan seorang dokter spesialis paru dan pernafasan dari suatu Klinik dan juga aktif sebagai dosen disalah satu perguruan tinggi swasta.

3.2. Tahap Knowledge Engineering Process

Tahap akuisisi pengetahuan dilakukan dengan cara wawancara dengan pakar spesialis paru dan pernafasan. Selain itu, pengetahuan mengenai PPOK juga didapatkan dari beberapa sumber lain yaitu:

1. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2008 tentang Pedoman Pengendalian PPOK [5];
2. *Global Strategy for Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* tahun 2020 (GOLD 2020)[19];

3. *COPD Management: Role of symptom assessment in routine clinical practice* [20].

Setelah melakukan pengumpulan gejala PPOK dari sumber-sumber pengetahuan, kemudian melakukan kategorisasi gejala berdasarkan Pedoman Pengendalian PPOK dari Kemenkes [5] dan Pakar. Gejala-gejala tersebut dikategorikan menjadi 3 yaitu gejala utama, gejala tambahan dan faktor risiko. Kemudian pemberian bobot nilai gejala didasari dari banyaknya sumber pengetahuan yang menyebut gejala tersebut (tanda centang). Tabel akuisisi pengetahuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel akuisisi pengetahuan

No.	Nama gejala	Pedoman PPOK [5]	GOLD 2020 [19]	COPD Man. [20]	Pakar	Bobot
Gejala Utama						
1.	Batuk Berdahak lebih dari 3 bulan	√	√	√	√	0,42
2.	Batuk kronis lebih dari 3 bulan	√	√	√	√	0,42
3.	Usia lebih dari 45 tahun	√	-	-	√	0,14
4.	Tidak ada sesak kecuali dengan aktivitas berat	√	√	√	√	0,20
5.	Sesak napas mulai timbul bila berjalan cepat atau naik tangga 1 tingkat	√	√	√	√	0,39
6.	Berjalan lebih lambat karena merasa sesak napas	√	√	√	√	0,58
7.	Sesak napas timbul bila berjalan 100m atau setelah beberapa menit	√	√	√	√	0,77
Gejala utama						
8.	Sesak nafas bila mandi atau berpakaian	√	√	√	√	0,96
Gejala tambahan						
9.	Nyeri di dada	-	√	√	-	0,07
10.	Mengi	√	√	√	-	0,105
11.	Lelah	-	√	-	-	0,035
12.	Penurunan berat badan berlebih	-	√	-	-	0,035
13.	Berkurangnya aktivitas fisik	-	-	√	-	0,035
14.	Sering keluar masuk rumah sakit dengan keluhan yang sama	-	-	-	√	0,035
Faktor risiko						
15.	Merokok lebih dari 15 tahun	√	√	-	√	0,105
16.	Bekerja di tempat dengan polusi yang tinggi (pabrik, pertambangan, konstruksi)	√	√	-	√	0,105
17.	Hidup di tempat dengan polusi udara tinggi (perkotaan)	√	√	-	√	0,105
18.	Terpapar asap rokok (perokok pasif)	√	-	-	-	0,035

Pengetahuan yang telah diakuisisi kemudian direpresentasikan dalam bentuk kode. Catatan dari Kemenkes memberikan keterangan mengenai penentuan derajat PPOK, yaitu untuk menentukan derajat klasifikasi PPOK (ringan, sedang, parah) perlu menggunakan spirometri [5]. Sehingga derajat PPOK tidak digunakan dalam penelitian ini, karena untuk menentukan derajat keparahan PPOK memerlukan pemeriksaan lanjutan dengan spirometri. Sehingga penyakit yang digunakan hanya satu, yaitu PPOK tanpa derajat keparahan. Pengetahuan yang direpresentasi terdiri dari nama penyakit dan nama gejala penyakit. Tabel 3 merupakan representasi penyakit dan Tabel 4 merupakan representasi gejala penyakit.

Tabel 1. Representasi Penyakit.

No.	Kode penyakit	Nama penyakit
1.	P1	Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)

Tabel 2. Representasi gejala penyakit.

No.	Kode Gejala	Gejala
1.	G01	Batuk Berdahak lebih dari 3 bulan
2.	G02	Batuk kronis lebih dari 3 bulan
3.	G03	Usia lebih dari 45 tahun
4.	G04	Tidak ada sesak kecuali dengan aktivitas berat
5.	G05	Sesak napas mulai timbul bila berjalan cepat atau naik tangga 1 tingkat
6.	G06	Berjalan lebih lambat karena merasa sesak napas
7.	G07	Sesak napas timbul bila berjalan 100m atau setelah beberapa menit
8.	G08	Sesak nafas bila mandi atau berpakaian
9.	G09	Nyeri di dada

No.	Kode Gejala	Gejala
10.	G10	Mengi (suara bernada tinggi saat bernapas)
11.	G11	Merasa lelah
12.	G12	Penurunan berat badan berlebih
13.	G13	Berkurangnya aktivitas fisik
14.	G14	Sering keluar masuk rumah sakit dengan keluhan yang sama
15.	G15	Merokok lebih dari 15 tahun
16.	G16	Bekerja di tempat dengan polusi yang tinggi
17.	G17	Hidup di tempat dengan polusi udara yg tinggi (perkotaan)
18.	G18	Terpapar asap rokok (perokok pasif)

Pengetahuan yang sudah direpresentasikan dalam bentuk kode selanjutnya dibuat ke dalam bentuk basis pengetahuan. Basis pengetahuan dalam penelitian ini terdiri dari nama penyakit, gejala penyakit dan densitas suatu gejala terhadap penyakit. Tabel 4 merupakan tabel basis pengetahuan. *Range* nilai bobot gejala penyakit antara 0 sampai 1. Jika nilai bobot mendekati 0 maka kemungkinan untuk terdiagnosa PPOK semakin kecil, dan sebaliknya jika nilai mendekati 1 maka kemungkinan untuk terdiagnosa PPOK semakin besar [13].

Tabel 4. Basis pengetahuan.

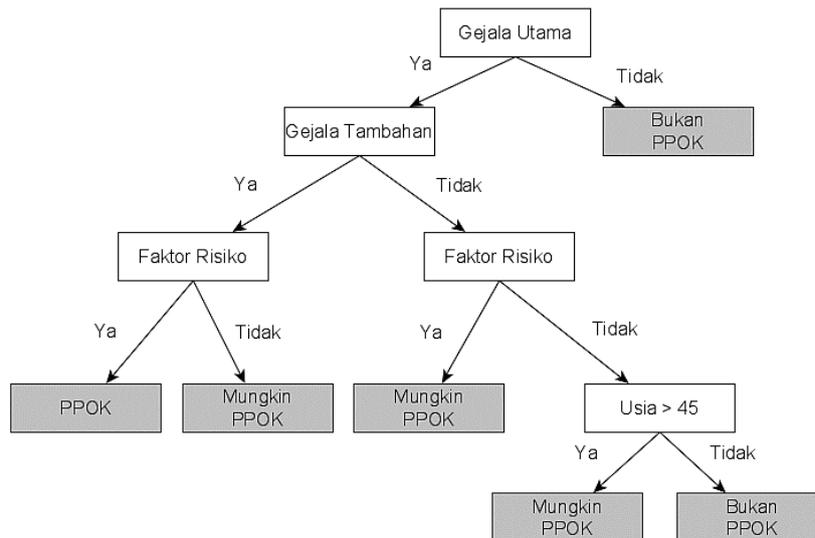
No.	Kode Penyakit	Kode Gejala	Bobot
1.	P1	G01	0.42
2.	P1	G02	0.42
3.	P1	G03	0.14
4.	P1	G04	0.2
5.	P1	G05	0.39
6.	P1	G06	0.58
7.	P1	G07	0.77
8.	P1	G08	0.96
9.	P1	G09	0.07
10.	P1	G10	0.105
11.	P1	G11	0.035
12.	P1	G12	0.035
13.	P1	G13	0.035
14.	P1	G14	0.035
15.	P1	G15	0.105
16.	P1	G16	0.105
17.	P1	G17	0.105
18.	P1	G18	0.035

Basis pengetahuan yang telah dibuat selanjutnya divalidasi oleh pakar agar tidak terdapat misinterpretasi antara pengetahuan seorang pakar dengan basis pengetahuan yang dibuat. Pada tahap ini pakar menyetujui basis pengetahuan yang telah dibuat. Pada tahap inferensi digunakan pendekatan dengan algoritma *decision tree* dan *dempster-shafer*. *Decision tree* pada penelitian ini digunakan sebagai mesin inferensi dengan metode runut maju sedangkan *Dempster-Shafer* digunakan untuk menghitung probabilitas suatu penyakit.

Inferensi runut maju dilakukan sesuai dengan aturan yang ada pada Gambar 3. Aturan tersebut sesuai dengan pedoman dari pakar dan Pedoman Kemenkes tentang PPOK, yaitu untuk menentukan PPOK ditemukan adanya anamnesis pada pasien usia lanjut berupa batuk kronik, berdahak, sesak napas disertai faktor risiko PPOK [5]. Hasil klasifikasi dari *Decision Tree* ada 3 yaitu “PPOK”, “Mungkin PPOK” dan “Bukan PPOK”. Hasil klasifikasi “PPOK” dan “Mungkin PPOK” akan diteruskan ke perhitungan probabilitas dengan menggunakan *Dempster-Shafer*. Sedangkan hasil klasifikasi “Bukan PPOK” akan disimpulkan sebagai bukan PPOK. Perhitungan *Dempster-Shafer* menggunakan persamaan 1, 2 dan 3. Setelah dilakukan perhitungan dengan persamaan 3 maka dilanjutkan ke proses justifikasi untuk penentuan terdiagnosa PPOK atau tidak.

Pada proses justifikasi, sistem akan memberikan kesimpulan penyakit yang berhasil di diagnosa serta saran untuk menanggulangi penyakit tersebut. Setelah dilakukan proses inferensi maka akan dihitung hasil akhir nilai probabilitas. Jika hasil perhitungan lebih besar sama dengan 0.625 maka dapat disimpulkan PPOK, jika hasil perhitungan kurang dari 0.625 maka disimpulkan tidak PPOK. Nilai ambang batas 0.625 didapatkan dari GOLD 2020 [19]. Saran penanggulangan PPOK di dapat dari Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2008 tentang Pedoman Pengendalian PPOK [5], yaitu sebagai berikut:

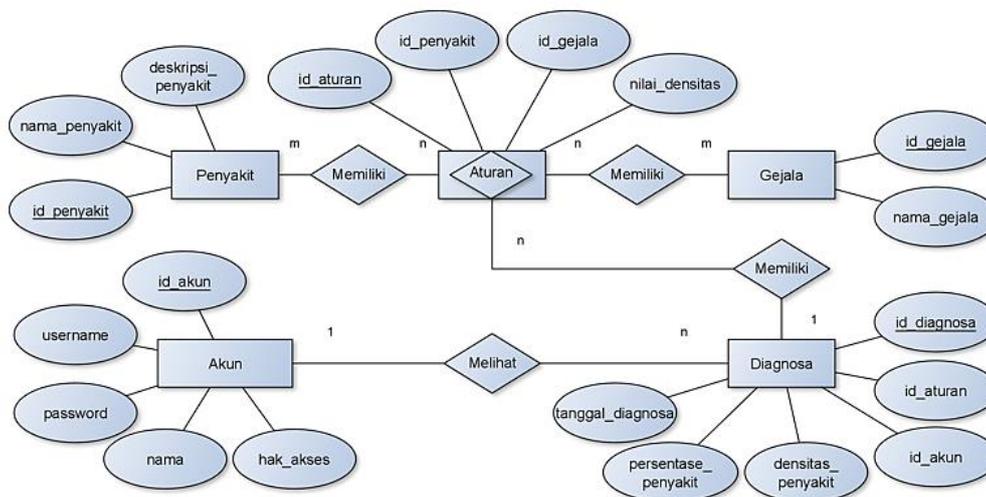
1. Edukasi mengenai bahaya merokok dan penggunaan transportasi umum agar mengurangi polusi udara.
2. Segera berhenti merokok agar tidak memperparah PPOK dan penyakit lain.
3. Perbanyak aktivitas fisik seperti olahraga dan latihan pernapasan.
4. Perbanyak mengonsumsi makanan yang bergizi.



Gambar 3. Decision Tree pada sistem.

3.3. Tahap Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu tahap analisis, tahap desain sistem, tahap implementasi sistem dan tahap pengujian sistem. Pada tahap implementasi sistem, dilakukan proses penerjemahan desain sistem menjadi bentuk kode program hingga menjadi aplikasi yang dapat dijalankan. Bahasa pemrograman yang digunakan yaitu Kotlin dan PHP. Bahasa pemrograman Kotlin digunakan untuk membuat aplikasi Android, sedangkan bahasa pemrograman PHP digunakan untuk membuat *webservice*. Basis data yang digunakan untuk menyimpan basis pengetahuan adalah MySQL. Implementasi basis pengetahuan menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD) pada Gambar 4. Hasil dari implementasi berupa sebuah aplikasi yang dapat digunakan di smartphone dengan sistem operasi Android.

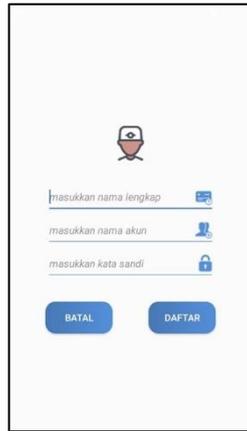


Gambar 4. Entity Relationship Diagram.

Tampilan antarmuka pada sistem terbagi menjadi 2 bagian. Yaitu tampilan di sisi pasien dan tampilan di sisi pakar.

3.3.1. Tampilan antarmuka sisi pasien

Tampilan registrasi akun digunakan bagi pasien untuk mendaftarkan diri ke dalam sistem. Di halaman registrasi akun terdapat kolom nama, *username*, dan *password* yang harus di isi. Tampilan registrasi akun dapat dilihat pada Gambar 5. Tampilan *login* akun digunakan oleh pasien dan pakar untuk masuk ke dalam aplikasi sistem pakar. Pada halaman login terdapat kolom untuk mengisi *username* beserta *password* akun yang sudah terdaftar di sistem. Jika pengguna belum memiliki akun, maka pengguna dapat mendaftar terlebih dahulu dengan menekan tombol “DAFTAR” dan mengisi formulir yang ada pada halaman registrasi akun. Tampilan login akun dapat dilihat pada Gambar 6.

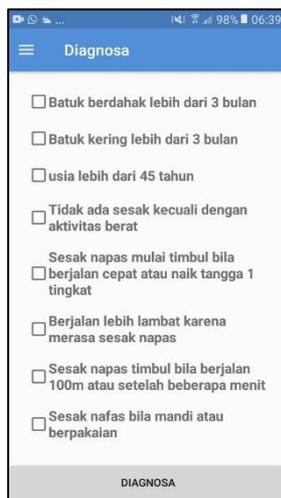


Gambar 5. Tampilan registrasi akun.



Gambar 6. Tampilan login akun.

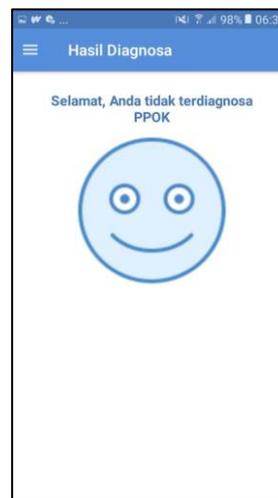
Tampilan diagnosa penyakit berisi gejala-gejala PPOK. Pasien diharuskan memilih minimal 2 gejala yang dirasakan. Jika sudah selesai memilih gejala, maka klik tombol “DIAGNOSA” untuk melihat hasil diagnosa. Tampilan diagnosa penyakit dapat dilihat pada Gambar 7. Tampilan hasil diagnosa penyakit merupakan halaman lanjutan dari diagnosa penyakit. Halaman ini berisi informasi diagnosa penyakit berdasarkan gejala-gejala yang dipilih pada halaman sebelumnya (diagnosa penyakit). Jika pasien terdiagnosa PPOK, maka akan muncul informasi hasil diagnosa berisi nama penyakit, densitas penyakit, informasi tentang penyakit dan cara menangani penyakit. Tampilan terdiagnosa PPOK dapat dilihat pada Gambar 9. Jika pasien tidak terdiagnosa PPOK maka akan muncul tulisan “Selamat, Anda tidak terdiagnosa PPOK” disertai dengan gambar dokter senyum. Tampilan tidak terdiagnosa PPOK dapat dilihat pada Gambar 9. Tampilan riwayat diagnosa pasien berisi kumpulan hasil diagnosa pasien selama menggunakan aplikasi sistem pakar. Halaman ini berisi informasi nomor diagnosa, tanggal diagnosa, gejala penyakit yang dipilih, hasil diagnosa dan persentase diagnosa. Tampilan riwayat diagnosa pasien dapat dilihat pada Gambar 10.



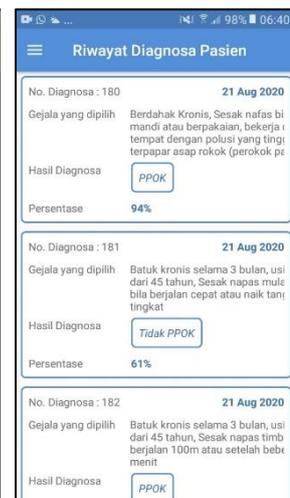
Gambar 7. Tampilan diagnosa penyakit



Gambar 8. Tampilan hasil penyakit PPOK



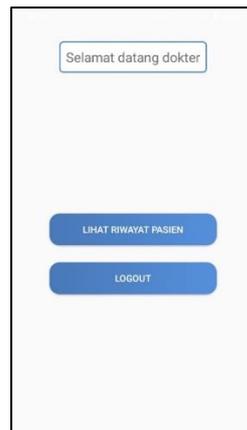
Gambar 9. Tampilan hasil tidak PPOK



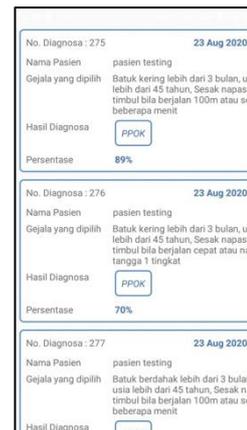
Gambar 10. Tampilan riwayat diagnosa pasien

3.3.2. Tampilan antarmuka sisi pakar

Tampilan halaman pakar hanya terdiri dari 2 halaman, yaitu halaman beranda untuk pakar dan halaman riwayat diagnosa pasien. Halaman beranda pakar merupakan halaman utama pada saat pakar melakukan login, pada halaman tersebut terdapat sebuah kata penyambut pakar dan 2 *button* yang mengarah ke halaman riwayat diagnosa pasien dan *logout* untuk pakar. Implementasi halaman beranda pakar dapat dilihat pada Gambar 11. Halaman riwayat diagnosa pasien merupakan halaman yang dapat digunakan oleh pakar untuk melihat riwayat diagnosa pasien yang pernah menggunakan aplikasi sistem pakar ESCOP. Pada halaman riwayat diagnosa pasien terdapat informasi nomor diagnosa, tanggal diagnosa, nama pasien, gejala yang dipilih, hasil diagnosa dan persentase kemungkinan PPOK. Halaman riwayat diagnosa pasien dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 11. Halaman beranda pakar



Gambar 12. Halaman riwayat pasien

Pengujian sistem dilakukan dengan menginstal aplikasi sistem pakar kedalam *smartphone* yang sesuai dengan spesifikasi. Pengujian sistem menggunakan teknik *blackbox testing*. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa fungsi-fungsi pada aplikasi dapat berjalan dengan baik tanpa masalah. Jika terdapat masalah pada aplikasi, maka dapat diperbaiki sebelum diberikan kepada pengguna dan pakar. Hasil pengujian aplikasi sistem pakar dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian fungsional sistem.

No.	Modul	Hasil Pengujian
1.	<i>Splash Screen</i> (Animasi Pembuka)	Berjalan dengan baik
2.	<i>Login</i> Akun <ul style="list-style-type: none"> a. Memasukkan <i>username</i> b. Memasukkan <i>password</i> c. Klik tombol <i>login</i> 	Berjalan dengan baik
3.	Registrasi Akun <ul style="list-style-type: none"> a. Memasukkan nama b. Memasukkan <i>username</i> c. Memasukkan <i>password</i> 	Berjalan dengan baik
4.	Beranda <ul style="list-style-type: none"> a. Klik tombol mulai diagnosa 	Berjalan dengan baik
5.	Diagnosa Penyakit <ul style="list-style-type: none"> a. Memilih gejala penyakit b. Klik tombol diagnosa penyakit 	Berjalan dengan baik
6.	Hasil Diagnosa Penyakit <ul style="list-style-type: none"> a. Informasi hasil diagnosa b. Informasi nama penyakit c. Informasi densitas penyakit d. Informasi tentang penyakit e. Informasi cara menangani penyakit 	Berjalan dengan baik
7.	Riwayat Diagnosa Penyakit <ul style="list-style-type: none"> a. Informasi nomor diagnosa b. Informasi tanggal diagnosa c. Informasi gejala yang dipilih d. Informasi hasil diagnosa e. Informasi persentase penyakit 	Berjalan dengan baik
8.	Informasi Pengembang <ul style="list-style-type: none"> a. Informasi nama dosen pembimbing b. Informasi nama pakar c. Informasi nama penulis (pengembang) 	Berjalan dengan baik
9.	Informasi PPOK	Berjalan dengan baik
10.	Informasi Akun <ul style="list-style-type: none"> a. Informasi nama akun b. Informasi <i>username</i> akun c. Informasi hak akses akun 	Berjalan dengan baik
11.	Informasi Aplikasi	Berjalan dengan baik

3.4. Tahap Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosa pakar dari rekam medis dengan hasil diagnosa sistem pakar. Data rekam medis didapatkan dari Klinik Harum Melati di Pringsewu, data rekam

medis diambil pada tanggal 15 Agustus 2020. Terdapat 100 data rekam medis yang terdiri dari 75 data rekam medis pria dan 25 data rekam medis wanita. Foto pengambilan rekam medis terdapat pada lampiran. Data rekam edis pria lebih banyak diakibatkan oleh banyaknya kasus PPOK dikalangan pria dan kecenderungan untuk merokok lebih tinggi. Semua data rekam medis yang diuji terdiagnosa PPOK. Akurasi dari sistem pakar jika hanya menggunakan *decision tree* sebesar 23%. Akurasi jika hanya menggunakan Dempster-shafer sebesar 82%. Jika menggunakan kombinasi *decision tree* dan *dempster-shafer*, maka perhitungan akurasi sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}} * 100\%$$

dengan nilai *true positive* (TP) = 86, *true negative* (TN)= 0, *false positive* (FP)= 0, *False Negative* (FN) =14. Maka nilai akurasi = $\frac{86+0}{100} * 100\% = 86\%$.

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka tingkat akurasi dari sistem pakar menggunakan kombinasi *Decision Tree* dan Dempster-Shafer sebesar 86%. Data uji yang terklasifikasi *false negative* disebabkan oleh sedikitnya gejala yang diberikan dan juga akibat dari gejala yang tidak berhubungan dengan PPOK. Selain itu, tidak ada data yang terklasifikasi *true negative* dan *false positive* dikarenakan semua data rekam medis yang digunakan terdiagnosa PPOK. Kombinasi metode *Decision Tree* dan Dempster-Shafer meningkatkan hasil akurasi diakibatkan oleh proses inferensi pada saat terklasifikasi “Mungkin PPOK”, maka akan dilanjutkan ke tahap Dempster-Shafer untuk dihitung probabilitasnya.

4. KESIMPULAN

Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) adalah penyakit yang menghambat aliran udara saluran pernapasan. PPOK merupakan penyakit tidak menular yang kurang terdiagnosis, kurang diperhatikan, kurang diobati dan dicegah. Seiring dengan perkembangan teknologi di bidang kecerdasan buatan, diagnosa dini pada penyakit dapat dilakukan. Salah satu penerapan teknologi kecerdasan buatan adalah sistem pakar. Salah satunya dengan menggunakan algoritma *decision tree* dan *dempster-shafer*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penelitian berhasil mengembangkan sistem pakar dengan menggunakan pendekatan algoritme *Decision Tree* dan Dempster-Shafer untuk menghitung dan mendiagnosa PPOK berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna/pasien. Selain itu penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem pakar PPOK ke dalam aplikasi *mobile* dengan akurasi pengujian sistem dengan menggunakan 100 data rekam medis. Akurasi yang didapatkan sebesar 86% dengan menggunakan kombinasi metode *Decision Tree* dan Dempster-Shafer.

REFERENSI

- [1] A. Budiyo, “Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan,” *Dirgantara*, vol. 2, no. 1, hlm. 21–27, 2001.
- [2] A. Maria Sirait, Y. Pradono, dan I. L. Toruan, “Perilaku Merokok di Indonesia,” *Bul. Penelit. Kesehat.*, vol. 30, hlm. 139–152, 2002, doi: 2414-7659.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, “Situasi Umum Konsumsi Tembakau di Indonesia,” 2018.
- [4] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, “InfoDATIN Masalah Kesehatan Akibat Kabut Asap Kebakaran Hutan dan Lahan,” 2015.
- [5] Kemenkes RI, “Pedoman Pengendalian Penyakit Paru Obstruktif Kronik,” 2008. doi: 661.238 IND K.
- [6] N. N. Nur dan E. Warganegara, “Faktor Risiko Perilaku Penyakit Tidak Menular,” *Med. J. Lampung Univ. Major.*, vol. 5, no. 2, hlm. 88–94, 2016.
- [7] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2017*. Jakarta, 2018. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [8] Persatuan Dokter Paru Indonesia, “Jumlah Anggota PDPI Seluruh Indonesia,” klikdpi. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.klikdpi.com/index.php?mod=content&sel=18>
- [9] J. Irawan, “Buku Pegangan Kuliah Sistem Pakar,” *Surabaya Sekol. Tinggi Inform. Komput. Tek. Komput. Surabaya*, no. July, 2007.
- [10] E. Turban, J. Aronson, dan T. Llang, “Decision Support Systems and Intelligent Systems,” *Decis. Support Syst. Intell. Syst.*, 2003.
- [11] D. T. Yuwono, A. Fadlil, dan S. Sunardi, “Implementasi Metode Dempster Shafer Pada Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Kepribadian,” *J. Sist. Inf. BISNIS*, vol. 9, no. 1, hlm. 25, Mei 2019, doi: 10.21456/vol9iss1pp25-31.
- [12] A. R. Mz, I. G. P. S. Wijaya, dan F. Bimantoro, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit pada Manusia dengan Metode Dempster Shafer,” *J. Comput. Sci. Inform. Eng. J-Cosine*, vol. 4, no. 2, hlm. 129–138, Des 2020, doi: 10.29303/jcosine.v4i2.285.

-
- [13] A. M. Alfatah, R. Arifudin, dan M. A. Muslim, "Implementation of Decision Tree and Dempster Shafer on Expert System for Lung Disease Diagnosis," *Sci. J. Inform.*, vol. 5, no. 1, hlm. 57, 2018, doi: 10.15294/sji.v5i1.13440.
- [14] Statcounter, "Operating System Market Share Indonesi," 20 April 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/all/indonesia/#monthly-201910-201910-bar>
- [15] A. Tiwari, "Supervised learning: From theory to applications," dalam *Artificial Intelligence and Machine Learning for EDGE Computing*, Elsevier, 2022, hlm. 23–32. doi: 10.1016/B978-0-12-824054-0.00026-5.
- [16] A. Prasetyo, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sapi Menggunakan Metode Dempster-Shafer Berbasis Web," Universitas Lampung, 2018. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [17] R. Hamidi, H. Anra, dan H. S. Pratiwi, "Analisis Perbandingan Sistem Pakar Dengan Metode Certainty Factor dan Metode Dempster-Shafer Pada Penyakit Kelinci," *J. Sist. Dan Teknol. Inf. JUSTIN*, vol. 5, no. 2, hlm. 142–147, 2017.
- [18] I. Puji Astuti, "Pengembangan Sistem Pakar Identifikasi Awal Penyakit Kedelai Dengan Pendekatan Naïve Bayes Berbasis Android," Institut Pertanian Bogor.
- [19] COPD Global Initiative, "2020 Report," *Glob. Initiat. Chronic Obstr. Lung Dis.*, 2020.
- [20] T. van der Molen, M. Miravittles, dan J. W. H. Kocks, "COPD management: Role of symptom assessment in routine clinical practice," *Int. J. COPD*, vol. 8, hlm. 461–471, 2013, doi: 10.2147/COPD.S49392.