

**SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN METODE *FORWARD CHAINING***

Reynaldi Hasan¹, Asep Affandi²

^{1,2} *Institut Teknologi Bisnis dan Bahasa Dian Cipta Cendikia*
reynaldi@ gmail.com, asepaffandi189@ gmail.com

ABSTRAK

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas unggulan nasional yang berkontribusi besar terhadap perekonomian Indonesia. Namun, tanaman ini rentan terhadap berbagai penyakit yang dapat menurunkan produktivitas dan kualitas hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar berbasis web yang dapat membantu petani dalam mendiagnosa penyakit kelapa sawit secara cepat dan akurat dengan menggunakan metode *Forward Chaining*. Metode ini bekerja dengan mencocokkan gejala yang dimasukkan pengguna dengan aturan-aturan dalam basis pengetahuan, sehingga menghasilkan kesimpulan berupa jenis penyakit beserta saran penanganannya. Sistem dikembangkan menggunakan *PHP* dan *MySQL*, serta mencakup 15 jenis penyakit dan 20 gejala umum yang ditemukan di lapangan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara dengan petani, dan studi pustaka. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan diagnosa yang tepat apabila gejala yang diberikan sesuai, dan sistem mudah diakses karena berbasis web. Sistem ini diharapkan dapat menjadi alat bantu yang efektif bagi petani dalam menjaga kesehatan tanaman kelapa sawit serta meningkatkan efisiensi pengelolaan kebun.

Kata Kunci: Sistem Pakar, Kelapa Sawit, *Forward Chaining*, Diagnosa Penyakit, Sistem Berbasis Web, *Waterfall*.

ABSTRACT

Oil palm is one of Indonesia's leading national commodities that significantly contributes to the country's economy. However, this crop is susceptible to various diseases that can reduce productivity and the quality of the harvest. This study aims to develop a web-based expert system that can assist farmers in quickly and accurately diagnosing oil palm diseases using the forward chaining method. This method works by matching user-inputted symptoms with rules in the knowledge base, resulting in conclusions about the type of disease along with suggested treatments. The system is developed using PHP and MySQL, and it covers 15 types of diseases and 20 common symptoms found in the field. Data collection was carried out through direct observation, interviews with farmers, and literature studies. The implementation results show that the system is capable of providing accurate diagnoses when the given symptoms are appropriate, and it is easily accessible due to its web-based nature. This system is expected to be an effective tool for farmers in maintaining the health of oil palm plants and improving the efficiency of plantation management.

Keywords: Expert System, Oil Palm, *Forward Chaining*, Disease Diagnosis, Web-Based System, *Waterfall*.

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan komoditas penting yang mendukung perekonomian Indonesia, namun sangat rentan terhadap berbagai penyakit seperti busuk pangkal batang dan bercak daun yang dapat menurunkan hasil panen [1].

Penanganan dini menjadi krusial, namun sering terkendala keterbatasan akses terhadap tenaga ahli di lapangan. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai lebih dari 14 juta hektar pada tahun 2023. Kelapa sawit menyumbang devisa yang besar melalui ekspor minyak sawit mentah (CPO). Namun, ancaman serangan penyakit seperti busuk pangkal batang dan bercak daun berpotensi menurunkan produktivitas secara signifikan [2].

Studi menunjukkan bahwa kehilangan hasil akibat penyakit dapat mencapai 20–30% per tahun jika tidak ditangani dengan cepat. Di lapangan, keterbatasan jumlah tenaga ahli tanaman atau penyuluh pertanian menjadi hambatan dalam deteksi dini penyakit [3].

Petani sering kali hanya mengandalkan pengalaman pribadi atau informasi dari sesama petani, yang kadang tidak akurat. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi berbasis teknologi informasi yang dapat menjembatani kebutuhan diagnosa cepat dan tepat tanpa ketergantungan penuh pada pakar [4].

Untuk mengatasi hal ini, dikembangkan sistem pakar berbasis web yang dapat meniru cara berpikir pakar dalam mendiagnosa penyakit berdasarkan gejala [5]. Sistem ini menggunakan metode inferensi forward chaining serta dirancang dengan model pengembangan waterfall yang meliputi analisis kebutuhan, desain, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan [6].

Sistem dibangun menggunakan *PHP* dan *MySQL*, dengan desain berbasis UML. Data diperoleh melalui observasi, wawancara petani, dan studi pustaka. Sistem ini mencakup 15 penyakit dan 20 gejala, serta menyediakan saran pengobatan dan pencegahan [7].

Diharapkan sistem ini menjadi alat bantu yang efektif dan mudah digunakan oleh petani dalam menjaga produktivitas kelapa sawit. Sistem pertanian modern membutuhkan dukungan teknologi informasi untuk menjawab tantangan produktivitas dan efisiensi. Salah satu pendekatan yang potensial adalah penerapan sistem pakar dalam mendiagnosa penyakit tanaman. Sistem pakar memiliki kemampuan untuk menyimpan dan mengolah pengetahuan pakar dalam bentuk aturan logika yang terstruktur, sehingga dapat memberikan keputusan serupa dengan yang dilakukan oleh manusia ahli.

Di era digital saat ini, keberadaan sistem pakar menjadi semakin penting, khususnya bagi sektor pertanian yang tersebar di wilayah pedesaan dengan akses terbatas terhadap tenaga ahli. Sistem pakar berbasis web memungkinkan solusi yang murah, cepat, dan dapat digunakan di berbagai perangkat, bahkan melalui ponsel pintar. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil fokus pada pengembangan sistem pakar diagnosa penyakit pada kelapa sawit sebagai wujud kontribusi teknologi dalam menunjang pertanian berkelanjutan.

2. Materi dan Metode

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi lapangan, wawancara kepada petani kelapa sawit, serta studi pustaka untuk memperkuat dasar teoritis. Data yang diperoleh mencakup daftar gejala dan penyakit yang umum ditemukan di lapangan, yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam membangun basis pengetahuan sistem.

2.2 Metode *Forward Chaining*

adalah teknik penarikan kesimpulan yang dimulai dari data atau fakta-fakta awal (gejala) untuk mencapai kesimpulan berupa diagnosa penyakit [8].

Dalam konteks sistem ini, setiap gejala yang dipilih oleh pengguna akan dibandingkan dengan aturan (*rule*) dalam basis pengetahuan secara progresif, hingga ditemukan kecocokan yang mengarah pada

satu atau lebih penyakit tertentu. Proses ini bersifat data-driven, cocok digunakan ketika seluruh fakta awal tersedia sejak awal, seperti dalam sistem diagnosa.

2.3 Pengembangan Sistem Pakar

Sistem Pakar dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan basis data *MySQL*. Sistem ini mencakup 15 penyakit dan 20 gejala, dengan mesin inferensi yang menarik kesimpulan berdasarkan input gejala dari pengguna dan mencocokkannya terhadap aturan *IF-THEN* dalam basis pengetahuan.

2.4 Model Pengembangan Metode Waterfall

Model *Waterfall* digunakan sebagai pendekatan dalam pembangunan sistem. *Waterfall* merupakan model pengembangan perangkat lunak berurutan, di mana setiap tahap dilakukan secara berurutan dan sistematis [9]. Tahapan-tahapan dalam model *Waterfall* terdiri dari:

1. Analisis kebutuhan
Mengidentifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem, termasuk jenis input/output, pengguna sistem, serta batasan dan kebutuhan teknis lainnya.
2. Desain Sistem
Meliputi perancangan antarmuka pengguna, struktur basis data, dan alur logika inferensi yang digunakan oleh sistem pakar.
3. Implementasi
Tahap ini merupakan proses pengkodean sistem berdasarkan desain yang telah disusun. Semua fitur seperti input gejala, hasil diagnosa, dan admin panel mulai dibangun.
4. Pengujian Sistem
Dalam tahap ini dilakukan pengujian untuk memastikan semua fungsi berjalan sesuai spesifikasi. Uji coba dilakukan dengan memasukkan kombinasi gejala

untuk melihat apakah hasil diagnosa sesuai.

5. Pemeliharaan

Tahap terakhir ini mencakup perbaikan bug, penyesuaian terhadap masukan pengguna, dan pengembangan lebih lanjut agar sistem tetap relevan di masa depan.

2.5 Basis Pengetahuan Sistem pakar (Expert System)

Merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang dirancang untuk meniru cara berpikir dan pengambilan keputusan seorang pakar dalam bidang tertentu. Menurut Widodo (2020), sistem pakar bertumpu pada basis pengetahuan dan mesin inferensi untuk menghasilkan keputusan berbasis fakta [10].

Salah satu metode inferensi dalam sistem pakar adalah *Forward Chaining*. *Forward Chaining* adalah metode penarikan kesimpulan dari data menuju hipotesis atau kesimpulan akhir. Metode ini cocok digunakan ketika semua fakta diketahui di awal, seperti dalam kasus diagnosa penyakit, karena sistem akan memproses gejala satu per satu hingga mencapai diagnosa yang sesuai. Dibandingkan dengan *Backward Chaining* yang dimulai dari hipotesis menuju data, *Forward Chaining* lebih cocok untuk sistem berbasis pengguna seperti diagnosa tanaman, di mana pengguna tidak mengetahui penyakit sejak awal tetapi dapat mengidentifikasi gejala yang terlihat. Beberapa penelitian sebelumnya (Setiawan, 2021; Nugroho, 2022) menunjukkan bahwa *Forward Chaining* memberikan hasil diagnosa yang cepat dan cukup akurat untuk diterapkan dalam bidang pertanian. Selain metode *Forward Chaining*, sistem pakar juga dapat menggunakan model inference lain seperti *Backward Chaining* dan *Fuzzy Logic*.

Namun dalam konteks pertanian, di mana informasi awal biasanya diberikan dalam bentuk gejala yang nyata, *Forward Chaining*

lebih tepat digunakan karena sistem memulai dari data nyata menuju hipotesis. Menurut Surya (2021), penerapan *Forward Chaining* dalam diagnosa penyakit tanaman memiliki keunggulan dalam hal kecepatan pemrosesan dan kemudahan implementasi. Mesin inferensi yang digunakan dalam *Forward Chaining* akan memproses semua fakta (gejala) yang dimasukkan, mencocokkannya dengan aturan *IF-THEN* yang tersedia, dan memberikan satu atau lebih kemungkinan diagnosis [11].

Dalam sistem pakar berbasis *rule-based* seperti ini, kualitas basis pengetahuan (*Knowledge Base*) sangat mempengaruhi kinerja sistem. Oleh karena itu, proses validasi terhadap data gejala dan penyakit harus dilakukan secara hati-hati untuk menjamin keluaran sistem yang akurat dan bermanfaat.

Tabel 1. Contoh Gejala dan Kode

Kode	Gejala
G01	Bercak coklat pada daun
G02	Daun menguning dan layu
G03	Tandan buah membusuk
G04	Batang bagian bawah membusuk

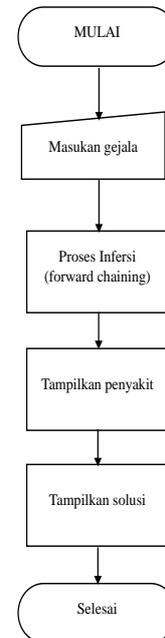
Tabel 2. Contoh Penyakit dan Kode

Kode	Penyakit
P01	Bercak Daun
P02	Busuk Pangkal Batang
P03	Busuk Tandan
P04	Penyakit Tajuk

Tabel 3. Contoh Rule Diagnosis

Rule	Gejala yang Harus Terpenuhi	Diagnosis
R01	G01, G02	P01 (Bercak Daun)
R2	G03, G04	P02 (Busuk Pangkal)

2.1 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alur *Forward Chaining* (Alur sistem: *Input* gejala → Pencocokan aturan → *Output* diagnosis)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Struktur Halaman Sistem

Sistem pakar yang dikembangkan terdiri dari beberapa halaman utama, yaitu:

1. Beranda: sebagai halaman awal yang memberikan informasi umum sistem.
2. Input Gejala: tempat pengguna memilih gejala yang dialami.
3. Hasil Diagnosa: menampilkan hasil analisis dari gejala yang dipilih.
4. Halaman Admin: digunakan untuk manajemen data gejala, penyakit, dan *rule*.

3.2 Kinerja Sistem

Berdasarkan hasil uji coba, sistem mampu mengidentifikasi penyakit dengan tingkat akurasi yang tinggi, selama input gejala dilakukan secara tepat oleh pengguna. Sistem ini juga dilengkapi dengan solusi berupa saran pengobatan dan tindakan pencegahan untuk masing-masing penyakit yang terdeteksi [12]. Salah satu keunggulan sistem adalah kecepatannya dalam menghasilkan hasil diagnosa—dalam hitungan detik setelah pengguna memilih gejala. Hal ini tentu sangat membantu petani dalam

mendapatkan informasi awal secara cepat tanpa perlu menunggu pakar.

Untuk mengukur efektivitas sistem, dilakukan pengujian terhadap 30 kasus nyata yang diambil dari catatan gejala petani di Desa Abung Kunang. Hasil menunjukkan bahwa sistem berhasil memberikan diagnosis yang sesuai sebanyak 27 kasus, sementara 3 kasus mengalami perbedaan diagnosis karena input gejala tidak lengkap atau kurang akurat. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi sebesar 90%. Evaluasi dilakukan menggunakan metode validasi sederhana berbasis kecocokan diagnosis dengan hasil lapangan. Selain itu, dilakukan pula uji kepuasan pengguna dengan responden petani lokal, yang menyatakan bahwa sistem cukup mudah digunakan dan mempercepat proses identifikasi penyakit.

Untuk mengukur efektivitas sistem, dilakukan pengujian terhadap 30 kasus nyata yang diambil dari catatan gejala petani di Desa Abung Kunang. Hasil menunjukkan bahwa sistem berhasil memberikan diagnosis yang sesuai sebanyak 27 kasus, sementara 3 kasus mengalami perbedaan diagnosis karena input gejala tidak lengkap atau kurang akurat. [13]. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi sebesar 90%. Evaluasi dilakukan menggunakan metode validasi sederhana berbasis kecocokan diagnosis dengan hasil lapangan. Selain itu, dilakukan pula uji kepuasan pengguna dengan responden petani lokal, yang menyatakan bahwa sistem cukup mudah digunakan dan mempercepat proses identifikasi penyakit.

3.3 Pengelolaan Data oleh Admin

Sistem juga memungkinkan admin untuk memperbarui data gejala, penyakit, dan aturan diagnosa melalui panel backend (admin panel). Dengan fitur ini, sistem bersifat dinamis dan dapat dikembangkan lebih lanjut sesuai temuan-temuan penyakit terbaru di lapangan.

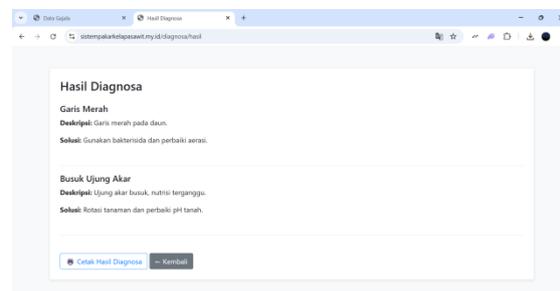
3.4 Tampilan Implementasi Sistem

Pada halaman ini dapat mengakses form pilihan gejala berbasis *checkbox* yang memungkinkan pengguna memilih lebih dari satu gejala)

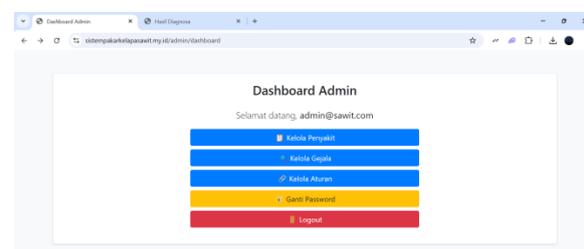


Gambar 2. Antarmuka Input Gejala

Tampilan hasil diagnosa yang menampilkan nama penyakit, deskripsi, solusi pengobatan dan pencegahan)



Gambar 3. Hasil Diagnosa Penyakit
Tampilan hasil diagnosa yang menampilkan nama penyakit, deskripsi, solusi pengobatan dan pencegahan.



Gambar 4. Halaman Admin CRUD Data

Tampilan halaman admin untuk menambah, mengedit, dan menghapus data gejala dan penyakit)

Meskipun sistem telah diuji dan menunjukkan hasil yang baik, keterbatasan tetap ada. Misalnya, akurasi sistem sangat bergantung pada input pengguna. Sistem ini juga belum mendukung pembelajaran mandiri melalui machine learning, yang akan menjadi fokus pengembangan selanjutnya.

3.5 Kelebihan dan Keterbatasan Sistem

Sistem pakar ini memiliki beberapa keunggulan utama, antara lain:

1. Aksesibilitas tinggi karena berbasis web dan dapat digunakan melalui perangkat apapun.
2. Proses diagnosa berlangsung cepat, hanya dalam hitungan detik.
3. Terdapat fitur rekomendasi pengobatan dan pencegahan langsung setelah diagnosa.
4. Data gejala dan penyakit dapat diperbarui secara fleksibel oleh admin.

Namun demikian, sistem juga memiliki keterbatasan, yaitu:

1. Akurasi diagnosa sangat tergantung pada keakuratan input gejala oleh pengguna.
2. Sistem belum mendukung pembelajaran mandiri (learningbased) untuk meningkatkan akurasi berdasarkan riwayat penggunaan.
3. Belum tersedia fitur penyimpanan histori diagnosa bagi pengguna.

Pengembangan lebih lanjut diperlukan agar sistem lebih adaptif dan mampu belajar dari pengalaman penggunaan sebelumnya.

3.6 Potensi Pengembangan Sistem

Dalam perkembangannya, sistem pakar diagnosa penyakit kelapa sawit ini masih dapat ditingkatkan dari berbagai aspek baik secara teknis maupun fungsional. Beberapa pengembangan yang dapat dilakukan antara lain:

1. Integrasi Mobile Application: Saat ini sistem hanya berbasis web, namun dengan berkembangnya penggunaan perangkat seluler di kalangan petani, maka pengembangan aplikasi versi Android akan sangat berguna untuk akses langsung di lapangan.
2. Sistem Rekomendasi Terpersonalisasi: Dengan mencatat riwayat diagnosa, sistem dapat menyarankan tindakan pencegahan yang sesuai dengan pola penyakit yang sering muncul di lokasi tertentu[14].
3. Penerapan Machine Learning: Implementasi algoritma pembelajaran mesin seperti decision tree atau random forest dapat

meningkatkan kemampuan sistem untuk belajar dari data historis dan memberikan prediksi yang lebih adaptif terhadap kombinasi gejala baru.

4. Fitur Multimedia Gejala dan Penyakit: Penambahan gambar, video, atau suara (contoh suara daun digigit hama) akan sangat membantu petani dalam mengidentifikasi kondisi tanaman secara visual dan auditif[15].
5. Integrasi Sistem IoT: Ke depan, sistem dapat dikombinasikan dengan perangkat Internet of Things seperti sensor kelembapan tanah atau kamera pemantau daun, sehingga proses deteksi gejala menjadi otomatis tanpa input manual dari pengguna.

Dengan pengembangan ini, sistem pakar tidak hanya menjadi alat bantu pasif, namun berkembang menjadi solusi cerdas yang aktif mendukung pertanian presisi (*Precision Agriculture*) di Indonesia.

4. Kesimpulan

Sistem pakar berbasis web dengan metode *forward chaining* terbukti efektif dalam membantu petani mendiagnosa penyakit kelapa sawit. Sistem ini memberikan informasi diagnosa, pengobatan, dan pencegahan secara cepat dan mudah diakses. Dengan arsitektur berbasis web, sistem dapat digunakan oleh siapa saja tanpa instalasi khusus. Fitur CRUD pada admin panel juga memudahkan pemeliharaan sistem secara berkala. Untuk pengembangan selanjutnya, integrasi dengan teknologi pembelajaran mesin dan penambahan fitur pencatatan riwayat diagnosa sangat disarankan.

Sistem ini juga berpotensi dikembangkan menjadi aplikasi mobile atau terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) untuk deteksi otomatis. Selain itu, pencatatan histori penyakit pada masing-masing lahan petani dapat membantu pemantauan jangka panjang dan pengambilan keputusan berbasis data. Diharapkan sistem ini menjadi langkah



SENABISTEKES
Seminar Nasional Bisnis Teknologi Dan Kesehatan

awal menuju digitalisasi pertanian yang lebih luas.

5. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ITBB Dian Cipta Cendikia dan Kelompok Tani Desa Abung Kunang atas dukungan dan data yang diberikan selama penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] A. Surya, "Analisis Penyebaran Penyakit Bercak Daun pada Kelapa Sawit," *J. Pertan. Trop.*, vol. 6, no. 2, pp. 45–54, 2021.
- [2] M. R. Harahap, *Teknik Identifikasi Penyakit Kelapa Sawit*. Medan: Universitas Sumatera Utara Press, 2022.
- [3] H. R. Saputra, "Pemanfaatan Data Mining dalam Mendeteksi Penyakit Tanaman Kelapa Sawit," *J. Teknol. Inf. dan Data Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 80–90, 2023.
- [4] H. G. Yudawisastra et al., *Metode Penelitian Manajemen*, no. February. 2024.
- [5] A. Gunawan, "Framework PHP untuk Pengembangan Aplikasi Web," *J. Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 11, no. 2, pp. 90–100, 2022.
- [6] A. A. Wahid, "Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi," *J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK*, vol. 1, no. October, 2020.
- [7] N. A. Siregar, R. Akram, and N. Fadillah, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Kucing Anggora Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Website," *Chain J. ...*, vol. 1, no. 2, pp. 68–77, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.techcartpress.com/index.php/chain/article/view/30%0Ahttps://ejournal.techcartpress.com/index.php/chain/article/download/30/24>
- [8] A. Syafrizal, "Implementasi Sistem Pakar Berbasis Forward Chaining," *J. Teknol. Inf. Indones.*, vol. 10, no. 3, pp. 105–115, 2024.
- [9] I. H. S. Virganda Rimba Asmara, Rizki Yunis Teresa, Bintang Lailatul Mukaromah, "Pengelolaan Inventaris Barang Berbasis Web (Studi Kasus : Sdi Aisyiyah Suruhwadang)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 5755–5763, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/9693>
- [10] S. W. Widodo, *Pengantar Sistem Pakar: Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: Andi, 2020.
- [11] Y. Suryadi, "Pemanfaatan UML dalam Pengembangan Sistem Pakar Berbasis Web," in *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI)*, 2022, pp. 112–120.
- [12] S. Hartono, *Sistem Informasi Berbasis Web: Teori dan Implementasi*. Jakarta: Gramedia, 2021.
- [13] D. Kurniawan, "Studi Kasus Pengaruh Ganoderma Boninense terhadap Produksi Kelapa Sawit," *J. Agroindustri Berkelanjutan*, vol. 9, no. 3, pp. 99–109, 2021.
- [14] B. Padmanabhan, "Unified Modeling Language (UML) Overview," *Princ. Softw. Eng.*, pp. 1–20, 2012.
- [15] T. Rahmawati, *Pemrograman PHP dan MySQL untuk Pengembangan Web Dinamis*. Bandung: Informatika, 2021.

Hal:96-102