

Expert System for Diagnosing Mirrorless Camera Damage Using the Forward Chaining Method.

[Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Kamera Mirrorless dengan Metode Forward Chaining]

Rafi Burhanudin Hafidz¹⁾, Hindarto^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: hindarto@umsida.ac.id

Abstract. *The photography and videography industry has long switched to mirrorless camera systems, technology is not immune to damage so a system is needed that can diagnose mirrorless camera damage practically, in order to make it easier for the wider community to find out mirrorless camera damaged quickly and easily. The design of the expert system implements the PHP programming language with design tools using HeidiSQL and Sublime Text. The method used is forward chaining, this system works by analyzing facts to reach a result or conclusion. The result of testing this system with blackbox pungut where 10 scenarios were successful without obstacles, starting with collecting user answer then being calculated to get diagnostic result automatically. The conclusion of this application is able to detect damage to thr mirrorless camera that occurs.*

Keywords - Expert System; Forward Chaining; Mirrorless Camera

Abstrak. *Industri fotografi dan videografi sudah lama beralih ke sistem kamera mirrorless, teknologi tidak luput dari kerusakan sehingga diperlukan sistem yang dapat mendiagnosa kerusakan kamera mirrorless secara praktis, guna mempermudah masyarakat luas dalam mengetahui kerusakan kamera mirrorless secara cepat dan mudah. Perancangan sistem pakar mengimplementasikan bahasa pemrograman PHP dengan alat perancangan menggunakan HeidiSQL dan Sublime Text. Metode yang digunakan adalah forward chaining, sistem ini bekerja dengan menganalisis fakta-fakta untuk mencapai sebuah hasil atau kesimpulan. Hasil pengujian sistem ini dengan pungjian blackbox dimana 10 skenario berhasil tanpa kendala, dimulai dengan mengumpulkan jawaban user kemudian akan dihitung untuk mendapatkan hasil diagnosa secara otomatis. Kesimpulan aplikasi ini mampu mendeteksi kerusakan kamera mirroless yang terjadi.*

Kata Kunci - Forward Chaining; Kamera Mirrorless; Sistem Pakar

I. PENDAHULUAN

Pasar teknologi kamera telah memasuki era baru, dalam bidang fotografi dengan transisi dari kamera DSLR (*Digital Single Lens Reflex*) beralih ke kamera *mirrorless*. Kamera *mirrorless* adalah kamera digital tanpa cermin refleksi internal, sehingga cahayanya langsung mengenai sensor, membuatnya lebih ringkas, ringan dan portabel. Kamera digital pendahulunya yaitu (*Digital Single Lens Reflex*) DSLR ini menggunakan komponen cermin untuk mengarahkan dan menangkap cahaya ke jendela bidik optik (*Viewvinder*) dan sensor gambar[1].

Meskipun kamera DSLR masih mampu menghasilkan gambar berkualitas tinggi, sebagian besar pasar dan produsen mulai meninggalkan kamera DSLR karena kemajuan teknologi pada kamera *mirrorless* yang menawarkan ukuran *body* yang lebih ringkas, kemampuan *autofocus* yang lebih baik, kemampuan video yang lebih baik, dan inovasi berkelanjutan[2].

Meskipun canggih, kamera elektronik rentan terhadap kerusakan. Pengguna awam maupun profesional seringkali tidak menyadari berbagai faktor yang dapat menyebabkan kerusakan pada kamera elektronik, termasuk kamera *mirrorless*. Selain itu, teknisi profesional untuk perbaikan kamera umumnya hanya tersedia di pusat layanan resmi merek kamera. *Service centre* kamera resmi tentunya sudah mengikuti perkembangan teknologinya, namun tidak semua daerah terdapat *service center* resmi. Masih banyak pelaku usaha servis kamera yang masih menggunakan metode identifikasi kerusakan kamera secara manual dimana prosesnya harus membongkar kamera terlebih dahulu, hal ini berpengaruh pada biaya pengecekan servis kamera untuk hobbies maupun fotografer pemula dan profesional mereka harus spend biaya untuk sekedar pengecekan[3].

Banyak penelitian telah menyelidiki penerapan *forward chaining* dalam sistem pakar, seperti penelitian Suharningsih yang berjudul Sistem Pakar Penyakit Mata Merah Dengan Metode *Decision Tree* dan *Forward Chaining* dan menghasilkan sebuah sistem pakar yang dapat menyimpan rules dan solusi terhadap penyakit mata merah[4]. Dalam konteks diagnosis kerusakan kamera *mirrorless*, *fkorwar chaining* memungkinkan sistem untuk

memulai dengan gejala yang dilaporkan pengguna, seperti kesalahan fungsi komponen kamera atau terdapat peringatan error pada layar kamera ini juga memungkinkan sistem untuk menerapkan aturan secara sistematis untuk mengidentifikasi komponen yang rusak[5].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah solusi yang inovatif dan efektif. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pakar berbasis web. Dimana sistem memiliki kemampuan untuk membantu menangani permasalahan kompleks yang memerlukan bantuan dari ahli/pakar[6].

Dengan demikian, dari pembahasan teoritis yang telah diuraikan mendapatkan hasil kesimpulan untuk menemukan kerusakan pada kamera *mirrorless* sangat diperlukan suatu sistem pakar dan penggunaan *forward chaining* yang merupakan teknik analisis ke depan sebagai metode penelitian, dengan menggabungkan fakta untuk mendapatkan suatu kesimpulan. Sistem pakar berbasis web yang akan di buat ini di maksudkan untuk memberikan solusi cepat dan mudah bagi pengguna awam maupun profesional.

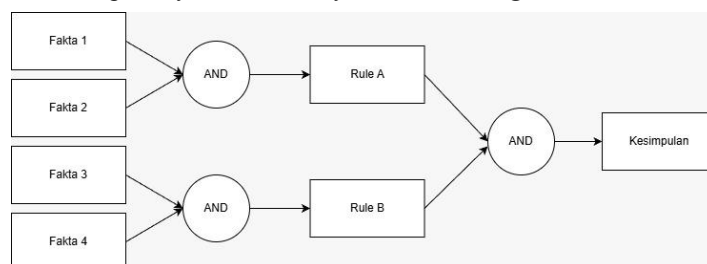
II. METODE

A. Sistem Pakar

Sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah yang seperti biasa dilakukan oleh para ahli. Hal ini memberikan kontribusi untuk peningkatan akurasi diagnosa dan pilihan solusi yang lebih sesuai. Hasil penelitian menerangkan bahwa hasil perhitungan dari nilai preferensi dan skor akhir yang dihasilkan sistem sama persis dengan hasil perhitungan manual[7].

B. Forward Chaining

Pengembangan sistem pada penelitian ini menggunakan metode *forward chaining* dimana merupakan metode teknik analisis atau pencarian ke depan dan menggabungkan aturan-aturan buat mencapai sebuah hasil kesimpulan. Menggunakan teknik ini, mesin inferensi bisa mengalihkan penalaran dari suatu masalah kepada solusinya. Proses akan membuat sebuah kesimpulan bila klausa premis sinkron dengan keadaan (bernilai *TRUE*). Sistem akan memecahkan masalah dengan mencari fakta yang sesuai dengan bagian *IF* berdasarkan aturan *IF-THEN* [8]. Gambar 1 berikut adalah merupakan *flowchart* dari *forward chaining*.



Gambar 1. Flowchart Forward Chaining

C. MySQL

MySQL merupakan sistem manajemen basis data relasional yang umum diterapkan dalam pembuatan dan pengembangan aplikasi berbasis web karena sifatnya yang open source dan mudah diimplementasikan[9]. Dalam penelitian ini MySQL berfungsi sebagai wadah untuk menyimpan data pada sistem pakar diagnosa kerusakan kamera *mirrorless*, meliputi data gejala, informasi pemicu, aturan relasi, data pengguna. Penggunaan MySQL memungkinkan pengelolaan data dilakukan secara terstruktur dan efisien, sehingga mendukung proses penarikan kesimpulan menggunakan metode *forward chaining* secara optimal.

D. PHP

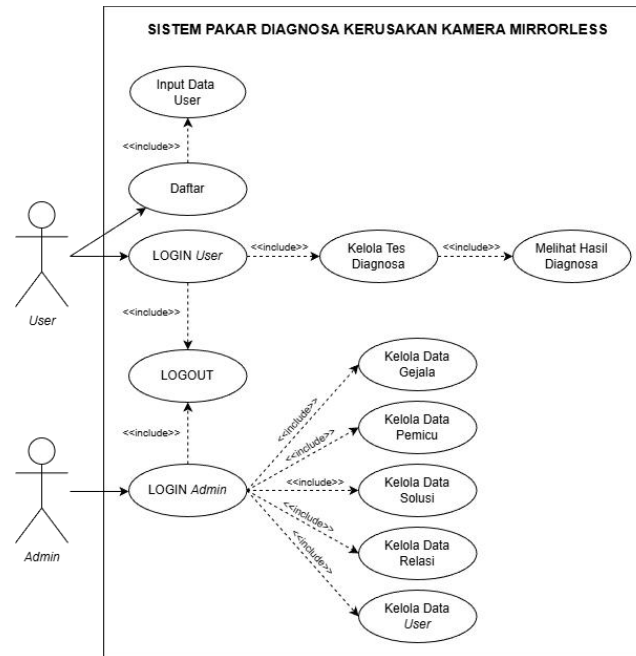
PHP adalah bahasa pemrograman *script server-side* yang didesain untuk pengembangan web. Selain itu, PHP juga bisa digunakan sebagai bahasa pemrograman umum. PHP diciptakan oleh Rasmus Lerdorf pertama kali tahun 1994. PHP dapat digunakan dengan gratis (*free*) dan bersifat *Open Source*[10].

E. Web

World wide web atau sering di kenal sebagai web adalah suatu layanan sajian informasi yang menggunakan konsep hyperlink (tautan), yang memudahkan surfer (sebutan para pemakai komputer yang melakukan browsing atau penelusuran informasi melalui internet). Keistimewaan inilah yang telah menjadikan web sebagai service yang paling cepat pertumbuhannya. Dengan sebuah browser yang memiliki GUI (Graphical User Interface), link-link dapat dihubungkan ke tujuannya dengan menuju link tersebut dengan mouse dan menekanya[11].

F. UML (*Unified Modelling Language*)

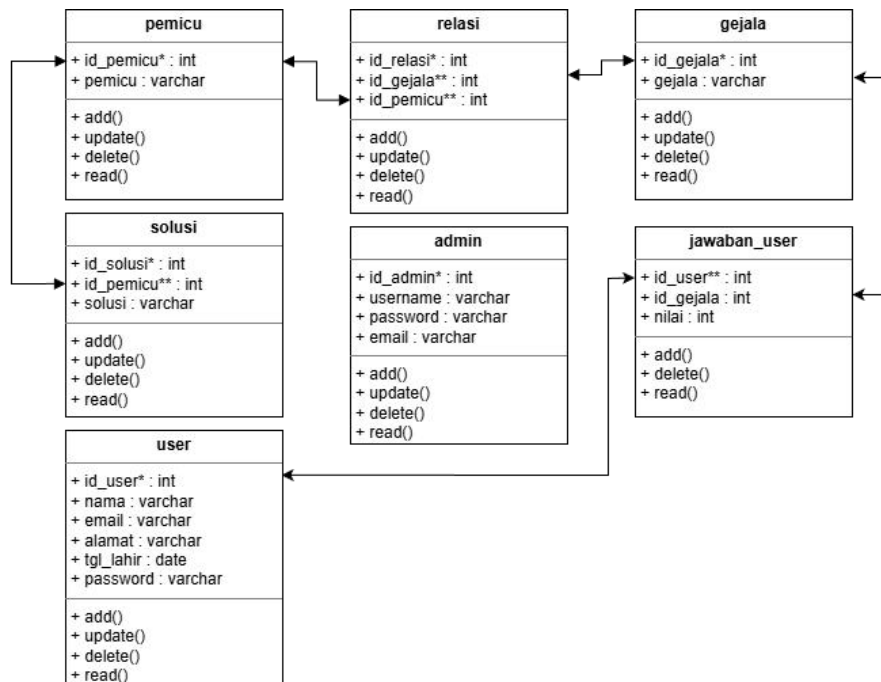
Pada pengembangan sistem pakar diagnosa kerusakan kamera *mirrorless*, dipergunakan visualisasi UML (*Unified Modelling Language*) buat menguraikan langkah-langkah pada perancangan sistem[12]. Gambar 2 berikut adalah merupakan tampilan *use case diagram* dari sistem pakar.



Gambar 2. *Use Case Diagram*

G. Class Diagram

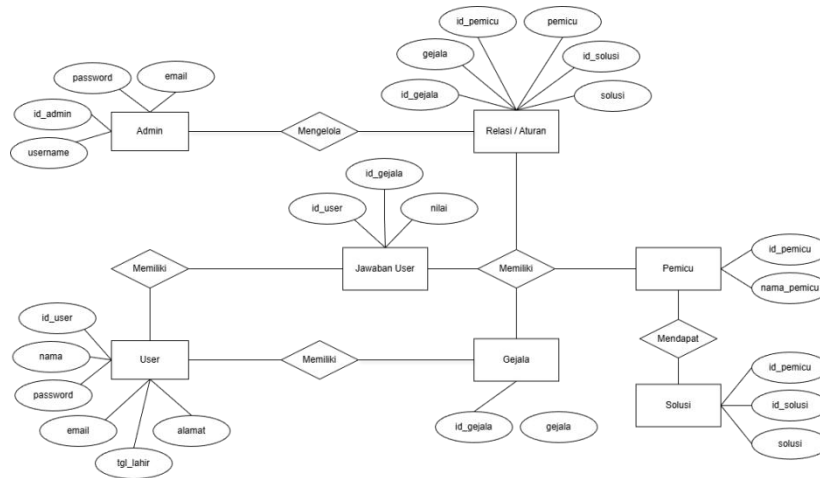
Selanjutnya terdapat gambar 3 yang merupakan visualisasi *Class Diagram* pada sistem, yang menggambarkan berbagai variabel struktur sistem dengan menampilkan kelas, atribut, serta hubungan antar objek pada sistem pakar[13].



Gambar 3. *Class Diagram*

H. ERD (*Entity Relationship Diagram*)

Pada gambar 4 merupakan *Entity Relationship Diagram* (ERD), yang merupakan gambaran konseptual yang mendeskripsikan hubungan antara penyimpanan data atau file data yang ada pada sistem pakar[14]. Berikut merupakan ilustrasi dari *Entity Relationship Diagram* (ERD) sistem usulan yang akan diterapkan pada sistem pakar:



Gambar 4. *Entity Relationship Diagram*

I. Pengkodean

Dalam penelitian ini, jenis kerusakan kamera *mirrorless* dikelompokkan berdasarkan indikasi kerusakan dirancang untuk pembuatan database sistem yang akan ditampilkan dalam bentuk tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Indikasi dan Jenis Kerusakan

Indikasi	Kode Error	Nama Kerusakan
Komponen	E01	Abnormalitas Penggerak Fokus
	E02	Abnormalitas Stabilisasi Gambar
Mainboard	E03	Abnormalitas Mainboard
	E04	Abnormalitas Shutter Block
Sensor	E05	Abnormalitas Scanning Image
	E06	Abnormalitas Sensor

Selanjutnya pada tabel 2 adalah tabel kode gejala dan gejala kerusakan, setiap jenis kerusakan pada tabel sebelumnya terdapat masing-masing gejala kerusakan.

Tabel 2. Kode Error dan Gejala kerusakan fungsi

Kode Error	Kode Gejala Error	Gejala Kerusakan
E01	GJ001	Motor penggerak macet
	GJ002	Lens fokus roaming
	GJ003	Titik fokus tidak akurat
E02	GJ004	Tidak dapat mengambil gambar
	GJ005	Terdapat error pada layar
E03	GJ006	Kamera tidak dapat menyala
	GJ007	Kamera mengenai air
E04	GJ008	Shutter Block bermasalah
	GJ009	Shutter Block macet
E05	GJ010	Pemindaian gambar gagal
	GJ011	Gambar menjadi gelap/blank
	GJ012	Muncul bercak pada gambar
E06	GJ013	Gambar rusak
	GJ014	Gambar blur

Untuk mencapai hasil kesimpulan diperlukan sebuah aturan dengan menghubungkan kondisi atau gejala (*IF*) dengan tindakan atau kesimpulan (*THEN*). Tabel 3 dibawah ini merupakan tabel aturan yang telah di kelompokkan berdasarkan hubungan gejala dengan pemicu kerusakan dan solusinya.

Tabel 3. Aturan (*Rules*)

Kode Error	Kode Gejala Error	Kode Pemicu	Kode Solusi
E01	GJ001,GJ002,GJ003	PY001	SLI01
E02	GJ004,GJ005	PY002	SLI02
E03	GJ006,GJ007	PY003	SLI03
E04	GJ008,GJ009	PY004	SLI04
E05	GJ010,GJ011	PY005	SLI05
E06	GJ012,GJ013,GJ014	PY006	SLI06

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Design

Bagian ini menunjukkan hasil tampilan perancangan aplikasi berbasis web dalam hasil penelitian ini, berikut penjelasan mengenai hasil penelitian sistem pakar diagnosa kerusakan kamera *mirrorless* berbasis web. Tampilan-tampilan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

Pada gambar 5 merupakan tampilan awal aplikasi sistem pakar diagnosa kerusakan kamera *mirrorless* berbasis web. Halaman ini berfungsi sebagai akses awal yang menampilkan menu utama seperti register untuk langkah awal jika belum mempunyai akun, kemudian terdapat login yang dapat diakses oleh user untuk menjalankan proses diagnosa. Ketika admin login akan diarahkan ke halaman admin.



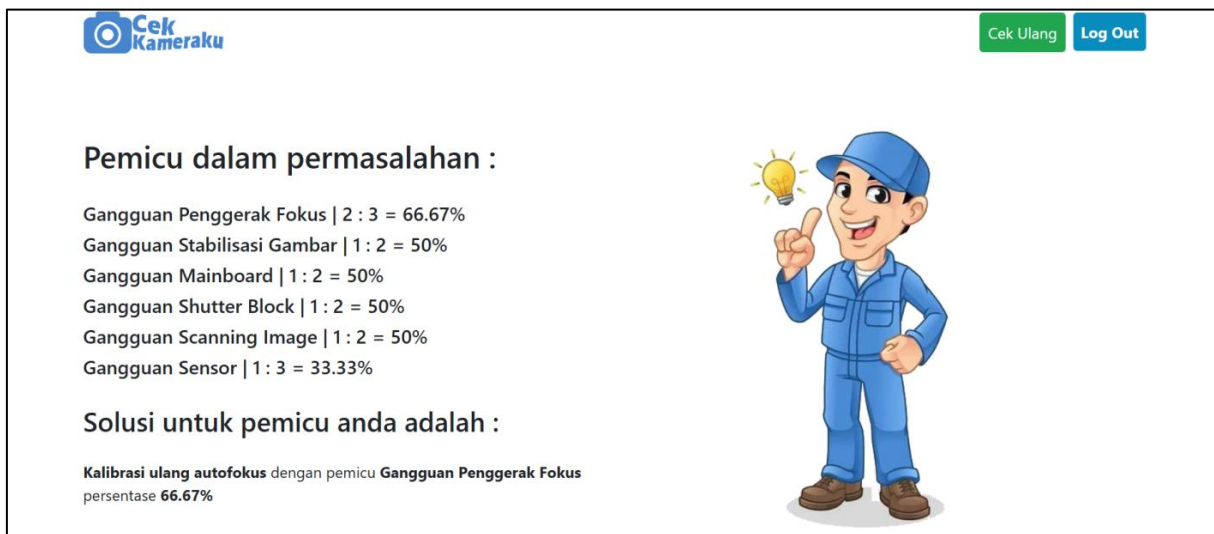
Gambar 5. Tampilan Awal

Selanjutnya gambar 6 menampilkan halaman diagnosa kerusakan, pada halaman ini user akan diberikan pertanyaan terkait gejala kerusakan apa saja yang dialami. User dapat memilih tombol ya atau tidak untuk menjawab pertanyaan sehingga bisa mendapatkan hasil diagnosa.



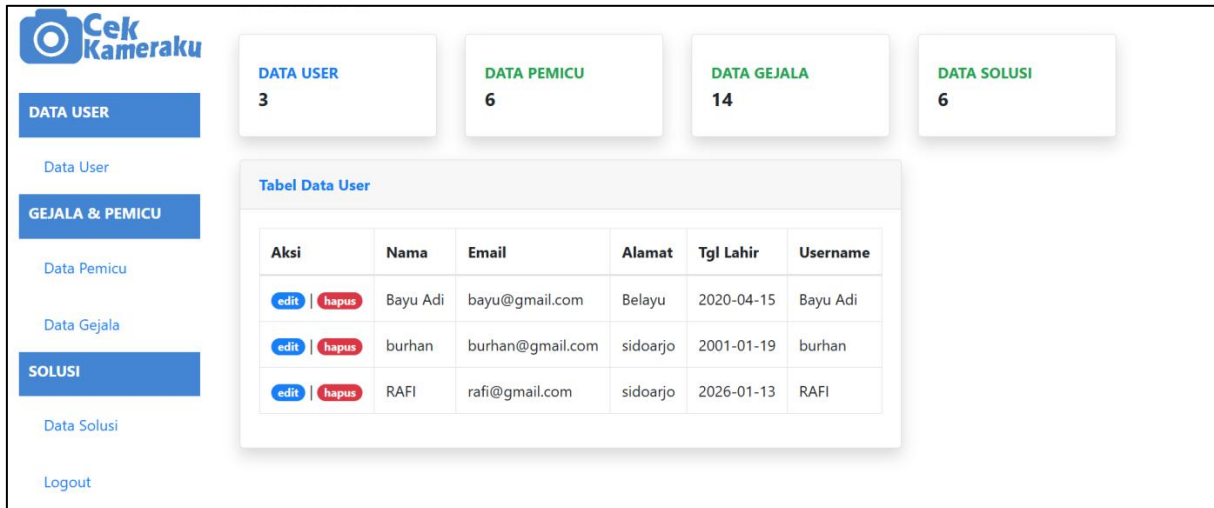
Gambar 6. Halaman Diagnosa Kerusakan

Pada gambar 7 merupakan halaman yang menampilkan hasil dari proses diagnosa berupa jenis kerusakan dan solusinya serta penjelasan singkat terkait kerusakan kamera *mirrorless* yang dialami, solusi perbaikan serta presentase kemungkinan kerusakan berdasarkan jawaban user saat proses diagnosa berlangsung.



Gambar 7. Halaman Hasil Diagnosa Kerusakan

Pada gambar 8 yakni halaman admin yang menampilkan data user serta terdapat menu ubah data user dan hapus data user. Kemudian pada bagian side menu terdapat menu data gejala, data pemicu dan data solusi. Di halaman ini untuk admin mengolah data yang ada di database sistem.



Cek Kameraku

DATA USER 3

DATA PEMICU 6

DATA GEJALA 14

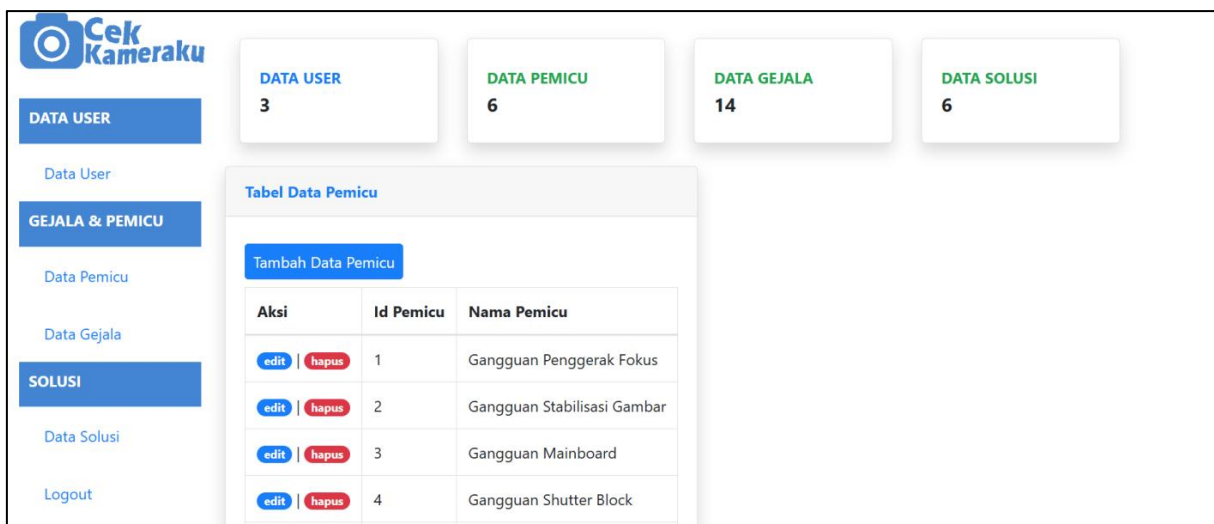
DATA SOLUSI 6

Tabel Data User

Aksi	Nama	Email	Alamat	Tgl Lahir	Username
edit hapus	Bayu Adi	bayu@gmail.com	Belayu	2020-04-15	Bayu Adi
edit hapus	burhan	burhan@gmail.com	sidoarjo	2001-01-19	burhan
edit hapus	RAFI	rafi@gmail.com	sidoarjo	2026-01-13	RAFI

Gambar 8. Halaman Awal Admin

Gambar 9 berikut ini merupakan halaman data pemicu yang menampilkan daftar data pemicu, pada halaman ini terdapat menu tambah data pemicu, ubah data pemicu, dan hapus data pemicu yang dapat dilakukan oleh admin.



Cek Kameraku

DATA USER 3

DATA PEMICU 6

DATA GEJALA 14

DATA SOLUSI 6

Tabel Data Pemicu

Tambah Data Pemicu

Aksi	Id Pemicu	Nama Pemicu
edit hapus	1	Gangguan Penggerak Fokus
edit hapus	2	Gangguan Stabilisasi Gambar
edit hapus	3	Gangguan Mainboard
edit hapus	4	Gangguan Shutter Block

Gambar 9. Daftar Data Pemicu

Selanjutnya dalam gambar 10 merupakan halaman daftar gejala yang menampilkan informasi berbagai macam gejala serta terdapat menu-menu utama yang terdiri dari menu tambah data gejala, ubah data gejala, dan hapus data gejala.

Aksi	Id Gejala	Nama Gejala	Group Pemicu
edit hapus	1	Motor penggerak macet	Gangguan Penggerak Fokus
edit hapus	2	Lens fokus roaming	Gangguan Penggerak Fokus
edit hapus	3	Titik fokus tidak akurat	Gangguan Penggerak Fokus

Gambar 10. Daftar Data Gejala

Kemudian dalam gambar 11 menampilkan halaman data solusi, didalamnya terdapat berbagai daftar data solusi serta terdapat menu-menu lainnya yang terdiri dari menu tambah data solusi, ubah data solusi, dan hapus data solusi.

Aksi	Id Solusi	Pemicu	Solusi
edit hapus	1	Gangguan Penggerak Fokus	Kalibrasi ulang autofokus
edit hapus	2	Gangguan Stabilisasi Gambar	Kalibrasi image stabilizer

Gambar 11. Daftar Data Solusi

B. Hasil Pengujian

Pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan metode *black box testing*, yang dimana pengujian ini berfokus pada fungsionalitas aplikasi tanpa melihat bagian dalam sistem[15]. Terdapat 10 skenario yang telah berhasil diuji. Metode ini memastikan aplikasi berfungsi sesuai spesifikasi pengguna, tabel 4 menampilkan hasil pengujian *black box*.

Tabel 4. Black Box Testing

Uji Coba			
No	Nama Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1.	Tampilan Awal	Menampilkan Halaman Yang Berisi Informasi, Register Dan Login	Berhasil
2.	Daftar Akun/Register	Pengguna Dapat Mendaftar Akun Baru	Berhasil
3.	Masuk/Login	Masuk/Login Pengguna Dan Menampilkan Halaman Diagnosa Kerusakan	Berhasil
4.	Diagnosa Kerusakan	Menampilkan Pertanyaan Yang Dapat Dijawab Oleh Pengguna	Berhasil
5.	Hasil Diagnosa Kerusakan	Menampilkan Hasil Diagnosa Sesuai Dengan Jawaban Pengguna Serta Menampilkan Presentase Hasil	Berhasil
6.	Login Admin	Menampilkan Dashboard Admin Dan Menampilkan Data Pengguna	Berhasil
7.	Data Pemicu	Menampilkan Data Pemicu Serta Fungsi Menu Tambah, Edit, Hapus	Berhasil
8.	Data Gejala	Menampilkan Data Pemicu Serta Fungsi Menu Tambah, Edit, Hapus	Berhasil
9.	Data Solusi	Menampilkan Data Pemicu Serta Fungsi Menu Tambah, Edit, Hapus	Berhasil
10.	Logout	Keluar Dari Akun Di Aplikasi	Berhasil

Berdasarkan tabel 4 dapat disimpulkan bahwa secara fungsionalitas, sistem telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Fungsi utama mampu merespon data inputan pengguna dengan tepat dan sinkronisasi data melalui database berjalan tanpa kendala teknis.

IV. SIMPULAN

Hasil dari penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pakar yang mampu mendiagnosa kerusakan kamera *mirrorless* dengan penggunaan metode *forward chaining* yang dapat memberikan solusi inovatif untuk masyarakat khususnya yang berprofesi sebagai fotografer dan videografer maupun masyarakat luas dalam hal diagnosa kerusakan kamera *mirrorless*. Sistem ini dapat menganalisis jenis kerusakan kamera *mirrorless* berdasarkan gejala kerusakan yang di *input* oleh pengguna. Sistem ini juga mampu merepresentasi pengetahuan pakar berdasarkan nilai presentase. Aplikasi ini mampu dan dapat membantu dalam mengidentifikasi gejala kerusakan kamera *mirrorless* seperti kerusakan komponen kamera, gangguan *mainboard* dan gangguan sensor kamera.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas Sumber daya dan bantuan yang diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Masukan dan arahan berkelanjutan dari para pembimbing penulis juga sangat membantu dalam membentuk artikel ini, dan penulis berterima kasih kepada mereka. Dengan penuh rasa syukur dan hormat.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Ibunda tercinta, Yuliatin, atas cinta, pengorbanan, dan ketulusan yang tiada henti diberikan sejak penulis dilahirkan hingga saat ini. Selama dua puluh lima tahun perjalanan hidup, beliau senantiasa menjadi sumber kekuatan melalui doa-doa yang tak pernah putus, kesabaran yang tanpa batas, serta kasih sayang yang tulus dalam setiap keadaan. Dukungan moril dan perhatian yang diberikan menjadi landasan utama bagi penulis dalam menghadapi berbagai tantangan hingga mampu menyelesaikan studi dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Sumarno, MM., dan Ibu Ade Eiyanti, S.Kom., M.Kom selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, bimbingan, kritik, serta saran yang sangat berarti selama proses penyusunan skripsi ini. Ketelitian, kesabaran, dan masukan yang konstruktif dari beliau menjadi pedoman penting bagi penulis dalam menyempurnakan penelitian ini sehingga dapat tersusun dengan baik.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan seperjuangan, khususnya Bayu serta teman-teman lainnya dan yang telah bersama-sama melewati dinamika perkuliahan. Melalui berbagai diskusi, kerja kelompok, penyelesaian tugas, serta pengalaman akademik lainnya, terjalin kebersamaan yang penuh makna. Dukungan, kerja sama, dan semangat yang saling diberikan selama proses tersebut menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis hingga akhirnya mampu menyelesaikan skripsi ini.

REFERENSI

- [1] A. Widayanto, D. Pratmanto, and S. T. Musyaffa, Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Kamera DSLR Berbasis Android, *Jurnal Evolusi*, vol. 6, no. 1, pp. 33-39, 2020.
- [2] M. K. Novandra and M. Pradana, Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian Kamera Mirrorless SONY A7II Di Kota Jakarta Selatan, *Jurnal Universitas Telkom*, vol. 8, no. 5, pp. 235-6240, 2021.
- [3] R. A. Yudisetyanto and A. T. Firmansyah, Fotografi Pada Era Dirupsi: Artificial Intelligence Sebagai Referensi Dalam Mengembangkan Ide Kreatif Fotografi, *Specta*, vol. 6, no. 1, pp. 35-44, 2024.
- [4] T. E. Suharningsih *et al*, Sistem Pakar Penyakit Mata Merah Berbasis Web Menggunakan Metode Decision Tree Dengan Forward Chaining, *JTIKA*, vol. 1, no. 1, pp. 57-63, 2020.
- [5] B. B. Bulu, A. A. Rangga, and M. W. Malo, Application of the Certainty Factor Method in Diagnosis Damage to Web-based DSLR Camera, *Jurnal of Technology and Health*, vol. 1, no. 2, pp. 62-73, 2023.
- [6] R. Larasaty and P. T. Prasetyaningrum, Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Kecemasan Pada Difabel Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Web, *Journal of Computer and Information Systems Ampera*, vol.5, no.3 pp. 138-152, 2024.
- [7] T. Hidayat, S. Sapri, and R. Supardi, Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Hardware Komputer Menggunakan Metode Case Based Reasoning Pada Mozza Computer, *J. Media Infotama*, vol. 19, no.1, pp. 188-196, 2023.
- [8] A. Dinata and A. Sani, Perancangan Sistem Pakar Dalam Mendiagnosa Kerusakan CCTV Berbasis WEB Menggunakan Metode FORWARD CHAINING (Studi Kasus: PT.MNC PICTURES), *Jurnal Kampus Widuri*, vol. 1, no. 2, pp. 209-218, 2023.
- [9] D. A. Marpaung and M. S. Hasibuan, Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Bebek Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor , vol. 10, no.1, pp. 1-6, 2024.
- [10] R. Noviana, Pembuatan Aplikasi Penjualan Berbasis Web Monja Store Menggunakan PHP dan MySQL, *JTS*, vol. 1, no. 2, pp. 112-124, 2022.
- [11] M. Rafi and I. Purnama, Rancang Bangun E-Commerce Planet Shopify Berbasis Web Menggunakan PHP dan MySQL, *Jurnal GIT*, vol. 2, no. 1, pp. 14-21, 2024.
- [12] H. Rusdianto, R. Destriana, and R. D. Firmansyah, Rancangan Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Pada Smartphone Android Menggunakan Metode Forward Chaining, *Jurnal Dinamika Universitas Muhammadiyah Tangerang*, pp. 1-7, 2023.
- [13] K. Solecha *et al*, Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Kerusakan Komputer Dengan Metode Forward Chaining, *Jurnal Infortech*, vol. 3, no. 2, pp. 164-169, 2021.
- [14] Y. Pratama and Gustientiedina, Penerapan Metode Forward Chaining Dalam Diagnosa Kerusakan Alat Elektronik, in *Proc. Seminar Nasional Informatika. (SENATIKA)*, 2023, pp. 56-68.
- [15] M. T. Abdillah *et al*, Implementasi Black Box Testing dan Usability Testing pada Website Sekolah MI Miftahul Ulum Warugunung Surabaya, *Jurnal Ilmu Komputer dan Desain Komunikasi Visual*, vol. 8, no.1, pp. 234-242, 2023.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.