

Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Kerusakan *Integrated Circuit* (IC) Pada iPhone Dengan Metode *Forward Chaining*

Sri Kurniasih^a, Kaniza Alifia^b, Tri Ramdhany^c

^{a,b,c} Universitas Digital Ekonomi "LPKIA" Bandung Jawa Barat

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 28 Oktober 2023

Revisi Akhir: 31 Desember 2023

Diterbitkan Online: 31 Desember 2023

KATA KUNCI

Forward Chaining, Sistem Pakar, Intergrated Circuit, Kerusakan iPhone

KORESPONDENSI

Tri Ramdhany

Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi dan Digital, Institut Digital Ekonomi LPKIA Bandung Jl. Soekarno Hatta No.456, Batununggal, Kec. Bandung Kidul, Kota Bandung, Jawa Barat 40266

Email: triramdhany@gmail.com

ABSTRACT

iPhone adalah *pioneer* teknologi dari *smartphone*. iPhone merupakan salah satu produk dari Apple dengan perangkat lunak dan perangkat keras yang dimanufaktur sendiri. Saat ini, Apple belum memiliki gerai resmi yang mereka kelola langsung di Indonesia, sehingga perbaikan kerusakan diluar garansi masih ditangani oleh pihak lain selain Apple. Saat ini belum ada sistem terbuka yang dapat diakses guna mendiagnosis kerusakan pada iPhone. Para pengguna memutuskan untuk berkonsultasi secara *online*, namun konsultasi *online* tidak selalu memberikan hasil diagnosis dengan cepat karena Teknisi perlu menggali informasi lebih lanjut mengenai ciri-ciri kerusakan lainnya yang dialami pada iPhone pengguna, tanpa dapat melakukan proses *checking* secara langsung. Penelitian ini membahas tentang penerapan sistem pakar sebagai media baru untuk mendiagnosis kerusakan *Integrated Circuit* (IC) pada iPhone, menggunakan metode inferensi *Forward Chaining*, dimana kerusakan akan ditelusuri dengan cara mengikuti setiap alur menuju kepada hasil diagnosis. Metode yang dipakai adalah *Prototyping* sebagai metode penelitian dan pengembangan perangkat lunak, melalui proses *Communication, Quick Plan, Quick Design, Prototype Construction, dan Delivery & Feedback*. Aplikasi sistem pakar ini dirancang menggunakan pendekatan *Object Oriented Programming* (OOP), dan *tools Unified Modelling Language* (UML) dengan diagram *Use Case, Activity, Class, Sequence, dan State*. Aplikasi istem pakar dibuat dengan bahasa pemrograman PHP, HTML, CSS, JavaScript, serta SQL. Berdasarkan pengujian yang dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*, dan pengujian langsung dengan pengguna dan tempat *service*, hasil akhir penelitian ini adalah sistem pakar yang dirancang menjadi aplikasi atau media *online* untuk para pengguna iPhone dalam melakukan diagnosa atau proses konsultasi kerusakan iPhone.

DOI: <https://doi.org/10.46961/jommit.v7i2>

1. PENDAHULUAN

iPhone merupakan salah satu produk dari Apple, memiliki perangkat lunak dan perangkat keras yang dimanufaktur sendiri oleh Apple. Saat ini Apple belum memiliki gerai resmi yang mereka kelola langsung di Indonesia. Sehingga perbaikan

kerusakan diluar garansi pada iPhone dan perangkat Apple lainnya, masih ditangani oleh pihak lain selain Apple. Dalam mendiagnosis kerusakan pada iPhone, Apple belum memiliki sistem resmi yang dapat digunakan oleh publik.

Masa pandemi COVID-19 menjadikan konsultasi online melalui media sosial sebagai solusi utama untuk menghindari berkegiatan di luar rumah. Namun, konsultasi online tidak selalu memberikan

hasil diagnosis dengan cepat. Berdasarkan pencatatan yang dilakukan oleh Bengkel iPhone mulai dari 1 Mei 2020 hingga 30 April 2021, didapatkan bahwa perusahaan tersebut menerima sebanyak 4186 pesan konsultasi atau rata-rata sebanyak 11 pesan konsultasi per hari pada media sosial mereka. Keluhan yang paling banyak dikonsultasikan mengarah pada mesin/PCB sebanyak 1388 kasus, dengan diagnosis via chat kerusakan terjadi pada bagian Integrated Circuit (IC) dialami oleh IC Baseband sebanyak 288 kasus dalam setahun. Dengan jumlah konsultasi yang tergolong cukup banyak pada satu tempat service saja, kegiatan konsultasi online ini berdampak pada pekerjaan seorang teknisi, terutama jika tempat service tersebut tidak memiliki karyawan khusus untuk menjawab konsultasi online.

Untuk mengatasi permasalahan diatas, peneliti merancang sebuah aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosis kerusakan IC pada iPhone berbasis website yang dapat diakses secara publik bagi pengguna iPhone. Sehingga diagnosis kerusakan, dapat dilayani otomatis melalui sistem dengan cara pelanggan berinteraksi dengan system dengan cara menjawab pertanyaan diagnosis yang disediakan by system dari hasil interaksi tersebut system akan menginformasikan kerusakan yang terjadi dengan estimasi biaya yang perlu dikeluarkan. Perancangan aplikasi sistem pakar ini merupakan penerapan dari hasil analisis terhadap kerusakan Integrated Circuit pada iPhone bersama dengan pakar. Sistem pakar berbasis web ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP, HTML, JavaScript, dan CSS, dengan MySQL sebagai database server.

Metode yang akan digunakan dalam sistem pakar ini adalah Forward Chaining, dengan cara pengguna memberitahukan keluhan kerusakan/kendala apa saja yang dialami iPhone-nya kepada sistem, kemudian sistem mencocokkan keluhan yang disebutkan dengan ciri-ciri kerusakan IC yang ada. Setelah kerusakan teridentifikasi, maka sistem akan melanjutkan dengan memberikan saran apa yang dapat dilakukan oleh pengguna.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar merupakan sistem yang menggunakan fakta, pengetahuan, dan teknik penalaran dalam pemecahan masalah yang hanya dapat dipecahkan oleh pakar, dapat juga digunakan untuk menjawab pertanyaan (konsultasi) [1]. Sistem pakar digunakan sebagai alat untuk memecahkan persoalan yang bersifat analitis, dan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat tanpa kehadiran pakarnya, bahkan saat pakar suatu bidang tersebut telah tidak dapat bekerja [2]

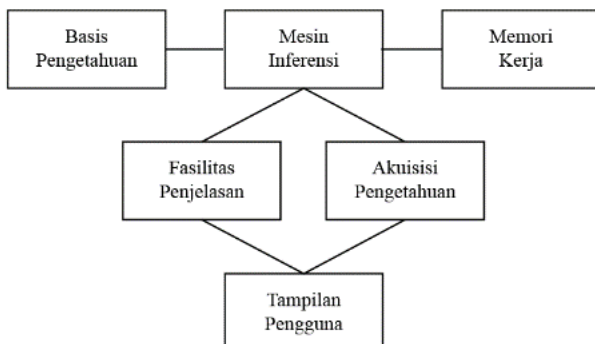
Komponen yang terdapat pada struktur sistem pakar dapat dijelaskan sebagai berikut (1) Basis pengetahuan adalah sebuah basis data yang menyimpan aturan-aturan mengenai pengetahuan dari pakar berupa *rule* (*if <kondisi> then <aksi>*), yang terdiri dari kumpulan objek serta aturan dan atributnya, (2) Mesin inferensi adalah otak dari sistem pakar, berisi penalaran yang digunakan oleh pakar dalam menyelesaikan suatu masalah. Metode inferensi terdiri dari dua jenis, yakni Runtut Maju (*Forward Chaining*), dan Runtut Mundur (*Backward Chaining*), (3) Memori kerja dikenal sebagai pusat data yang berisi seluruh fakta, baik fakta awal mulai beroperasi hingga fakta yang didapatkan pasca pengambilan kesimpulan, (4) Fasilitas Penjelasan, merupakan fasilitas yang tersedia untuk penjelasan dari solusi yang dihasilkan oleh sistem, (5) Akuisisi Pengetahuan, bertujuan untuk memperbaiki atau mengembangkan basis pengetahuan meliputi proses pengumpulan, pemindahan, dan perubahan dari kemampuan pemecahan masalah seorang pakar, dan, (6) Tampilan Pengguna, mekanisme bagi sistem dan pengguna untuk berkomunikasi antarmuka, dengan menerima informasi dari pengguna, kemudian mengubahnya kedalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Kemudian, antarmuka menerima informasi dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh pengguna [3].

Forward Chaining merupakan proses penalaran yang diawali dengan menampilkan kumpulan data/fakta yang meyakinkan, menuju konklusi akhir. Proses pencarian yang dimotori data menuju kesimpulan [4]. *Forward Chaining* menggunakan aturan *IF-THEN* dimana premis *IF* (Jika) menuju konklusi *THEN* (Maka) [5]

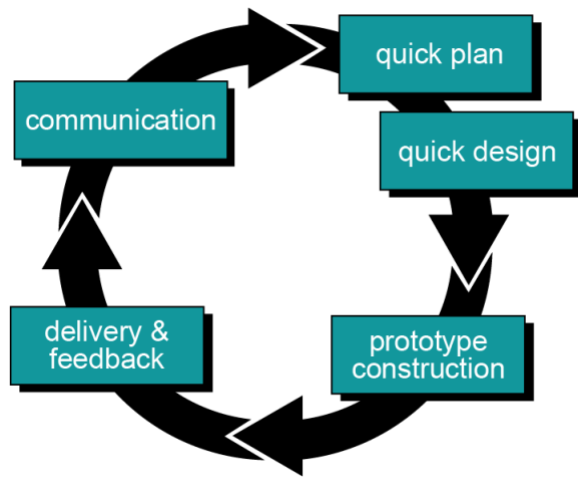
2.2 Prototyping

Prototype merupakan versi awal dari suatu sistem, guna mendemonstrasikan percobaan rancangan bagi pengguna untuk mengetahui bagaimana sistem dapat berjalan, kemudian akan dievaluasi oleh pengguna. Hasil evaluasi selanjutnya akan dijadikan acuan untuk mengembangkan sistem menjadi produk akhir [6].

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Masan Abdi Wicaksono dan rekan (2021) menunjukkan bahwa metode *Prototyping* dapat mempermudah dalam merancang sistem dengan umpan balik dari pengguna. Umpan balik tersebut berguna dalam menghasilkan sistem yang optimal, dan fleksibel terhadap kebutuhan [7]. Model *Prototyping* memiliki tahapan-tahapan yang Digambar pada gambar 2 dan dijelaskan sebagai berikut [8]:



Gambar 1. Struktur Sistem Pakar Sumber: (Heny Pratiwi, 2019)



Gambar 2. Model Prototyping oleh Pressman & Maxim, 2014
 Sumber: (Mei Prabowo, 2020)

2.3 UML

UML (*Unified Modelling Language*) merupakan salah satu standar bahasa yang digunakan untuk mendefinisikan kebutuhan, membuat analisis & desain, dan menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek [9].

UML merupakan bahasa pemodelan grafis yang, mendeskripsikan, mengkonstruksikan, dan mendokumentasikan artefak dari suatu sistem. UML memiliki cakupan bersifat konseptual dan konkrit [10]

UML memiliki 14 (empat belas) diagram pemodelan. Masing-masing diagram memiliki fungsi dan bentuk tersendiri, dan tidak semua harus dibuat selama proses pemodelan perangkat lunak. Diagram UML dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) kategori, yaitu diagram statis dan diagram dinamis [11].

2.4 IC

Integrated Circuit adalah *chip* kecil terbuat dari material semi-konduktor salah satunya silikon, yang terdiri dari suatu rangkaian *circuit*. Ukurannya lebih kecil daripada *chip* pada umumnya, dengan variasi antara 1 hingga 200 mm. IC terdiri dari ratusan hingga ribuan komponen elektrik, seperti resistor, kapasitor, dan transistor yang terfabrikasi. IC memiliki fungsi sebagai *oscillator, amplifier, microprocessor, timer*, atau sebagai memori komputer, terdapat sejumlah IC pada iPhone yang paling umum dikenal, diantaranya adalah sebagai berikut, (1) IC Audio, (2) IC NAND Flash, (3) IC Baseband, (4) IC Wi-Fi, (5) IC Charging/U2, (6) IC Power, (7) IC Display, (8) IC Backlight, (9) IC Touchscreen, dan, (10) IC Camera [12]

3. KONSEP PERANCANGAN

Prototyping bertujuan untuk mengumpulkan informasi dari pengguna yang berinteraksi dengan model *prototype* yang dikembangkan. *Prototype* menggambarkan versi awal dari sistem untuk dikembangkan ke sistem sesungguhnya. Tahapan penelitian memiliki alur sebagai berikut:

1. *Communication*, diawali dengan tahapan ini, peneliti melakukan identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang dibutuhkan melalui tahapan observasi (di

tempat *service* yakni Bengkel iPhone dan Jiotech Smart Service), pengumpulan data, studi pustaka, dan wawancara dengan teknisi dan admin Bengkel iPhone.

2. *Quick Plan*, peneliti melakukan analisis data yang didapat dari pakar, mengenai kerusakan IC dan saran penanganan, hingga penentuan kebutuhan input dan luaran yang di butuhkan.
3. *Quick Design*, tahapan ini, peneliti melakukan perancangan perangkat lunak, dan perancangan tampilan antarmuka.
4. *Prototype Construction*, dilakukan dengan pendefinisian struktur pengendalian data, penulisan kode awal yang menjabarkan premis dari *Forward Chaining*.
5. *Delivery & Feedback*, Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah mengimplementasikan system baru dan lalu menguji perangkat lunak menggunakan metode *Black Box testing*, pengujian dengan pengguna, dan tempat *service*.

Metode *Forward Chaining*, memiliki pendekatan yang dimotori oleh *data-driven*, maka konsep perancangan pada aplikasi sistem pakar ini, akan diawali dengan melakukan analisa dan penelusuran data kerusakan Iphone, Dimana ciri-ciri kerusakan akan diterapkan mengikuti setiap alur menuju kepada hasil diagnosis menggunakan aturan *IF-THEN* (dimana premis (*IF*) menuju konklusi (*THEN*)). Penalaran ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kerusakan pada jenis IC, sedangkan untuk membuat aturan-aturan *IF-THEN*, peneliti melakukan tahapan pengumpulan data dari pakar. Data yang diperoleh tersebut menjadi sebuah representasi pengetahuan pakar sebagai basis pengetahuan, dimana pengetahuan tersebut akan ditetapkan sebagai aturan (*rules*) sehingga setiap premis yang ditelusuri akan mendapatkan hasil (keputusan kerusakan) sesuai dengan aturan pengetahuan dari pakar.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pseudocode

Sistem pakar diagnosis yang dibangun terdiri dari data ciri-ciri kerusakan dan data IC atau letak kerusakannya. Di bawah ini merupakan tabel pakar yang dihasilkan dari analisis data dari pakar, dan merupakan *input* bagi sistem.

Tabel 1 Data IC

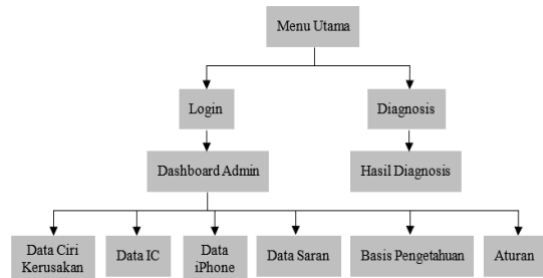
id_ic	nama_ic
IC01	IC NAND Flash
IC02	IC Audio
IC03	IC Baseband
IC04	IC Wi-Fi
IC05	IC U2/Charging
IC06	IC Power
IC07	IC Display
IC08	IC Backlight
IC09	IC Touchscreen
IC10	IC Camera

Tabel 2 Data Kerusakan

id_ciri	ciri_kerusakan
K001	Bootloop (Logo Apple kedap-kedip/berulang)
K002	Stuck di logo Apple atau iTunes atau screen Service Support
K003	iPhone sering restart sendiri
K004	Muncul Error 9, 21, 40, 4013, atau 4014 saat iPhone di-restore
K005	Tidak dapat terhubung ke iTunes
K006	Speaker telepon tidak berfungsi
K007	Loudspeaker tidak dapat diaktifkan (grayed out)
K008	Siri tidak merespon
K009	Voice Memo tidak berfungsi (grayed out)
K010	Voice Memo tidak merekam
...	...
K052	iPhone dapat diisi daya (terdapat getaran/bunyi saat dipasangkan charger)

Tabel 3. Tabel Daftar Saran

id saran	saran
S001	1. Coba restore iOS menggunakan aplikasi 3uTools
	2. Apabila proses restore stuck di 20% dan muncul error 9, 13, 40, 41, 4013, atau 4014 maka kemungkinan kerusakan terletak di IC NAND Flash. Segera bawa ke tempat service untuk diperiksa dan diperbaiki oleh teknisi berpengalaman.
	3. Apabila tidak memiliki atau tidak dapat mengoperasikan 3uTools, disarankan untuk membawa iPhone ke tempat service untuk diperiksa dan diperbaiki langsung.
S002	Kerusakan ini sering terjadi pada seri iPhone 7, namun tidak menutup kemungkinan terjadi pada tipe lain. Disarankan untuk membawa iPhone ke tempat service untuk penggantian IC AUDIO
S010	1. Jika kerusakan hanya terjadi di salah satu kamera, kecil kemungkinan kerusakan terjadi pada IC Camera, atau terdapat korslet. Coba ganti suku cadang kamera yang bermasalah.
	2. Jika kerusakan terjadi di kedua kamera, maka kemungkinan IC Camera bermasalah. Disarankan untuk membawa iPhone ke tempat service untuk pemeriksaan lebih lanjut.



Gambar 3. Struktur Menu Admin

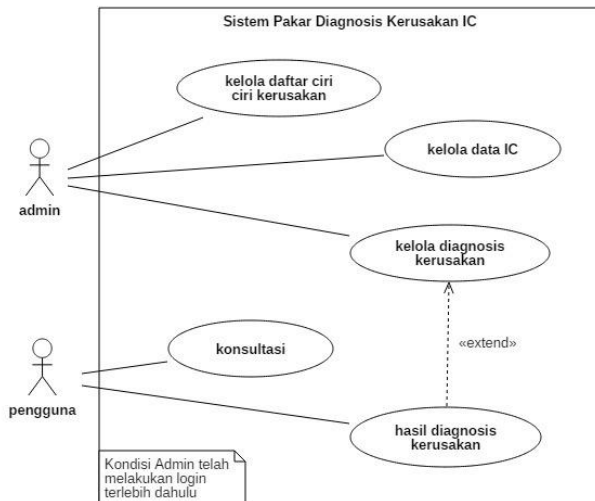
langkah berikutnya membuat rules dengan cara merelasikan tabel/pohon keputusan berdasarkan daftar ciri-ciri kerusakan IC dengan saran menggunakan metode *forward chaining*, yaitu dengan aturan *IF-THEN* dimana premis (*IF*) menuju konklusi (*THEN*) seperti di bawah ini ;

Tabel 4. Rules dari hasil relasi table Keputusan dan ciri kerusakan IC

<p>Rule 1 IF layar mati (<i>blank hitam</i>) AND iPhone menyala (terdapat respon saat menghidupkan Ring/Silent Switch) AND layar tetap mati (<i>blank hitam</i>) bahkan setelah mengganti LCD THEN IC Display</p>
<p>Rule 2 IF layar mati (<i>blank hitam</i>) AND iPhone dapat diisi daya (terdapat getaran/bunyi saat dipasang charger) AND layar tetap mati (<i>blank hitam</i>) bahkan setelah mengganti LCD THEN IC Display</p>
<p>Rule 3 IF layar mati (<i>blank hitam</i>) AND iPhone mati total (tidak dapat diisi daya, dihubungkan USB, dan dinyalakan) AND iPhone mendadak mati THEN IC Power</p>

4.2. Perancangan Use Case Diagram

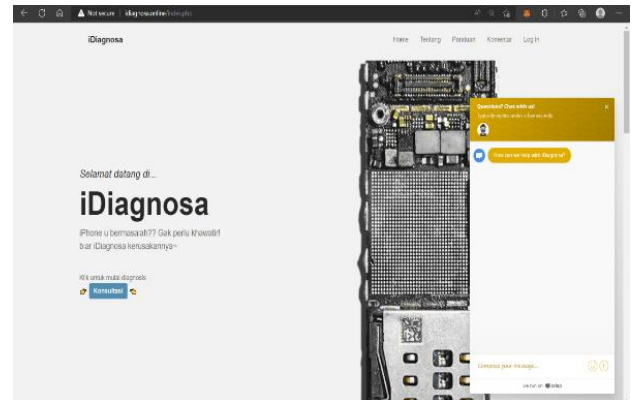
Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan sistem dari sudut pandang pengguna sistem, berdasarkan analisis kebutuhannya.



Gambar 4. Use Case Diagram

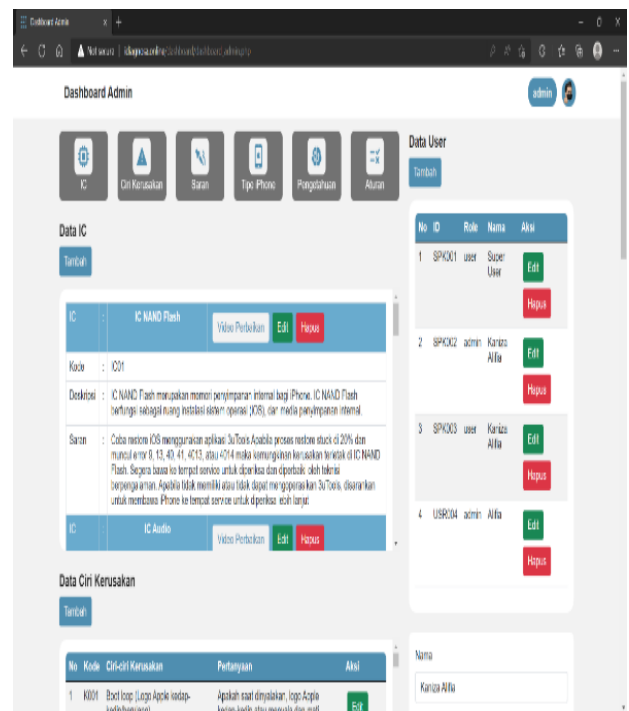
4.3. Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka dibuat agar dapat memberikan gambaran kasar mengenai tampilan antarmuka sebagai media interaksi antara pengguna dan sistem pakar.



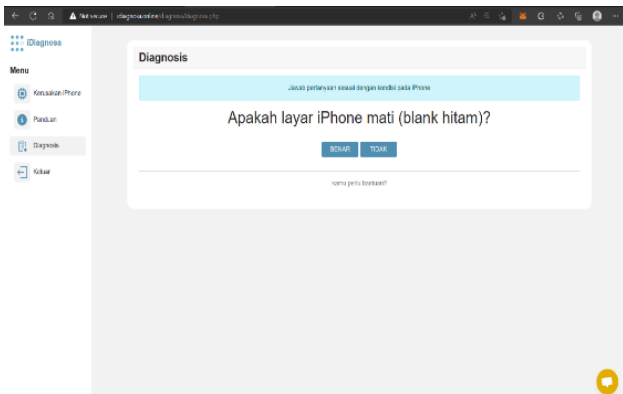
Gambar 6. Rancangan Tampilan Halaman Utama

Tampilan ini digunakan sebagai tampilan yang pertama kali muncul saat mengakses aplikasi sistem pakar.



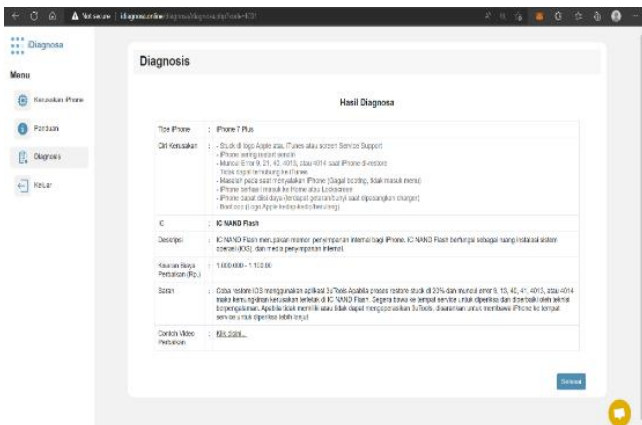
Gambar 7. Rancangan Tampilan Dashboard

Tampilan ini digunakan sebagai halaman *dashboard* bagi admin mengelola data seperti data IC, data ciri kerusakan, dan data diagnosis kerusakan.



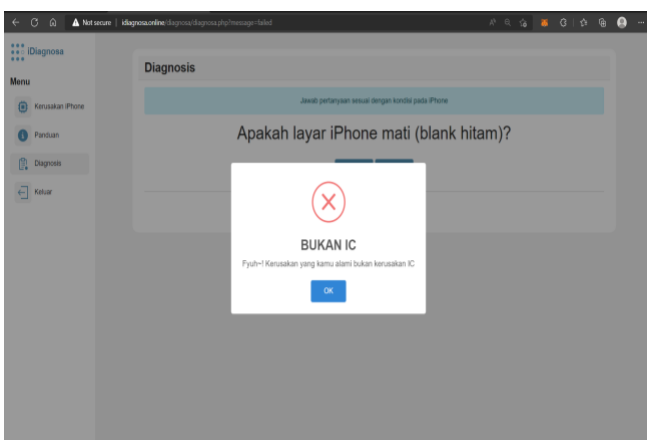
Gambar 8. Rancangan Tampilan Diagnosis Kerusakan

Tampilan ini digunakan sebagai halaman ketika pengguna hendak melakukan diagnosis kerusakan, dengan menjawab pertanyaan antara Benar dan Tidak, sesuai dengan kondisi iPhone yang bermasalah.



Gambar 9. Rancangan Tampilan Hasil Diagnosis

Tampilan ini digunakan sebagai halaman ketika hasil diagnosis kerusakan merupakan kerusakan IC



Gambar 10. Notifikasi kerusakan bukan IC

Tampilan ini digunakan sebagai tampilan dari aplikasi Sistem pakar sebagai notifikasi kerusakan bukan IC, aplikasi akan memandu diagnose hingga selesai dan secara otomatis menampilkan halaman hasil diagnosis apabila kerusakan merupakan kerusakan IC.

4.3 Pengujian

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan terhadap seluruh fungsi aplikasi dan lingkungan pengujian dilakukan oleh Bengkel iPhone, yakni tempat *service* spesialis produk Apple. Tahapan pengujian menggunakan Teknik *Black Box testing*. Adapun batasan yang diuji adalah:

Tabel 5. Lingkup Pengujian

No	Fungsi yang Diuji	Cara Pengujian
1.	Kelola data ciri kerusakan	<i>Black Box</i>
2.	Kelola data IC	<i>Black Box</i>
3.	Kelola data Diagnosis Kerusakan	<i>Black Box</i>
4.	Konsultasi dan Hasil Diagnosis	<i>Black Box</i>

Tabel 6. Sample Penguji

No	Nama	Status
1.	Kaniza Alifia	Pengembang
2.	Vitri Aspianti dan staff	Staff tempat <i>Service</i>
3.	Rizali	Teknisi/Pakar
4.	Yumma Cahya Dwiana	Pengguna iPhone
5.	Rivana Larasati dan lainnya	Pengguna aplikasi secara <i>online</i>

Sistem diuji secara *online* oleh partisipan, staff tempat *service*, pengguna, dan teknisi guna menguji apakah aplikasi sistem pakar mampu mendiagnosis kerusakan secara akurat.

Tabel 7. Test Case Konsultasi dan Hasil Diagnosis

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan
1	Mengklik tombol Konsultasi atau Mulai Diagnosis pada Halaman Utama	Aplikasi berhasil menampilkan form Pilih Tipe iPhone
2	Memilih tipe iPhone	Berhasil menyimpan tipe iPhone yang dipilih secara sementara, dan menampilkan halaman Diagnosis
3	Mengklik tombol Konsultasi atau Mulai Diagnosis pada Halaman Utama, memilih tipe iPhone kemudian tidak melakukan aktifitas apapun	Berhasil keluar dari halaman Diagnosis secara otomatis dalam durasi 2 menit
4	Memilih jawaban BENAR	Berhasil menampilkan pertanyaan selanjutnya sesuai aturan
5	Memilih jawaban TIDAK	Berhasil menampilkan pertanyaan selanjutnya aturan
6	Menjawab pertanyaan sesuai dengan aturan kerusakan IC	Berhasil menampilkan hasil diagnosis kerusakan IC
7	Menjawab pertanyaan sesuai dengan aturan bukan kerusakan IC	Berhasil menampilkan notifikasi Bukan Kerusakan IC
8	Memilih tipe iPhone lalu menjawab	Berhasil menampilkan tipe iPhone pada hasil diagnosis

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan
	pertanyaan hingga selesai	
9	Tidak memilih tipe iPhone lalu menjawab pertanyaan hingga selesai	Berhasil menampilkan tipe iPhone 6 secara default

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan fungsi sistem pakar diagnosis kerusakan IC pada iPhone, yakni Kelola Data IC, Kelola Ciri Kerusakan, dan Kelola Diagnosis dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, hanya masih mengalami kendala pada data duplikat atau ganda. Fungsi Konsultasi dan Hasil Diagnosis berjalan sesuai dengan yang diharapkan, dan mampu menghasilkan diagnosis kerusakan IC pada iPhone.

Pengujian selanjutnya adalah sistem pakar yang telah di-hosting, diuji secara online oleh beberapa sample ditempat masing-masing tanpa kehadiran penguji. Hasil dari pengujian ini adalah, aplikasi pakar dapat diakses melalui personal computer dan mobile, serta dapat diakses menggunakan beragam browser baik Safari (browser bawaan iOS), browser bawaan Android, dan lainnya. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa berdasarkan perspektif pengguna, secara umum sistem pakar yang dirancang mudah untuk digunakan dan memiliki tampilan yang nyaman. Dari segi fungsi dan manfaat, sistem pakar menampilkan informasi yang dibutuhkan, pertanyaannya mudah dipahami, dan memberikan manfaat bagi pengguna iPhone.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan seluruh pembahasan mengenai sistem pakar diagnosis kerusakan IC pada iPhone adalah sebagai berikut:

1. Adanya sistem pakar berbasis online dapat memberikan wawasan atau informasi kerusakan IC, dan saran penanganannya kepada pengguna / orang awam yang ingin mengetahui jenis kerusakan yang dialami oleh perangkatnya.
2. Sistem pakar yang dirancang dapat menjadi aplikasi atau media online untuk para pengguna iPhone dalam melakukan diagnosa atau proses konsultasi kerusakan iPhone

Saran dalam penyempurnaan aplikasi sistem pakar ini untuk pengembangan mendatang adalah memperbaharui basis pengetahuannya seiring perkembangan iPhone, aplikasi istem pakar juga dapat dikembangkan dengan memperluas lingkup diagnosis yakni jenis kerusakan lainnya hingga kerusakan suku cadang atau sparepart. Aplikasi juga dapat ditambahkan beberapa informasi lainnya seperti menampilkan daftar tempat service yang menerima perbaikan iPhone.

DAFTAR PUSTAKA.

[1] Syahputra, G. R., Irsan, M., & Harsadi, I. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Aedes Aegypti Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik (JIMTEK)*, 1(1), 55.

[2] Sari, M., & Aprudi, S. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Handphone Menggunakan Metode Backward Chaining + CF. *Jurnal Ilmiah Binary STMIK Bina Nusantara Jaya*, 2(1).

[3] Heny Pratiwi. (2019). *Buku Ajar: Sistem Pakar* (H. Pratiwi, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Goresan Pena. Diakses dari <https://books.google.co.id/books?id=5tk9EAAAQBAJ&authuser=2&num=6>

[4] Kurniasih, S., & Prasetyo, A. (2017). Sistem Pakar Kesehatan Untuk Mendiagnosa Penyakit Jantung Berbasis Web. *Jurnal LPKIA*, 10(2), 57.

[5] Supartini, W., & Hindarto. (2016). Sistem Pakar Berbasis Web Dengan Metode Forward Chaining Dalam Mendiagnosis Dini Penyakit Tuberkulosis di JawaTimur. *KINETIK*, 1(3), 147–154.

[6] Nugraha, W., & Syarif, M. (2018). Penerapan Metode Prototype Dalam Perancangan Sistem Informasi Penghitungan Volume Dan Cost Penjualan Minuman Berbasis Website. *JUSIM (Jurnal Sistem Informasi Musirawas)*, 03(02).

[7] Wicaksono, M. A., Rudianto, C., & Tanaem, P. F. (2021). Rancang Bangun Sistem Informasi Arsip Surat Menggunakan Metode Prototype. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 7(2). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v7i2.3664>

[8] Mei Prabowo. (2020). *Metodologi Pengembangan Sistem Informasi* (A. W. Budyastomo, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) IAIN Salatiga. Diakses dari <https://books.google.co.id/books?id=UI8dEAAAQBAJ&authuser=2&num=6>

[9] Abdillah, F., Bahtiar Efendi, A., Studi Teknik Informatika, P., Himsya Semarang, S., Kelud Raya No, J., & Semarang Gedung Lantai, U. D. (2021). Sistem Informasi Garansi Tambahan Pada Kerusakan Smartphone Berbasis Website Di Erafone Plaza Simpang 5 Semarang (Studi Kasus : ERAFONE 2 Plaza Simpang 5 Semarang). In *Jurnal Himsya-Tech* (Vol. 21, Issue 1).

[10] Fu'adi, A., & Prianggono, A. (2022). Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Akademik Akademi Komunitas Negeri Pacitan Menggunakan Diagram UML dan EER. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 16(1).

[11] Hadiprakoso, R. B. (2018). *Pemrograman Berorientasi Objek: Teori dan Impementasi dengan Java* (Hadi, Ed.; 1st ed., Vol. 1). RBH. Diakses dari https://books.google.co.id/books?id=o_kdEAAAQBAJ&authuser=2&num=6

[12] BYJU's. (2016, November 5). *Integrated Circuit*. Diakses dari <https://byjus.com/physics/integrated-circuit/>