

IMPLEMENTASI METODE FORWARD CHAINING DALAM SISTEM PENDETEKSI KERUSAKAN HARDWARE PADA KOMPUTER DAN LAPTOP BERBASIS ANDROID

Peti Savitri

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika
Universitas Sangga Buana YPKP
Email: petisavitri@gmail.com

Trisna Hadi

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Tinggi Sains dan Teknologi Indonesia
trisna.hadi@gmail.com

ABSTRAK

Artikel ini menyajikan hasil penelitian mengenai pembangunan sistem berbasis *android* yang menerapkan salah satu metode dalam mesin inferensi sistem pakar yaitu *forward chaining*. Sistem yang dibangun adalah sistem pakar pendeteksi kerusakan *hardware* pada komputer maupun *laptop* yang bertujuan untuk membantu para user pemula mengetahui letak kerusakan *hardware* pada komputer dan *laptop*, serta membantu user untuk dalam menangani kerusakan tersebut. Basis pengetahuan sebagai komponen utama sistem pakar ini selain bersumber dari pakar yang sudah terbiasa menghadapi kerusakan komputer atau *laptop* dan menanganinya, juga melalui beberapa buku yang mengupas hal-hal yang berkaitan dengan dasar-dasar penanganan kerusakan komputer dan *laptop*. Metode yang digunakan untuk membangun sistem adalah metode prototipe (*prototyping*), sedangkan *tools* yang digunakan dalam melakukan analisa dan desain adalah *unified modeling system* (UML). Hasil dari penelitian ini adalah sistem pakar pendeteksi kerusakan *hardware* pada komputer dan *laptop* berbasis *android* yang sudah menggunakan metode *forward chaining* dalam proses kerjanya

Kata kunci: sistem, pakar, android, *forwad chaining*, kerusakan, komputer.

ABSTRACT

This article presents the results of research on the development of android based systems that apply one method in inference engine expert system that is forward chaining. The system built is a system of expert detection of hardware damage on computers and laptops that aims to help novice users know where the damage to hardware on computers and laptops, and help users to deal with such damage. Knowledge base as a main component of this expert system in addition to sourced from experts who are accustomed to face damage to computers or laptops and handle it, also through some books that explore the things related to the basics of handling damage to computers and laptops. The method used to build the system is a prototype (prototyping) method, while the tools used in the analysis and design is a unified modeling system (UML). The results of this study is a system of expert detection of hardware damage on computers and laptops based on android that have been using forward chaining method in the process works.

Keywords: system, expert, android, *forward chaining*, damage, computer.

1. PENDAHULUAN

Meskipun tingkat penggunaan gadget sebagai pengganti *personal computer* dan *laptop* semakin tinggi, namun sampai saat ini komputer dan *laptop* masih menjadi sebuah kebutuhan tersendiri bagi sebagian orang, terutama para pelajar, mahasiswa, guru, dosen ataupun pegawai. Ada kelebihan tersendiri bagi pemakai komputer atau laptop terhadap penggunaan komputer atau *laptop* yang tidak bisa begitu mudah diganti dengan perangkat sejenis gadget.

Hanya saja ketika mereka menghadapi komputer atau *laptop* yang rusak, banyak dari pengguna tidak dapat memperbaikinya karena tidak adanya pengetahuan atau keterampilan. Bagi sebagian kalangan yang tidak memiliki masalah finansial, cara yang praktis adalah dengan membawa komputer atau *laptop* mereka ke penyedia jasa perbaikan komputer atau *laptop*, tapi bagi sebagian orang biaya *service* dirasa cukup mahal. Atas latar belakang inilah penelitian dibuat, sehingga mereka yang ingin mencoba memperbaiki

sendiri atau belajar memperbaiki komputer dapat melakukannya melalui sistem yang dihasilkan dari penelitian ini.

Adapun permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada beberapa hal berikut ini, yaitu: (1) sistem hanya menerima 21 (dua puluh satu) gejala/jenis kerusakan yang sering terjadi pada *PC*, (2) sistem hanya menerima 6 (enam) gejala/jenis kerusakan yang sering terjadi *laptop*, (3) sistem mengelola data gejala kerusakan *hardware*, (4) sistem menghasilkan kesimpulan letak kerusakan, dan (5) sistem memberikan cara penanganan kerusakan/solusi.

Sedangkan tujuan dari penelitian adalah: (1) untuk membantu *user* pemula mengetahui letak kerusakan pada komputer dan *laptop*, (2) untuk membantu *user* untuk segera mengambil tindakan dalam penanganan *error* pada komputer dan *laptop*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam proses pembangunannya, sistem pendeteksi kerusakan *hardware* pada komputer maupun *laptop* ini menggunakan metode *prototype* (*prototyping*), sedangkan *tools* yang digunakan dalam melakukan analisis dan desainnya mengacu pada metode berorientasi objek dengan menggunakan bahasa pemodelan *Unified Modeling Language* (UML)

Prototyping [1] adalah kombinasi metode yang memungkinkan bentuk fisik atau visual untuk diberikan ke sebuah ide (Kelley & Littman, 2006; Schrage, 2013) dan memainkan peran penting dalam proses pengembangan produk, memungkinkan desainer untuk menentukan masalah desain, memenuhi kebutuhan pengguna dan persyaratan teknik, dan verifikasi solusi desain (De Beer, Campbell, Truscott, Barnard, & Booysen, 2009; Moe, Jensen, & Wood, 2004; Viswanathan & Linsey, 2009; Yang & Epstein, 2005).

Menurut Rifa'atunnisa, Eri Satria, dan Rinda Cahyana[7], metode pengembangan *prototype* yaitu metode yang menggunakan pendekatan untuk membangun suatu program dengan cepat dan bertahap sehingga segera dapat dievaluasi oleh pemakai, dengan tahapan yang digunakan yaitu pengumpulan kebutuhan dan perbaikan, perancangan cepat, membentuk *prototype*, evaluasi pelanggan terhadap *prototype*, perbaikan *prototype* dan produk rekayasa.

Model ini dapat digunakan untuk menyambungkan ketidakpahaman pelanggan mengenai hal teknis dan memperjelas spesifikasi kebutuhan yang diinginkan pelanggan kepada pengembang perangkat lunak [8]. Model prototipe dimulai dari mengumpulkan kebutuhan pelanggan terhadap perangkat lunak yang akan dibuat. Kemudian program prototipe dibuat agar pelanggan lebih terbayang dengan apa yang sebenarnya diinginkan. Jadi di dalam pengembangan prototipe, aplikasi yang sebenarnya juga dikembangkan sehingga sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

Sementara menurut Neni Purwati dan Hendra Kurniawan dalam Konferensi Nasional Sistem & Informatika STMIK STIKOM Bali, "Metode prototipe sangat baik digunakan untuk menyelesaikan masalah kesalahpahaman antara *user* dan analis yang timbul akibat *user* tidak mampu mendefinisikan secara jelas kebutuhannya[5]. *Prototyping* adalah pengembangan yang cepat dan pengujian terhadap model kerja (prototipe) dari aplikasi baru melalui proses interaksi dan berulang-ulang yang biasa digunakan ahli sistem informasi dan ahli bisnis. *Prototyping* disebut juga desain aplikasi cepat (*rapid application design/RAD*) karena menyederhanakan dan mempercepat desain sistem". [6]

Tahapan-tahapan model *prototyping* [10] terdiri dari: (1) pengumpulan kebutuhan pelanggan dan pengembang bersama-sama mendefinisikan format seluruh perangkat lunak, mengidentifikasi semua kebutuhan, dan garis besar sistem yang akan dibuat. (2) Membangun *prototyping*, membangun *prototyping* dengan membuat perancangan sementara yang berfokus pada penyajian kepada pelanggan (misalnya dengan membuat input dan format *output*). (3) Menggunakan sistem evaluasi ini dilakukan oleh pelanggan apakah *prototyping* yang sudah dibangun sudah sesuai dengan keinginan pelanggan. (4) Mengodekan sistem dalam tahap ini *prototyping* yang sudah disepakati diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman yang sesuai. (5) Menguji sistem setelah sistem sudah menjadi suatu perangkat lunak yang siap pakai, harus dites dahulu sebelum digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan *White Box*, *Black Box*, *Basis Path*, pengujian arsitektur dan lain-lain. (6) Evaluasi sistem pelanggan mengevaluasi apakah sistem yang sudah jadi sudah sesuai dengan yang diharapkan. (7) Evaluasi *Prototyping* Perangkat lunak yang telah diuji dan diterima pelanggan siap untuk digunakan. Versi lain proses pembuatan prototipe dapat dilihat sebagai berikut pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Langkah-Langkah *Prototyping* [6]

Seiring dengan penggunaan metode prototipe, untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam membangun sistem ini dilakukan beberapa teknik, yaitu: (1) studi pustaka; studi pustaka dilakukan dengan mempelajari tentang teori-teori yang menjadi referensi dan pendukung dalam pembuatan sistem pakar untuk deteksi kerusakan perangkat keras, mempelajari gejala, penyebab, dan solusi penanggulangan terhadap kerusakan perangkat keras komputer, dan pemrograman berbasis *mobile Android*. (2) Wawancara dan observasi; teknik ini digunakan untuk berkonsultasi dengan pakar atau ahli dalam bidang perangkat keras komputer, diantaranya guru komputer, teknisi *service* komputer, dan *service center* guna membangun basis pengetahuan yang menjadi komponen utama sebuah sistem pakar.

Unified Modeling Language (UML) [2] adalah sebuah bahasa pemodelan yang telah menjadi standar dalam industri software untuk visualisasi, merancang, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. Bahasa Pemodelan UML lebih cocok untuk pembuatan perangkat lunak dalam bahasa pemrograman berorientasi objek (C, Java, VB.NET), namun demikian tetap dapat digunakan pada bahasa pemrograman prosedural. UML akan digunakan pada tahap analisa dan desain. Desain yang dihasilkan berupa diagram-diagram UML yang akan diterjemahkan menjadi kode program pada tahap implementasi. UML terdiri atas 13 jenis diagram resmi yaitu diagram: *activity*, *class*, *communication*, *component*, *composite structure*, *deployment*, *interactive overview*, *object*, *package*, *sequence*, *state machine timing*, dan *use case*. [2]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

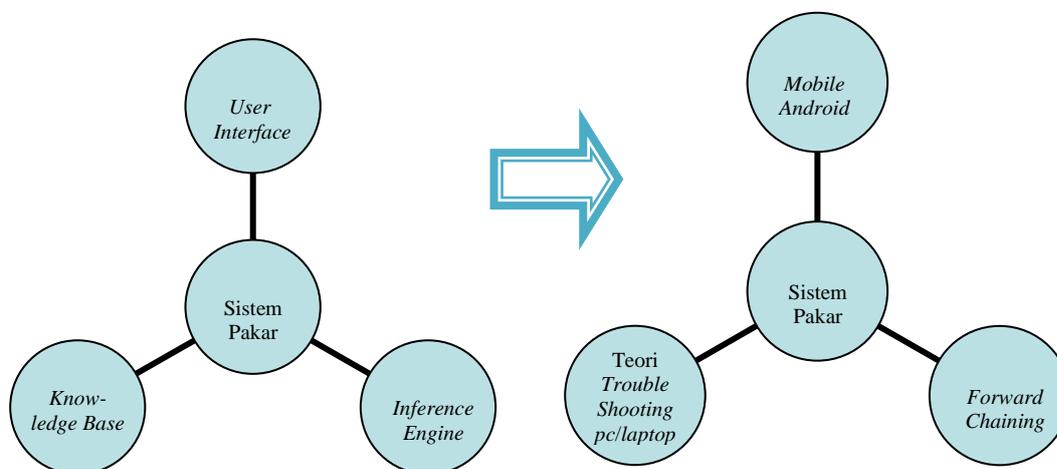
Kerusakan komputer adalah kondisi dimana komputer tidak bisa menerima input atau intruksi dari user. Kerusakan komputer bisa terjadi kapan saja tanpa bisa kita prediksi sebelumnya. Beberapa faktor bisa menjadi penyebab terjadinya kerusakan pada komputer, bisa karena faktor alat (*hardware*) ataupun karena faktor pengguna (*user*). Jangka waktu atau usia serta cara pemakaian juga bisa menjadi faktor pemicu adanya kerusakan pada komputer.

Kerusakan pada komputer bisa terletak pada *hardware* atau *software*. *Error* yang terjadi saling mempengaruhi satu sama lainnya, jika *hardware error* maka kita tidak bisa mengakses *software* dan jika *software error* maka kita tidak bisa mengerjakan pekerjaan kita. *Error* yang terjadi pada *hardware* atau *software* sangat banyak dan bervariasi.

Berdasarkan penelitian melalui wawancara dan melakukan diagnosa langsung pada kasus-kasus kerusakan komputer dan studi pustaka yang bersumber dari buku Komputer dan *Troubleshooting* (Ramdhani Nazarudin) serta buku Mahir Memperbaiki dan Merawat *Netbook* (Yulius Eka Agung Seputera, ST, MSI) serta dilengkapi dengan pengumpulan data *quisioner* terhadap *error* yang sering ditemui dalam kerusakan komputer, maka sistem yang akan dibuat dapat mendiagnosa 22 gejala kerusakan komputer [9] meliputi: (1) tampilan *keyboard error*, (2) tombol *keyboard* tidak berfungsi, (3) beberapa tombol tidak berfungsi, (4) respon *keyboard* terlalu cepat, (5) kursor *mouse* tidak berjalan, (6) kursor *mouse* bergerak *horizontal/vertical*, (7) komputer sering “*hang*”, (8) komputer tidak dapat *booting*, (9) suara *beep* terus menerus, (10) suara *beep* normal tapi tidak ada tampilan, (11) komputer me-*restart* sendiri, (12) pembacaan *disk* tersendat-sendat, (13) susah buka tutup CD/DVD ROOM, (14) CD/DVD tidak terdeteksi, (15) *harddisk* tidak bisa dipartisi, (16) *harddisk* tidak bisa diformat, (17) *hardisk bad sector*, (18) *fan* atau kipas *power supply* tidak berputar, (19) *fan* atau kipas *power supply* berisik, (20) *error display monitor horizontal*, (21) *error display monitor vertical*, (22) *display monitor error RGB*.

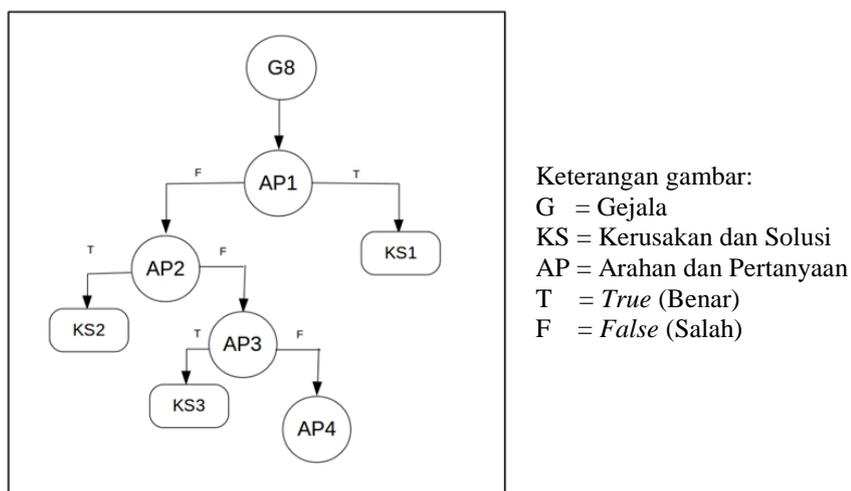
Sistem juga dapat mendiagnosa 6 kerusakan yang sering terjadi pada *laptop* [4], yaitu: (1) *laptop* tidak menyala, (2) *screen error*/tidak ada tampilan, (3) *harddisk error*, (4) CD/DVD bermasalah, (5) *sounccard error*, (6) *overheating*/panas yang berlebihan.

Gejala dan diagnosa yang sudah dirinci di atas di dalam sistem pakar dijadikan sebagai basis pengetahuan, yaitu tempat penyimpanan pengetahuan dalam memori komputer. Sedangkan penelusuran basis pengetahuan digunakan mesin inferensi *forward chaining* yang merupakan otak dari aplikasi sistem pakar [5]. Bagian inilah yang menuntun *user* memasukkan fakta sehingga diperoleh suatu kesimpulan (lihat gambar 2).



Gambar 2. Komponen Sistem Pakar Secara Umum dan Penerapannya pada Sistem Pendeteksi Kerusakan *Hardware* Pada Komputer Maupun *Laptop*

Sebuah sistem pakar memiliki dua komponen utama, yaitu basis pengetahuan merupakan tempat penyimpanan pengetahuan dalam memori komputer dimana pengetahuan dengan menggunakan kaidah produksi. Mesin inferensi merupakan otak dari aplikasi sistem pakar. Bagian inilah yang menuntun *user* memasukkan fakta sehingga diperoleh suatu kesimpulan [4]. Namun demikian dua komponen tersebut dilengkapi dengan sebuah *interface* untuk *user* seperti terlihat pada gambar 2 di atas, yaitu: 1. Teori Pakar; teori pakar yang digunakan adalah beberapa teori pakar tentang penanganan kerusakan komputer/*laptop* beserta solusinya, teori-teori yang berkaitan dengan kerusakan ini disimpan pada media penyimpanan komputer sebagai basis pengetahuan yang nantinya akan dihubungkan dengan mesin inferensi *forward chaining*. 2. Mesin Inferensi; Mesin inferensi yang digunakan adalah *forward chaining* (runut maju) yang merupakan otak dari aplikasi sistem pakar yang akan menuntun *user* memasukkan fakta sehingga diperoleh suatu kesimpulan.. Metode inferensi runut maju cocok digunakan untuk menangani masalah pengendalian (*controlling*) dan peramalan (*prognosis*) [3]. Berikut adalah perancangan runut maju penanganan kerusakan:



Gambar 3. Salah Satu *Graph* Keputusan pada Sistem Pendeteksi Kerusakan *Hardware* Komputer

Mesin inferensi ini mengumpulkan fakta-fakta gejala yang terjadi secara runut maju, kemudian diperoleh hasil kesimpulan kerusakan (lihat gambar 3). Data fakta bersumber dari gejala kerusakan dan mesin inferensi mengarahkan kesimpulan dengan basis pengetahuan yang bersumber dari pakar. Berikut contoh beberapa aturan/algorithm yang digunakan pada pembangunan sistem:

Aturan 1 (Laptop)

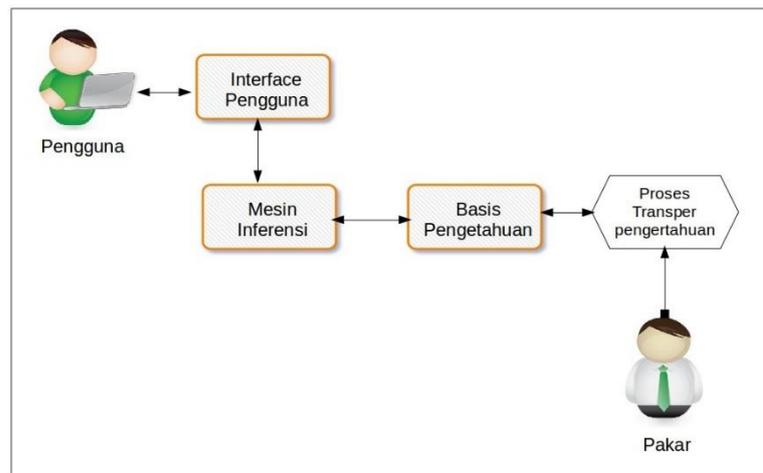
```

IF
Jenis perangkat adalah laptop                                AND
(
Sumber listrik menggunakan charger dan baterai             OR
Sumber listrik menggunakan charger                         OR
listrik menggunakan charger dan baterai                   OR
)                                                            AND
LED Laptop menyala                                         AND
LED Laptop berkedip jika kabel digerakan                  AND
Internal Jack Putus                                       AND
THEN Kerusakan pada Internal Jack, agnti internal Jack
    
```

Aturan 1 (Komputer)

```

IF
Jenis perangkat adalah Komputer                            AND
Keyboard tidak terdeteksi                                  AND
Connector Keyboard tidak renggang                         AND
Kabel keyboard bagus                                     AND
Indikator Capslock tidak menyala                          AND
THEN Kerusakan IC Keyboard, ganti dengan Keyboard baru
    
```



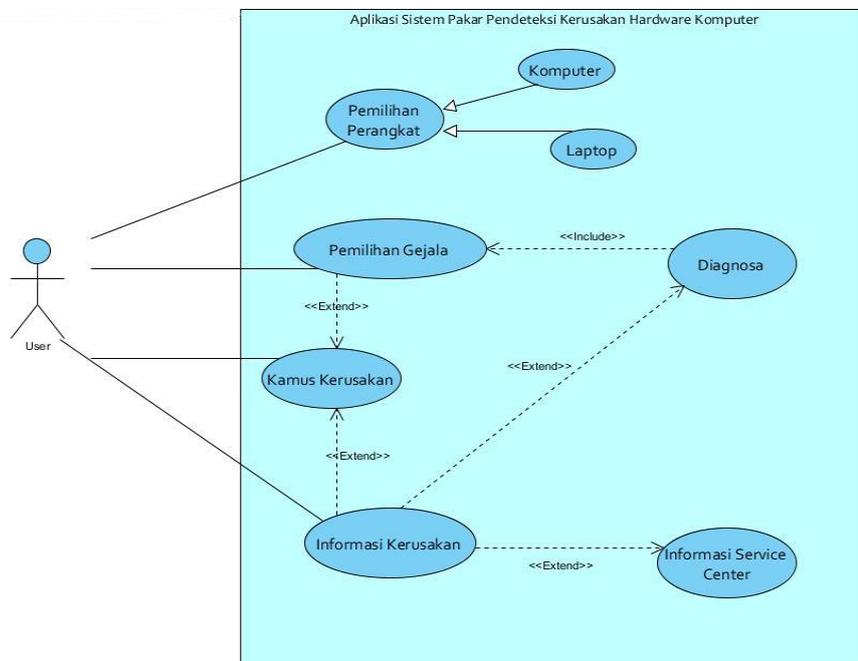
Gambar 4. Alur Sistem Pendeteksi Kerusakan Hardware Komputer

Pengguna melakukan interaksi langsung dengan aplikasi melalui *interface* (gambar 4), kemudian aplikasi memproses data dengan menggunakan mesin inferensi. Mesin inferensi mengambil fakta-fakta berdasarkan basis pengetahuan yang merupakan ilmu pengetahuan yang telah terdokumentasi dan bersumber dari pakar. *Interface* pengguna menggunakan aplikasi *mobile* berbasis *android*, dan untuk mesin inferensi menggunakan metoda *forward chaining* atau runut maju untuk memperoleh kesimpulan.

Berdasarkan analisis, maka perlu dibuat aplikasi yang dapat memenuhi kebutuhan *user* serta dapat membantu *user* terhadap permasalahan *error* atau kerusakan komputer dan *laptop*, aplikasi tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut: (1) aplikasi mampu mendeteksi kerusakan komputer dan *laptop* berdasarkan gejala-gejala yang ada. (2) Aplikasi mampu memberikan letak kerusakan yang terjadi. (3) Aplikasi mampu memberikan solusi/arahan terhadap kerusakan yang terjadi. (4) Aplikasi mampu diakses kapanpun dan dimanapun (*Mobile Application*).

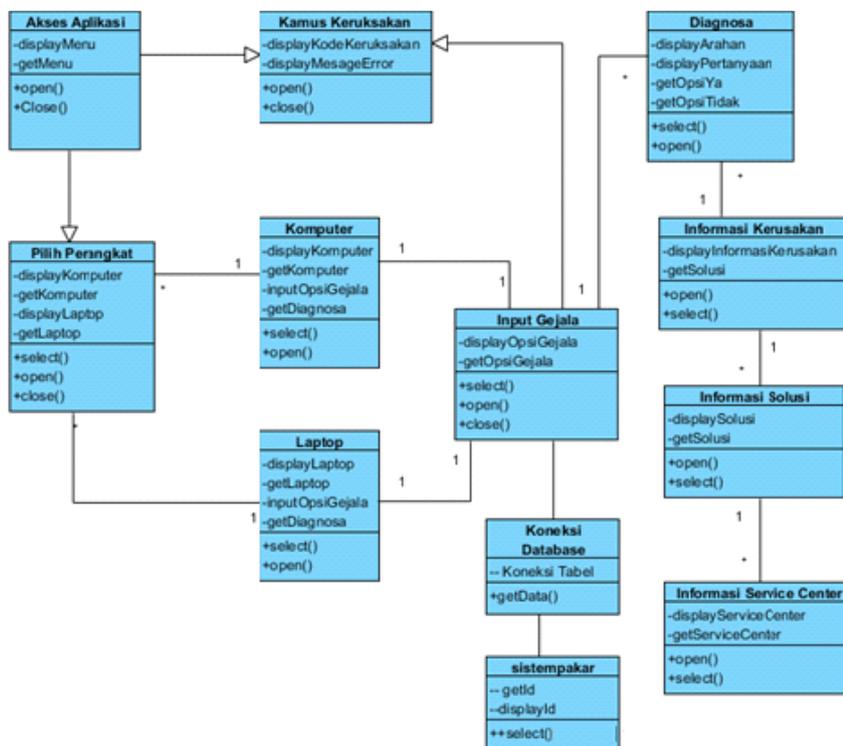
Adanya perancangan sistem bertujuan untuk memudahkan *user* dalam mendapatkan informasi tentang berbagai jenis serta letak kerusakan pada komputer/*laptop* yang digunakan oleh *user*. Dari perancangan sistem ini maka akan terlihat alur dan cara kerja dari aplikasi yang akan dibangun. Dalam perancangan sistem digambarkan serta dijabarkan setiap proses serta aturan yang ada pada sistem yang akan dibangun sehingga menjadi bahan acuan dalam pembuatan aplikasi agar aplikasi sesuai dengan kebutuhan *user* serta aplikasi dapat bekerja dengan optimal. Perancangan aplikasi sistem pakar pendeteksi kerusakan komputer dan *laptop* ini menggunakan bahasa permodelan *Unified Modeling Language (UML)*.

Model *use case* menjelaskan mengenai aktor yang terlibat dengan perangkat lunak yang dibangun beserta proses-proses yang ada di dalamnya. *Use case* yang terbentuk pada diagram di bawah (gambar 5) terdiri dari fungsi pemilihan perangkat di mana terdapat dua opsi pilihan yaitu komputer dan *laptop*, pemilihan gejala, kamus kerusakan, informasi kerusakan dan diagnosa. Adapun fungsi informasi *service center* merupakan relasi *extend* yang tersambung dengan informasi kerusakan, apabila kerusakan perangkat yang dialami oleh pengguna tidak terpecahkan.



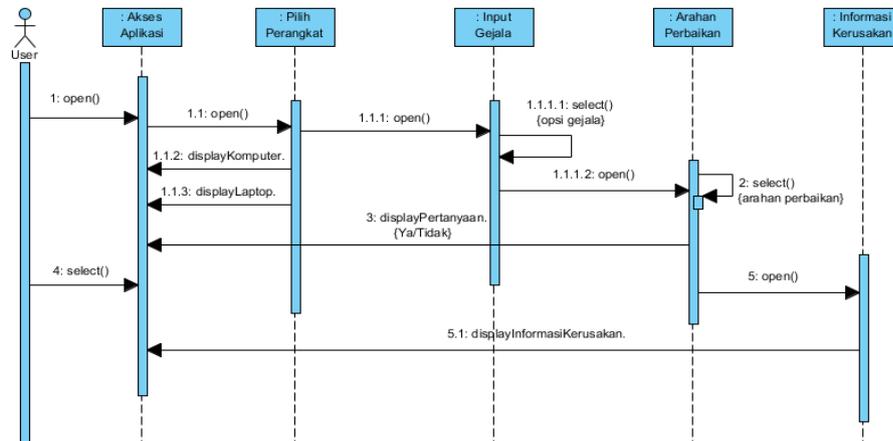
Gambar 5. Use Case Diagram Sistem Pendeteksi Kerusakan Hardware Komputer

Berdasarkan *Use Case Diagram* (gambar 5), secara terstruktur *class* yang akan dibangun untuk sistem dapat dilihat dari *class diagram* (gambar 6).

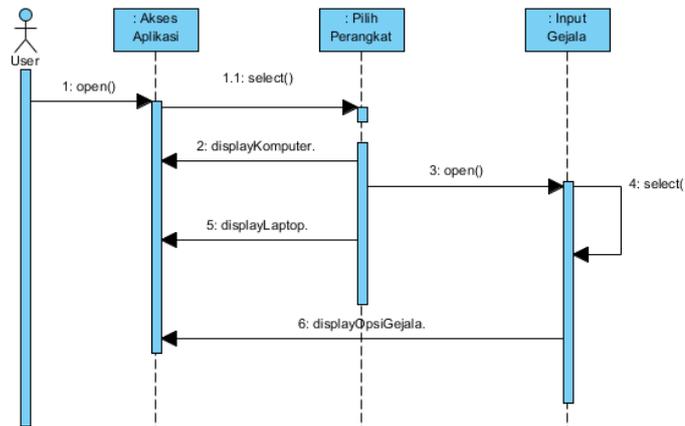


Gambar 6. Class Diagram Sistem Pendeteksi Kerusakan Hardware Komputer

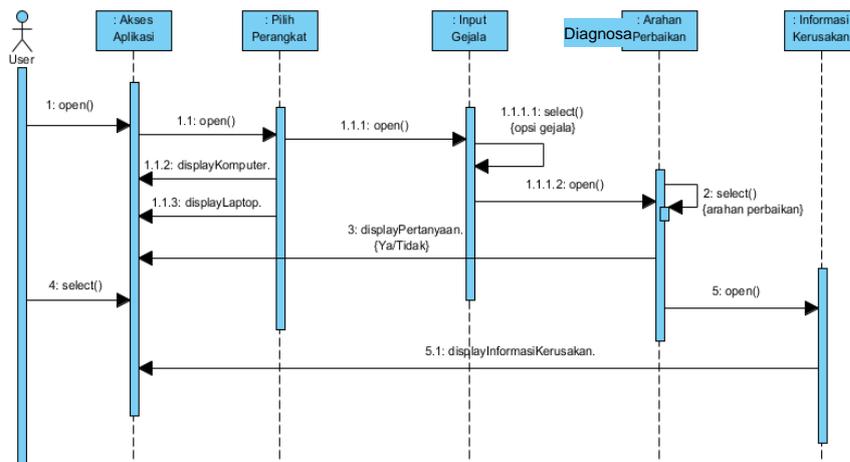
Selanjutnya interaksi antar objek yang akan dibangun diperlihatkan pada gambar 7 yaitu *Sequence Diagram*. Jumlah *Sequence Diagram* digambarkan sebanyak jumlah *use case* yang sudah dibuat sebelumnya pada diagram *use case*. Berikut ini adalah contoh dari diagram *sequence* yang digambarkan untuk Sistem Pendeteksi Kerusakan *Hardware* Komputer dan *Laptop*. (Lihat Gambar 7, 8, dan 9).



Gambar 7. *Sequence Diagram* Pemilihan Perangkat



Gambar 8. *Sequence Diagram* Input Gejala



Gambar 9. *Sequence Diagram* Informasi Kerusakan

Sesudah perancangan dilakukan sampai pada tahap perancangan *interface*, tahap selanjutnya adalah mengimplementasikan konsep rancangan ke dalam baris *code program*. Perangkat lunak yang diperlukan untuk pembuatan sistem adalah *Sublime Text 3* dan *Eclipse*. Sedangkan Aplikasi yang diperlukan untuk mengakses aplikasi ini diperlukan perangkat lunak minimal *Android OS, v2.3.5 (Gingerbread)*. Hasil implementasi (dapat dilihat pada gambar 10) menampilkan tiga menu utama, yaitu: *Komputer, Laptop*, dan *Kamus Kerusakan*.

Berdasarkan identifikasi kerusakan *hardware* yang sudah dibahas di awal, menu komputer untuk menuju halaman gejala-gejala komputer terdiri dari 22 gejala kerusakan komputer, sedangkan menu *laptop* menuju halaman gejala-gejala kerusakan *laptop* terdiri dari 6 gejala kerusakan *laptop*. Menu *Kamus kerusakan* menuju halaman kamus kerusakan yang terdiri dari 3 jenis pesan *error*, dalam bentuk *beep, mesaage error number, blue screen error*.



Gambar 10. Menu-Menu Pada Sistem

Sedangkan implementasi *forward chaining* pada sistem pendeteksi kerusakan pada komputer dan laptop dapat dilihat pada gambar 11 di bawah ini.

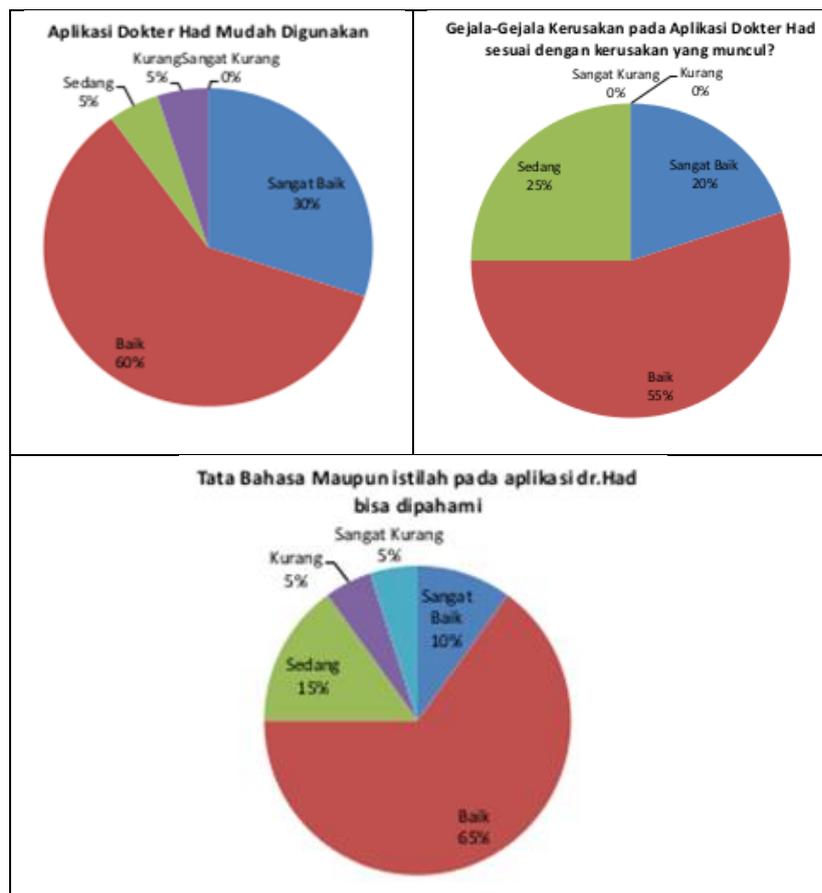


Gambar 11. Implementasi *Forward Chaining* Pada Sistem

Setelah implementasi dilakukan, tahap selanjutnya adalah pengujian dengan menggunakan metode *blackbox*. Pengujian meliputi pengujian menu utama, pengujian gejala komputer, pengujian gejala *laptop*, dan pengujian kamus kerusakan. Tahap pengujian memperlihatkan keberhasilan.

Hasil akhir sistem yang berbentuk aplikasi *android* diberi nama dr. Had mendapatkan respon yang dianggap positif. Hal ini dapat kita lihat melalui grafik yang terdapat pada gambar 12 mengenai hasil kuisioner yang telah disebar ke 50 orang responden dengan hasil sebagai berikut:

- Kemudahan penggunaan sistem, memperlihatkan jumlah prosentase responden yang terbesar mengatakan baik (60%) diikuti tanggapan sangat memuaskan sebanyak 30%, sedangkan yang memberi kurang puas dan sedang, masing-masing mendapatkan 5% tanggapan dari 50 responden.
- Kesesuaian antara gejala kerusakan dengan identifikasi kerusakan pada tampilan aplikasi, yang dalam hal ini merupakan hasil kerja metode *forward chaining*, menurut hasil responden tidak memiliki kekurangan, memiliki nilai sedang 25%, nilai baik 55%, dan nilai sangat baik 20%.
- Pemahaman responden terhadap tata bahasa dan istilah yang digunakan pada aplikasi dirilai responden 65% baik, 15% sedang, 10% sangat baik, kurang dan sangat kurang 5%.



Gambar 12. Hasil *Questioner* tentang Penilaian Penggunaan Sistem

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah bahwa aplikasi sistem pakar pendeteksi kerusakan *hardware* komputer ini dapat membantu *user* pemula mengetahui letak kerusakan pada komputer atau *laptop*, sehingga pada akhirnya membantu mereka untuk segera mengambil tindakan dalam penanganan *error* yang mereka temukan.

Keakuratan dalam penanganan kerusakan sudah cukup baik, gejala-gejala yang diinputkan bisa menangani permasalahan yang terjadi dan dapat didiagnosa dengan baik dan menghasilkan kesimpulan yang cukup tepat serta pemberian solusi yang baik. Fasilitas informasi *service center* juga memudahkan *user* untuk mengetahui alamat *service center* yang bisa dikunjungi apabila permasalahan yang dihadapi *user* tidak dapat teratasi oleh sistem. Tampilan aplikasi cukup menarik meskipun terlihat sederhana namun struktur menu yang ada cukup memberikan kemudahan bagi *user*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deininger, M., et al., 2017. “*Novice designers’ use of prototypes in engineering design*”. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/j.destud.2017.04.002>.
- [2] Fajarianto, Otto. 2016. “*Prototype Pelayanan Akademik Terhadap Komplain Mahasiswa Berbasis Mobile*”. Jurnal Lentera Ict. ISSN 2338-3143. Vol.3 No.1.
- [3] Giarranto, J.C & Riley G. (1994). *Expert Systems: Principles and Programming, 2nd edition*. USA: PWS Publishing Co.
- [4] Kusriani. (2008). *Aplikasi Sistem Pakar*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [5] Nazarudin, Ramdani. (2006). *Komputer dan Troubleshooting*, Bandung: Informatika
- [6] Neni Purwati dan Hendra Kurniawan. 2016. “*Studi Pengembangan Prototype Knowledge Management Pada Pengecekan Judul Tugas Akhir atau Skripsi Fakultas Ilmu Komputer IBI Darmajaya*”. Konferensi Nasional Sistem & informatika STMIK STIKOM Bali. ISSN : 2302-3805, 6-7 Februari 2016.
- [7] Rifa’atunnisa, Satria Eri, Cahyana Rinda. 2014. “*Pengembangan Aplikasi Zakat Berbasis Android Menggunakan Metode Prototype*”. Jurnal Algoritma Sekolah Tinggi Teknologi Garut. ISSN : 2302-7339 Vol. 11 No. 1.
- [8] Rosa, A. S., dan Salahudin M..(2013). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Bandung: Penerbit Informatika, pp. 31 -34
- [9] Saputra, Yulius Eka Agung. (2013). *Mahir Memperbaiki dan Merawat Notebook*. Yogyakarta: Gava Media.
- [10] Wibowo Agus, Azimah Ariana. (2016). “*Rancang Bangun Sistem Informasi Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi Menggunakan Metode Throwaway Prototyping Development*. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia”. ISSN : 2302-3805.