

SISTEM PAKAR PENENTUAN KELAYAKAN EXCAVATOR PADA PT. DUTA ALAM SUMATERA MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR BERBASIS ANDROID

Astika Febriani¹, Ir. Zulkarnaiani, M.T.², A. Ari Gunawan S., S. Kom., M. Kom.³

^{1,2,3}Program Studi D4 Manajemen Informatika Jurusan Manajemen Informatika, Politeknik Negeri Sriwijaya Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar, Bukit Lama, Ilir Barat I, Palembang 30139

e-mail: astikafeb98@gmail.com¹

Abstrak. PT. Duta Alam Sumatera yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri pertambangan batubara. Dalam proses produksinya PT. Duta Alam Sumatera menggunakan beberapa mesin atau alat berat salah satunya yaitu *excavator*. Namun *excavator* yang digunakan dalam proses produksi oleh PT. Duta Alam Sumatera bukanlah milik pribadi perusahaan melainkan bekerjasama dengan PT. Global Energi Makmur sebagai pemilik *excavator*. Dimana PT. Global Energi Makmur hanya bertindak sebagai penyedia alat dan melakukan perbaikan terhadap alat yang sudah dinyatakan rusak. Sedangkan untuk pengoperasian *excavator* tetap dilakukan oleh operator dari PT. Duta Alam Sumatera. Untuk menjaga hasil produksi batubara dan memastikan perusahaan tidak mengalami kerugian maka PT. Duta Alam Sumatera harus melakukan pengecekan secara berkala terhadap setiap unit *excavator* yang ada. Dengan adanya sistem pakar berbasis *mobile* dalam menentukan kelayakan *excavator* pada PT. Duta Alam Sumatera dengan menggunakan metode *certainty factor* diharapkan dapat mempermudah operator dalam melakukan pengecekan kelayakan unit *excavator* berdasarkan indikator-indikator yang telah ditetapkan. Dengan begitu operator dapat mengetahui apakah unit yang akan dioperasikan nya layak atau tidak untuk beroperasi tanpa harus meminta mekanik untuk melakukan pengecekan unit secara langsung. Sehingga kerusakan parah pada *excavator* dapat diminimalisir dan proses produksi tidak terhambat. Selain itu dengan adanya sistem pakar ini pihak mekanik dapat *memonitoring excavator* mana saja yang mengalami kerusakan agar proses perbaikan *excavator* dapat dilakukan lebih cepat.

Kata Kunci : *Sistem Pakar, Excavator, Metode Certainty factor, dan Android.*

Abstract. PT. Duta Alam Sumatera which is one of the companies engaged in the coal mining industry. In the production process, PT. Duta Alam Sumatera uses several machines or heavy equipment, one of which is an excavator. But excavators used in the production process by PT. Duta Alam Sumatera are not the company's personal property, but in collaboration with PT. Global Energi Makmur as the owner of the excavator. Where is PT. Global Energi Makmur only acts as a tool provider and makes repairs to tools that have been declared damaged. While the operation of the excavator is still carried out by operators from PT. Duta Alam Sumatera. To maintain coal production and ensure that the company does not suffer losses, PT. Duta Alam Sumatera must periodically check each excavator unit. With the existence of a mobile-based expert system in determining the feasibility of excavators at PT. Duta Alam Sumatera by using the certainty factor method, is expected to facilitate operators in checking the feasibility of excavator units based on predetermined indicators. That way, the operator can find out whether the unit to be operated is feasible or not to operate without having to ask the mechanic to directly check the unit. So that severe damage to the excavator can be minimized and the production process is not hampered. In addition, with this expert system, the mechanic can monitor which excavators are damaged so that the repair process of the excavator can be done faster.

Keywords: *Expert Systems, Excavators, Certainty factor method, and Android.*

I. PENDAHULUAN

Excavator (ekskavator) adalah alat berat yang terdiri dari lengan (*arm*), *boom* (bahu) serta *bucket* (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel dan berada di atas roda rantai (*trackshoe*). *Excavator* merupakan alat berat paling serbaguna karena bisa menangani berbagai macam pekerjaan alatberat lain. Sesuai dengan namanya (*excavation*), alat berat ini memiliki fungsi utama untuk pekerjaan penggalian. Namun tidak terbatas itu saja, *excavator* juga bisa melakukan pekerjaan konstruksi seperti membuat kemiringan (*sloping*), memuat *dumpruck* (*loading*), pemecah batu (*breaker*), dan sebagainya.

Dalam industri pertambangan, *excavator* merupakan faktor kunci dalam kelancaran proses produksi. Bila *excavator* dapat berfungsi dengan baik secara maksimal maka proses produksi dapat mencapai performanya yang maksimal, antara lain proses pengerukan atau pengambilan batubara dapat berjalan lebih cepat, sehingga keuntungan perusahaan pun akan relatif stabil. Karena itu, pemeliharaan *excavator* ini menjadi hal yang harus dilakukan oleh semua perusahaan pertambangan.

PT. Duta Alam Sumatera yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri pertambangan batubara. Dalam proses produksinya PT. Duta Alam Sumatera menggunakan beberapa mesin atau

alat berat salah satunya yaitu *excavator*. Namun *excavator* yang digunakan dalam proses produksi oleh PT. Duta Alam Sumatera bukanlah milik pribadi perusahaan melainkan bekerjasama dengan PT. Global Energi Makmur sebagai pemilik *excavator*. Dimana PT. Global Energi Makmur hanya bertindak sebagai penyedia alat dan melakukan perbaikan terhadap alat yang sudah dinyatakan rusak. Sedangkan untuk pengoperasian *excavator* tetap dilakukan oleh operator dari PT. Duta Alam Sumatera. Untuk menjaga hasil produksi batubara dan memastikan perusahaan tidak mengalami kerugian maka PT. Duta Alam Sumatera harus melakukan pengecekan secara berkala terhadap setiap unit *excavator* yang ada. Sebelum mengoperasikan *excavator*, setiap operator melakukan pengecekan fisik berkala untuk memastikan *excavator* layak operasi atau tidak. Jika hasil pengecekan operator memperoleh hasil tidak layak maka operator harus melapor ke Departemen Teknik pada Staff WR (*WorkRequest*) atau WO (*Work Order*). Hasil tersebut kemudian akan diteruskan untuk proses pembuatan WO perbaikan *excavator* dan menuju SA (*Service Advisor*). *Service advisor* akan melakukan pencatatan untuk keluhan operator pada kartu perbaikan *excavator*.

Pengecekan fisik berkala yang dilakukan oleh operator meliputi beberapa hal, antara lain: *engine, hydraulic, swing system, final drive* dan *undercarriage, bucket, cabin, operational test, dan electrical*. Namun masih banyak operator yang hanya menguasai cara mengoperasikan *excavator* tapi kurang memahami tentang perawatan dari *excavator* itu sendiri. Sedangkan mekanik tidak akan melakukan pengecekan ke lapangan unit yang sebelumnya sudah dinyatakan *ready for use*. Dan apabila operator ingin melaporkan kerusakan unit ke pihak mekanik maka akan memakan waktu dan proses yang panjang. Hal ini menyebabkan banyak operator yang tetap mengoperasikan *excavator* yang tidak memenuhi standar operasi. Sehingga mengakibatkan *excavator* yang hampir rusak akan bertambah rusak dan proses produksi batubara menjadi terhambat karena tidak dilakukan pengecekan berkala yang sudah merupakan prosedur kerja di PT. Duta Alam Sumatera.

Dengan adanya sistem pakar berbasis *mobile* dalam menentukan kelayakan *excavator* pada PT. Duta Alam Sumatera dengan menggunakan metode *certainty factor* diharapkan dapat mempermudah operator dalam melakukan pengecekan kelayakan unit *excavator* berdasarkan indikator-indikator yang telah ditetapkan. Dengan begitu operator dapat mengetahui apakah unit yang akan dioperasikan nya layak atau tidak untuk beroperasi tanpa harus meminta mekanik untuk melakukan pengecekan unit secara langsung. Sehingga kerusakan parah pada *excavator* dapat diminimalisir dan proses produksi tidak terhambat. Selain itu dengan adanya sistem pakar ini pihak mekanik dapat *memonitoring excavator* mana saja yang mengalami kerusakan agar proses perbaikan *excavator* dapat dilakukan lebih cepat.

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dikemukakan diatas, maka penulis tertarik untuk memilih judul “**Sistem Pakar Penentuan Kelayakan Excavator pada PT. Duta Alam Sumatera Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Android.**”

II. TINJAUAN

PUSTAKA 2.1 Sistem Pakar

Sistem pakar sebagai sebuah sistem yang cara kerjanya mengadopsi keahlian dari seorang pakar dalam bidang tertentu ke dalam sistem atau program komputer yang disajikan dengan tampilan yang dapat digunakan oleh pengguna yang bukan seorang pakar sehingga dengan sistem tersebut pengguna dapat membuat sebuah keputusan atau menentukan kebijakan layaknya seorang pakar[1].

Ciri-ciri dari sistem pakar adalah sebagai berikut:

1. Memiliki dan memberikan informasi yang handal.
2. Mudah untuk dimodifikasi.
3. Terbatas pada domain keahlian tertentu.
4. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang sifatnya tidak pasti.
5. Sistem berdasarkan pada kaidah/*rule* tertentu.
6. Memiliki kemampuan untuk belajar beradaptasi.
7. Keluarannya bersifat anjuran.

Sistem pakar mempunyai komponen utama pada strukturnya, antara lain sebagai berikut.

1. Basis pengetahuan (*Knowledge Base*)

Inti dari suatu sistem pakar adalah basis pengetahuan yang merupakan representasi pengetahuan yang dimiliki oleh seorang pakar yang tersusun oleh atas fakta dan kaidah. Basis pengetahuan bisa kita dapatkan langsung dari seorang pakar maupun dari data histori yang berisi data-data pengetahuan dari seorang pakar.

2. Mesin Inferensi (*Inference Engine*)

Otak dari sebuah sistem pakar adalah mesin inferensi yang berfungsi untuk memandu proses penalaran terhadap suatu kondisi berdasarkan pada basis pengetahuan yang tersedia. Terdapat dua penalaran yang dapat dilakukan dalam melakukan inferensi, yaitu:

a. *Forward Chaining*

Merupakan cara penalaran dengan memulai dari fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran hipotesis atau mencocokkan fakta atau pernyataan dimulai dari bagian sebelah kiri dulu (*IF* dulu). *Forward Chaining* merupakan grup dari multiple inferensi yang melakukan pencarian dari suatu masalah kepada solusinya. Jika klausa premis sesuai dengan situasi (bernilai *TRUE*), maka proses akan meng-*assert* konklusi.

b. *Backward Chaining*

Merupakan cara penalaran dengan memulai dari hipotesis (ekspektasi apa yang diinginkan terjadi) terlebih dahulu, dan untuk menguji kebenaran hipotesis tersebut harus dicari fakta-fakta yang ada dalam basis pengetahuan. *Backward Chaining* juga

merupakan penalaran dengan mencocokkan fakta atau pernyataan yang dimulai dari bagian sebelah kanan (*THEN* dulu).

3. **Basis Data (*Database*)**
Merupakan kumpulan data yang terdiri dari semua fakta yang diperlukan, dimana fakta-fakta tersebut digunakan untuk memenuhi kondisi dari kaidah-kaidah dalam sistem.
4. **Antarmuka Pemakai (*User Interface*)**
Merupakan fasilitas yang dapat digunakan sebagai perantara komunikasi antara pemakai dengan komputer dalam menggunakan sistem pakar. Antarmuka ini memudahkan pengguna sistem pakar yang bukan merupakan seorang pakar dapat bekerja dan bertindak atau membuat keputusan layaknya seorang pakar.

2.1 Metode *Certainty Factor* (CF)

Metode *certainty factor* atau faktor kepastian adalah salah satu teori yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah ketidakpastian. *Certainty factor* merupakan nilai untuk mengukur keyakinan pakar. *Certainty factor* diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan sistem pakar MYICN yang merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYICIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. *Certainty factor* menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan. Nilai tertinggi dalam *certainty factor* adalah +1,0 (pasti benar atau *Definitely*), dan nilai terendah *certainty factor* adalah -1,0 (pasti salah atau *Definitely not*). Nilai positif merepresentasikan derajat keyakinan, sedangkan nilai negatif merepresentasikan derajat ketidakpercayaan. *Certainty factor* didefinisikan sebagai berikut:

$$CF[h,e] = MB[h,e] - MD[h,e]$$

Dimana:

- CF[h,e] = Faktor Kepastian
 MB[h,e] = Uraian kepercayaan / tingkat keyakinan terhadap hipotesis h, jika Diberikan / dipengaruhi *evidence* e (antara 0 dan 1)
 MD[h,e] = Ukuran ketidakpercayaan / tingkat ketidakpercayaan terhadap Hipotesis h, jika diberikan / dipengaruhi *evidence* e (antara 0 dan 1)

Adapun beberapa kombinasi *certainty factor* terhadap premis tertentu:

1. *Certainty factor* dengan satu premis.
 $CF[h,e] = CF[e] * CF[rule]$
 $= CF[user] * CF[pakar]$
2. *Certainty factor* dengan lebih dari satu premis.
 $CF[A \wedge B] = \text{Min}(CF[a], CF[b]) * CF[rule]$
 $CF[A \vee B] = \text{Max}(CF[a], CF[b]) * CF[rule]$
3. *Certainty factor* dengan kesimpulan yang serupa.
 $CF_{gabungan}[CF1, CF2] = CF1 + CF2 * (1 - CF1)$

Kelebihan dari metode ini adalah cocok digunakan pada sistem pakar yang mengukur sesuatu yang pasti atau tidak pasti seperti mendiagnosis penyakit dan

perhitungan dari metode ini hanya berlaku untuk sekali hitung, serta hanya dapat mengolah dua data sehingga keakuratannya terjaga.

2.1.1 *Excavator*

mendefinisikan *Excavator* (ekskavator) adalah alat berat yang terdiri dari lengan (*arm*), *boom* (bahu) serta *bucket* (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel dan berada di atas roda rantai (*trackshoe*). *Excavator* merupakan alat berat paling serbaguna karena bisa menangani berbagai macam pekerjaan alat berat lain. Sesuai dengan namanya (*excavation*), alat berat ini memiliki fungsi utama untuk pekerjaan penggalian. Namun tidak terbatas itu saja, *excavator* juga bisa melakukan pekerjaan konstruksi seperti membuat kemiringan (*sloping*), memuat *dumpruck* (*loading*), pemecah batu (*breaker*), dan sebagainya[2].

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Perumusan Masalah

Tahapan ini merupakan proses merumuskan dan membatasi masalah yang akan diteliti. Perumusan dan pembatasan masalah diperlukan agar dapat lebih mengarahkan peneliti dalam membuat sistem sehingga penelitian yang dikerjakan tidak keluar dari batas yang telah ditetapkan sebelumnya.

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Adapun tahap pengumpulan data dalam penelitian ini :

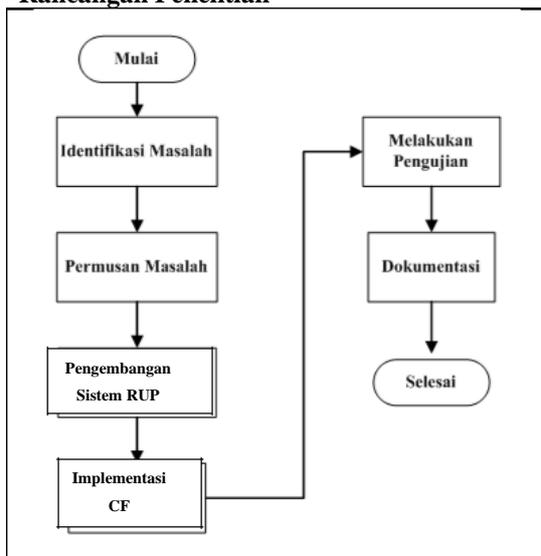
3.2.1 Data Primer

Pada data primer ini yaitu mengumpulkan data secara langsung dari objek penelitian. Adapun cara yang dipakai adalah metode observasi. Pada metode observasi ini pengumpulan data dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat semua data yang diperlukan dan berhubungan dengan penelitian yang akan dibuat, misalnya mengenai sistem yang berjalan selama ini dan data berupa data jenis dan tipe *excavator*, indikator-indikator kelayakan dari *excavator* tersebut serta bobot nilai *certainty factor* dari pakar untuk setiap indikator.

3.2.2 Data Sekunder

Data Sekunder yaitu data yang dikumpulkan dari sumber-sumber yang ada pengumpulan data sekunder dapat dilakukan dengan cara mencari dan mempelajari referensi jurnal, buku-buku, artikel, teori yang mendukung, serta referensi lainnya yang berkaitan dengan tugas akhir. Disini penulis melakukan pengambilan data secara tidak langsung, yaitu dengan cara mencari informasi melalui jurnal penelitian, buku-buku penunjang baik pribadi maupun perpustakaan yang ada di Politeknik Negeri Sriwijaya dan sumber dokumen lainnya.

3.3 Rancangan Penelitian



Gambar 1. Tahapan Rancangan Penelitian

Tahapan-tahapan rancangan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Penulis akan melakukan identifikasi masalah terlebih dahulu dengan mengenali masalah-masalah yang berhubungan dengan sistem pakar yang akan dibangun.
2. Setelah identifikasi masalah telah dilakukan maka perumusan masalah akan dibuat untuk membatasi ruang lingkup masalah yang akan dilakukan dalam penelitian. Perumusan masalah dilakukan dengan observasi pada sistem yang saat ini sedang berjalan dan didapatkan dari literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian.
3. Menganalisis sistem yang akan dibangun dengan menggunakan metode pengembangan *Rational Unified Process* (RUP) yang tahapan dalam RUP adalah *inception, elaboration, construction, dan transition*.
4. Melakukan perhitungan sistem pakar dengan metode perhitungan *Certainty Factor* (CF).
5. Setelah perhitungan akan dilakukan pengujian apakah sistem yang dibangun sudah sesuai dengan perencanaan.
6. Hasil pengujian akan di dokumentasikan agar dapat digunakan untuk pengembangan selanjutnya.
7. Selesai.

3.4 Implementasi Metode Certainty Factor

Menghitung nilai CF dengan cara mengalikan

CFpakar * CFuser, hasilnya sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Perhitungan Nilai CF

N o	CF	$CF[H]_n^*$ $CF[E]_n$	Nilai	Hasil
1	$CF[H, E]_1$	$CF[H]_1^*$ $CF[E]_1$	0.25 * 0	0
2	$CF[H, E]_2$	$CF[H]_2^*$ $CF[E]_2$	0.3 * 0	0

3	$CF[H, E]_3$	$CF[H]_3^*$ $CF[E]_3$	0.2 * 0	0
4	$CF[H, E]_4$	$CF[H]_4^*$ $CF[E]_4$	0.2 * 0	0
5	$CF[H, E]_5$	$CF[H]_5^*$ $CF[E]_5$	0.15 * 0	0
6	$CF[H, E]_6$	$CF[H]_6^*$ $CF[E]_6$	0.2 * 0	0
7	$CF[H, E]_7$	$CF[H]_7^*$ $CF[E]_7$	0.2 * 0	0
8	$CF[H, E]_8$	$CF[H]_8^*$ $CF[E]_8$	0.25 * 0	0
9	$CF[H, E]_9$	$CF[H]_9^*$ $CF[E]_9$	0.2 * 0	0
10	$CF[H, E]_{10}$	$CF[H]_{10}^*$ $CF[E]_{10}$	0.2 * 0	0
11	$CF[H, E]_{11}$	$CF[H]_{11}^*$ $CF[E]_{11}$	0.2 * 0	0
12	$CF[H, E]_{12}$	$CF[H]_{12}^*$ $CF[E]_{12}$	0.2 * 0	0
13	$CF[H, E]_{13}$	$CF[H]_{13}^*$ $CF[E]_{13}$	0.25 * 0	0
14	$CF[H, E]_{14}$	$CF[H]_{14}^*$ $CF[E]_{14}$	0.15 * 0	0
15	$CF[H, E]_{15}$	$CF[H]_{15}^*$ $CF[E]_{15}$	0.2 * 0	0
16	$CF[H, E]_{16}$	$CF[H]_{16}^*$ $CF[E]_{16}$	0.2 * 0	0
17	$CF[H, E]_{17}$	$CF[H]_{17}^*$ $CF[E]_{17}$	0.2 * 0	0
18	$CF[H, E]_{18}$	$CF[H]_{18}^*$ $CF[E]_{18}$	0.15 * 0	0
19	$CF[H, E]_{19}$	$CF[H]_{19}^*$ $CF[E]_{19}$	0.2 * 0	0
20	$CF[H, E]_{20}$	$CF[H]_{20}^*$ $CF[E]_{20}$	0.25 * 0	0
21	$CF[H, E]_{21}$	$CF[H]_{21}^*$ $CF[E]_{21}$	0.1 * 0	0
22	$CF[H, E]_{22}$	$CF[H]_{22}^*$ $CF[E]_{22}$	0.2 * 0	0
23	$CF[H, E]_{23}$	$CF[H]_{23}^*$ $CF[E]_{23}$	0.2 * 0	0
24	$CF[H, E]_{24}$	$CF[H]_{24}^*$ $CF[E]_{24}$	0.25 * 0	0
25	$CF[H, E]_{25}$	$CF[H]_{25}^*$ $CF[E]_{25}$	0.25 * 0	0
26	$CF[H, E]_{26}$	$CF[H]_{26}^*$	0.25 *	0

		$CF[E]_{26}$	0	
27	$CF[H, E]_{27}$	$CF[H]_{27}^*$ $CF[E]_{27}$	$0.2 * 0$	0
28	$CF[H, E]_{28}$	$CF[H]_{28}^*$ $CF[E]_{28}$	$0.2 * 0$	0
29	$CF[H, E]_{29}$	$CF[H]_{29}^*$ $CF[E]_{29}$	0.15^* 0	0
30	$CF[H, E]_{30}$	$CF[H]_{30}^*$ $CF[E]_{30}$	0.15^* 0	0
31	$CF[H, E]_{31}$	$CF[H]_{31}^*$ $CF[E]_{31}$	$0.2 * 0$	0
32	$CF[H, E]_{32}$	$CF[H]_{32}^*$ $CF[E]_{32}$	0.15^* 0	0
33	$CF[H, E]_{33}$	$CF[H]_{33}^*$ $CF[E]_{33}$	$0.1 * 0$	0
34	$CF[H, E]_{34}$	$CF[H]_{34}^*$ $CF[E]_{34}$	$0.2 * 0$	0
35	$CF[H, E]_{35}$	$CF[H]_{35}^*$ $CF[E]_{35}$	$0.2 * 0$	0
36	$CF[H, E]_{36}$	$CF[H]_{36}^*$ $CF[E]_{36}$	0.15^* 0	0
37	$CF[H, E]_{37}$	$CF[H]_{37}^*$ $CF[E]_{37}$	$0.2 * 0$	0
38	$CF[H, E]_{38}$	$CF[H]_{38}^*$ $CF[E]_{38}$	0.2^*	0
39	$CF[H, E]_{39}$	$CF[H]_{39}^*$ $CF[E]_{39}$	$0.2 * 0$	0
40	$CF[H, E]_{40}$	$CF[H]_{40}^*$ $CF[E]_{40}$	0.25^* 0	0
41	$CF[H, E]_{41}$	$CF[H]_{41}^*$ $CF[E]_{41}$	$0.3 * 0$	0
42	$CF[H, E]_{42}$	$CF[H]_{42}^*$ $CF[E]_{42}$	$0.2 * 0$	0
43	$CF[H, E]_{43}$	$CF[H]_{43}^*$ $CF[E]_{43}$	0.15^* 0	0
44	$CF[H, E]_{44}$	$CF[H]_{44}^*$ $CF[E]_{44}$	$0.2 * 0$	0
45	$CF[H, E]_{45}$	$CF[H]_{45}^*$ $CF[E]_{45}$	$0.2 * 0$	0
46	$CF[H, E]_{46}$	$CF[H]_{46}^*$ $CF[E]_{46}$	$0.2 * 0$	0
47	$CF[H, E]_{47}$	$CF[H]_{47}^*$ $CF[E]_{47}$	0.15^* 1	0.15
48	$CF[H, E]_{48}$	$CF[H]_{48}^*$ $CF[E]_{48}$	$0.2 * 0$	0
49	$CF[H, E]_{49}$	$CF[H]_{49}^*$ $CF[E]_{49}$	0.35^* 0	0

50	$CF[H, E]_{50}$	$CF[H]_{50}^*$ $CF[E]_{50}$	0.15^* 0	0
51	$CF[H, E]_{51}$	$CF[H]_{51}^*$ $CF[E]_{51}$	0.25^* 0	0
52	$CF[H, E]_{52}$	$CF[H]_{52}^*$ $CF[E]_{52}$	0.25^* 0	0
53	$CF[H, E]_{53}$	$CF[H]_{53}^*$ $CF[E]_{53}$	0.15^* 0	0
54	$CF[H, E]_{54}$	$CF[H]_{54}^*$ $CF[E]_{54}$	$0.3 * 0$	0

Langkah yang terakhir adalah mengkombinasikan nilai CF dari masing-masing kaidah. Berikutnya ini adalah kombinasinya:

- 1) Cfcombine $CF[H, E]_{1,2}$
 $= CF[H, E]_1 + CF[H, E]_2 * (1 - CF[H, E]_1)$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0$ old1
- 2) Cfcombine $CF[H, E]_{old1,3}$
 $= CF[H, E]_{old1} + CF[H, E]_3 * (1 - CF[H, E]_{old1})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0$ old2
- 3) Cfcombine $CF[H, E]_{old2,4}$
 $= CF[H, E]_{old2} + CF[H, E]_4 * (1 - CF[H, E]_{old2})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0$ old3
- 4) Cfcombine $CF[H, E]_{old3,5}$
 $= CF[H, E]_{old3} + CF[H, E]_5 * (1 - CF[H, E]_{old3})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0$ old4
- 5) Cfcombine $CF[H, E]_{old4,6}$
 $= CF[H, E]_{old4} + CF[H, E]_6 * (1 - CF[H, E]_{old4})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0$ old5
- 6) Cfcombine $CF[H, E]_{old5,7}$
 $= CF[H, E]_{old5} + CF[H, E]_7 * (1 - CF[H, E]_{old5})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0$ old6
- 7) Cfcombine $CF[H, E]_{old6,8}$
 $= CF[H, E]_{old6} + CF[H, E]_8 * (1 - CF[H, E]_{old6})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0$ old7
- 8) Cfcombine $CF[H, E]_{old7,9}$
 $= CF[H, E]_{old7} + CF[H, E]_9 * (1 - CF[H, E]_{old7})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0$ old8

- 9) Cfcombine $CF[H, E]_{old8,10}$
 $= CF[H, E]_{old8} + CF[H, E]_{10} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old8})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old9}$
- 10) Cfcombine $CF[H, E]_{old9,11}$
 $= CF[H, E]_{old9} + CF[H, E]_{11} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old9})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old10}$
- 11) Cfcombine $CF[H, E]_{old10,12}$
 $= CF[H, E]_{old10} + CF[H, E]_{12} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old10})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old11}$
- 12) Cfcombine $CF[H, E]_{old11,13}$
 $= CF[H, E]_{old11} + CF[H, E]_{13} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old11})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old12}$
- 13) Cfcombine $CF[H, E]_{old12,14}$
 $= CF[H, E]_{old12} + CF[H, E]_{14} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old12})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old13}$
- 14) Cfcombine $CF[H, E]_{old13,15}$
 $= CF[H, E]_{old13} + CF[H, E]_{15} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old13})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old14}$
- 15) Cfcombine $CF[H, E]_{old14,16}$
 $= CF[H, E]_{old14} + CF[H, E]_{16} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old14})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old15}$
- 16) Cfcombine $CF[H, E]_{old15,17}$
 $= CF[H, E]_{old15} + CF[H, E]_{17} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old15})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old16}$
- 17) Cfcombine $CF[H, E]_{old16,18}$
 $= CF[H, E]_{old16} + CF[H, E]_{18} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old16})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old17}$
- 18) Cfcombine $CF[H, E]_{old17,19}$
 $= CF[H, E]_{old17} + CF[H, E]_{19} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old17})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old18}$
- 19) Cfcombine $CF[H, E]_{old18,20}$
 $= CF[H, E]_{old18} + CF[H, E]_{20} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old18})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old19}$
- 20) Cfcombine $CF[H, E]_{old19,21}$
 $= CF[H, E]_{old19} + CF[H, E]_{21} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old19})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old20}$
- 21) Cfcombine $CF[H, E]_{old20,22}$
 $= CF[H, E]_{old20} + CF[H, E]_{22} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old20})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old21}$
- 22) Cfcombine $CF[H, E]_{old21,23}$
 $= CF[H, E]_{old21} + CF[H, E]_{23} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old21})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old22}$
- 23) Cfcombine $CF[H, E]_{old22,24}$
 $= CF[H, E]_{old22} + CF[H, E]_{24} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old22})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old23}$
- 24) Cfcombine $CF[H, E]_{old23,25}$
 $= CF[H, E]_{old23} + CF[H, E]_{25} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old23})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old24}$
- 25) Cfcombine $CF[H, E]_{old24,26}$
 $= CF[H, E]_{old24} + CF[H, E]_{26} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old24})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old25}$
- 26) Cfcombine $CF[H, E]_{old25,27}$
 $= CF[H, E]_{old25} + CF[H, E]_{27} *$
 $(1 - CF[H, E]_{old25})$
 $= 0 + 0 * (1 - 0)$
 $= 0 \text{ old26}$

$$\begin{aligned}
27) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old26,28} \\
&= CF[H, E]_{old26} + CF[H, E]_{28} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old26}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old27}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
28) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old27,29} \\
&= CF[H, E]_{old27} + CF[H, E]_{29} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old27}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old28}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
29) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old28,30} \\
&= CF[H, E]_{old28} + CF[H, E]_{30} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old28}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old29}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
30) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old29,31} \\
&= CF[H, E]_{old29} + CF[H, E]_{31} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old29}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old30}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
31) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old30,32} \\
&= CF[H, E]_{old30} + CF[H, E]_{32} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old30}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old31}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
32) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old31,33} \\
&= CF[H, E]_{old31} + CF[H, E]_{33} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old31}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old32}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
33) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old32,34} \\
&= CF[H, E]_{old32} + CF[H, E]_{34} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old32}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old33}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
34) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old33,35} \\
&= CF[H, E]_{old33} + CF[H, E]_{35} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old33}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old34}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
35) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old34,36} \\
&= CF[H, E]_{old34} + CF[H, E]_{36} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old34}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old35}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
36) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old35,37} \\
&= CF[H, E]_{old35} + CF[H, E]_{37} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old35}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old36}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
37) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old36,38} \\
&= CF[H, E]_{old36} + CF[H, E]_{38} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old36}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old37}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
38) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old37,39} \\
&= CF[H, E]_{old37} + CF[H, E]_{39} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old37}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old138}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
39) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old38,40} \\
&= CF[H, E]_{old38} + CF[H, E]_{40} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old38}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old39}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
40) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old39,41} \\
&= CF[H, E]_{old39} + CF[H, E]_{41} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old39}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old40}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
41) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old40,42} \\
&= CF[H, E]_{old40} + CF[H, E]_{42} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old40}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old41}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
42) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old41,43} \\
&= CF[H, E]_{old41} + CF[H, E]_{43} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old41}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old42}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
43) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old42,44} \\
&= CF[H, E]_{old42} + CF[H, E]_{44} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old42}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old43}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
44) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old43,45} \\
&= CF[H, E]_{old43} + CF[H, E]_{45} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old43}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old44}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
45) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old44,46} &= CF[H, E]_{old44} + CF[H, E]_{46} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old44}) \\
&= 0 + 0 * (1 - 0) \\
&= 0 \text{ old45}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
46) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old45,47} &= CF[H, E]_{old45} + CF[H, E]_{47} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old45}) \\
&= 0 + 0.15 * (1 - 0) \\
&= 0.15 \text{ old46}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
47) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old46,48} &= CF[H, E]_{old46} + CF[H, E]_{48} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old46}) \\
&= 0.15 + 0 * (1 - 0.15) \\
&= 0.15 \text{ old42}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
48) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old47,49} &= CF[H, E]_{old47} + CF[H, E]_{49} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old47}) \\
&= 0.15 + 0 * (1 - 0.15) \\
&= 0.15 \text{ old48}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
49) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old48,50} &= CF[H, E]_{old48} + CF[H, E]_{50} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old48}) \\
&= 0.15 + 0 * (1 - 0.15) \\
&= 0.15 \text{ old49}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
50) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old49,51} &= CF[H, E]_{old49} + CF[H, E]_{51} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old49}) \\
&= 0.15 + 0 * (1 - 0.15) \\
&= 0.15 \text{ old50}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
51) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old50,52} &= CF[H, E]_{old50} + CF[H, E]_{52} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old50}) \\
&= 0.15 + 0 * (1 - 0.15) \\
&= 0.15 \text{ old51}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
52) \text{ Cfcombine } CF[H, E]_{old51,53} &= CF[H, E]_{old51} + CF[H, E]_{53} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old51}) \\
&= 0.15 + 0 * (1 - 0.15) \\
&= 0.15 \text{ old52}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
53) \text{ Cfcombine } [CFH, E]_{old52,54} &= CF[H, E]_{old52} + CF[H, E]_{54} * \\
&\quad (1 - CF[H, E]_{old52}) \\
&= 0.15 + 0 * (1 - 0.15) \\
&= 0.15 \text{ old53}
\end{aligned}$$

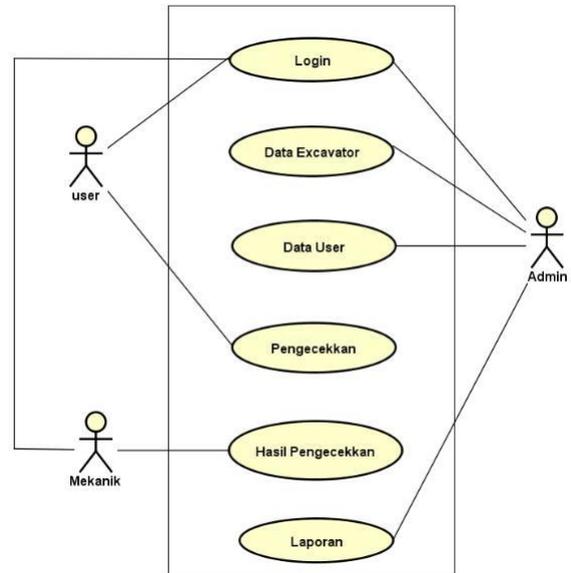
$$\begin{aligned}
54) \text{ } CF[H, E]_{old53} * 100 \% &= 0.15 * 100 \% \\
&= 15 \%
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dikatakan bahwa kelayakan *excavator* yang sedang dilakukan pengecekan memperoleh persentase 15%. Dari hasil tersebut *excavator* masuk keadaan layak.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Sistem

4.1.1 Use Case Diagram

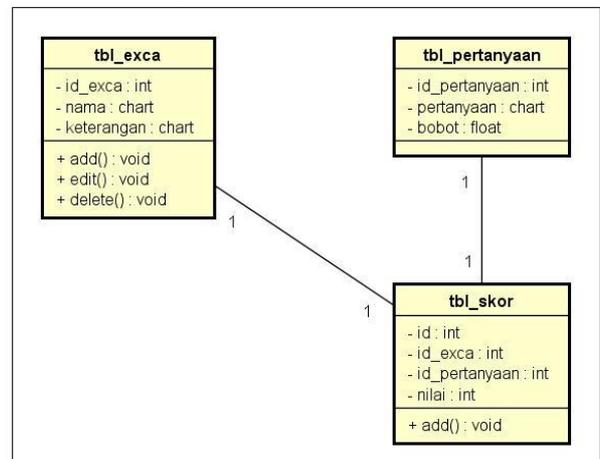


Gambar 2. Use Case Diagram

Event List:

1. Sistem ini memiliki 2 aktor, yaitu: Operator, Admin dan Mekanik .
2. Operator, Admin dan Mekanik dapat melakukan login.
3. Admin dapat mengelola master *excavator*, master *user* dan laporan.
4. Operator dapat melakukan pengecekan *excavator* melalui sistem.
5. Mekanik dapat melihat hasil pengecekan *excavator*.

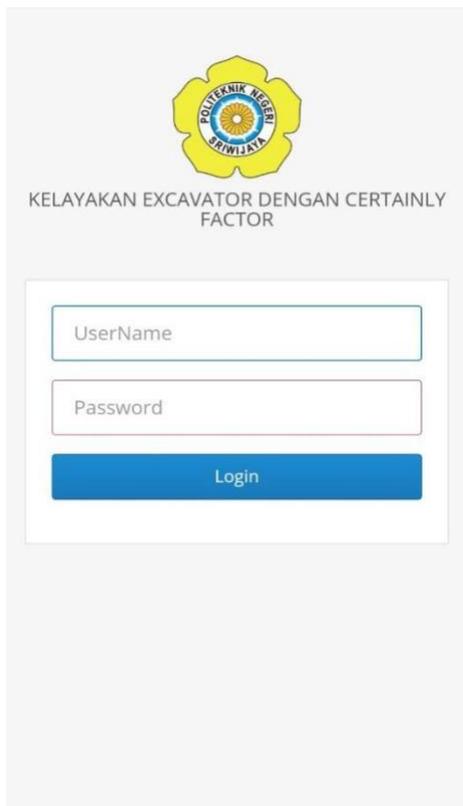
4.1.2 Class Diagram



Gambar 3. Class Diagram

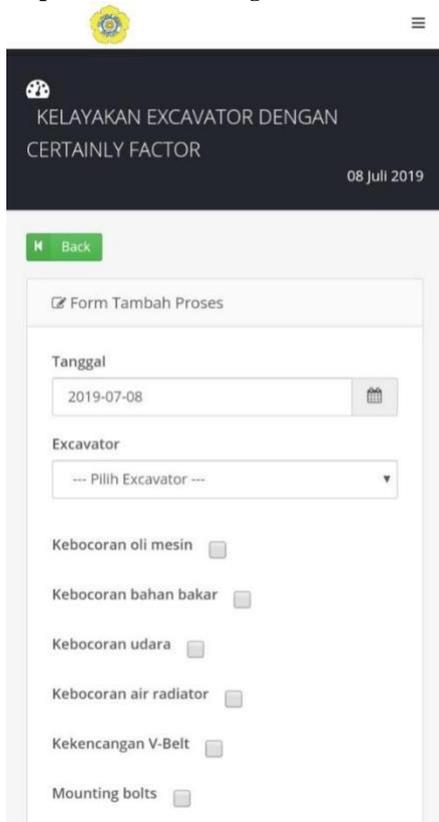
4.2. Implementasi Sistem

4.1.3 Tampilan Halaman Login



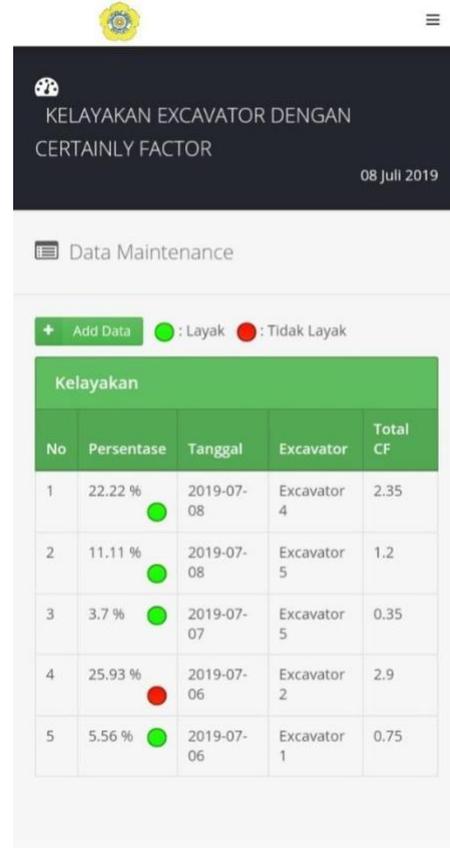
Gambar 4. Tampilan Halaman Login

4.1.4 Tampilan Halaman Pengecekan



Gambar 5. Tampilan Halaman Pengecekan

4.1.5 Tampilan Halaman Hasil Pengecekan



No	Persentase	Tanggal	Excavator	Total CF
1	22.22 %	2019-07-08	Excavator 4	2.35
2	11.11 %	2019-07-08	Excavator 5	1.2
3	3.7 %	2019-07-07	Excavator 5	0.35
4	25.93 %	2019-07-06	Excavator 2	2.9
5	5.56 %	2019-07-06	Excavator 1	0.75

Gambar 6. Tampilan Halaman Hasil Pengecekan

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa Aplikasi ini dibuat hanya sebagai pedoman bagi operator sebelum mengoperasikan *excavator* untuk mengetahui tingkat kelayakan dari *excavator* tersebut dengan menggunakan metode *Certainty Factor*.

5.2. Saran

Pengguna dapat memberikan kritik dan saran untuk aplikasi ini guna pengembangan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriani, Anik. 2017. *Pemrograman Sistem Pakar Konsep Dasar dan Aplikasinya Menggunakan Visual Baic 6*. Jakarta: MediaKom.
- [2] Prastasis, Pingkan Ane Kristy. 2016. *Kelayakan Investasi Studi Kasus Kelayakan Alat Berat Bulldozer, Excavator dan Dump Truck di Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik. 4(9): 533-539

