

# IMPLEMENTASI SISTEM PAKAR DALAM MENGANALISA PERANCANGAN BANGUNAN KOMERSIAL RUKO TAHAN GEMPA BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE *CERTAINTY FACTOR* (Studi Kasus: Kota Bengkulu)

Regita Cahyanti<sup>1</sup>, Desi Andreswari<sup>2</sup>, Mukhlis Islam<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu  
Jl. WR. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A INDONESIA  
(telp: 0736-341022; fax: 0736-341022)

<sup>1</sup>gitacahyanti30@gmail.com

<sup>2</sup>dezieandrez@yahoo.co.id

<sup>3</sup>islam.mukhlis@gmail.com

Abstrak: Bangunan komersial merupakan bangunan gedung yang dalam perancangannya perlu mempertimbangkan berbagai aspek baik dari sisi tampilan bangunan, pertimbangan efisiensi, dan keamanan. Gempa bumi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap bangunan sehingga harus diperhitungkan dengan benar dalam perencanaan struktur tahan gempa agar tidak terjadi kerusakan apabila terjadi gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk membangun suatu sistem pakar yang dapat mempermudah dalam menganalisa perancangan bangunan komersial ruko tahan gempa di Kota Bengkulu. Sistem pakar yang dibangun menggunakan metode *certainty factor* ini, bekerja dengan cara sistem menampilkan pertanyaan yang digunakan sebagai parameter dan akan dipilih oleh pengguna, dimana setiap jawaban pengguna tersebut mempengaruhi hasil konsultasi dan sistem tersebut menghasilkan output berupa model perancangan yang terpilih, informasi model perancangan dan nilai kepercayaan (*Certainty Factor*). Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *waterfall* dan pengujian fungsional sistem dengan menggunakan metode *Black Box* telah berhasil 100 % dengan skenario yang telah dibuat dan berdasarkan keakuratan sistem yang telah dilakukan menggunakan 45 data model menghasilkan akurasi sebesar 100%.

Kata Kunci: bangunan komersial, gempa, sistem pakar, *certainty factor*.

*Abstract: Commercial buildings are buildings that require multiple considerations the most, including the appearance, efficiency, and security measures. An earthquake deals a great impact to these buildings and that's why anti-earthquake structure plans should be done in minimalizing the damage when it happens. This research aims to build an expert system which could make the analysis of commercial buildings construction plan in Bengkulu City easier. This system which uses certainty factor method works by listing questions used as parameters and chosen by the users. Each*

*answer will affect the consultation result and the system will have an output of a chosen planning model, planning model information, and certainty factor. The system development method used in this research is waterfall and the system functional test used black box method which has succeeded 100% in the scripted scenario, according to the system accuracy result from 45 data which showed 100% accuracy.*

*Keywords: commercial buildings, earthquakes, expert systems, certainty factor.*

## I. PENDAHULUAN

Kota Bengkulu merupakan salah satu daerah yang rawan terjadi gempa bumi. Hal ini disebabkan karena Kota Bengkulu berada dekat dengan daerah pertemuan 2 (dua) lempeng tektonik dunia yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia.

Gempa bumi di Kota Bengkulu terjadi dari tahun 1833 hingga 2017 saat ini dengan gempa bumi terbesar terjadi pada tahun 1833 dengan kekuatan 8,2 SR, tahun 2000 dengan kekuatan 7,3 SR dan tahun 2007 dengan kekuatan 7,9 SR. Gempa tersebut telah menimbulkan banyak kerugian di antaranya kerugian material, jiwa, kerusakan sarana prasarana infrastruktur, dan menimbulkan bencana ikutan lainnya seperti likuifaksi dan longsor di berbagai daerah di Provinsi Bengkulu. Tercatat ribuan unit rumah penduduk, bangunan pemerintah dan fasilitas umum roboh, rusak berat dan dan rusak ringan akibat guncangan gempa yang terjadi.

Seiring dengan perkembangan zaman, terdapat kemajuan dalam pengembangan perencanaan struktur tahan gempa. Karena itu gedung-gedung yang dibangun pada masa kini, yang apabila dirancang sesuai dengan peraturan desain bangunan tahan gempa tentunya gedung tersebut

tidak akan mengalami kerusakan yang berarti apabila dilanda atau terjadi gempa bumi. Tetapi tidak semua bangunan yang ada di Kota Bengkulu telah didesain dalam kapasitasnya menahan gempa. Hal inilah yang menyebabkan banyaknya kerusakan bangunan pada saat gempa bumi terjadi di Kota Bengkulu.

Penelitian sebelumnya yaitu Sistem Pakar Berbasis WEB untuk Analisa Perencanaan Pembangunan Rumah Ramah Gempa dengan menggunakan metode Forward Chaining [1]. Proses Inferensi yang digunakan pada penelitiannya adalah pelacakan maju (*Forward Chaining*), dimana proses penalarannya dimulai dari sekumpulan data yang menuju pada suatu kesimpulan. Dalam penalaran ini aturan (*rule*) akan diuji melalui penalarannya dari sekumpulan data yang mendukung hipotesa tersebut menuju kesimpulan. Penalaran maju (*Forward Chaining*) dimulai dengan user dapat melihat dan menentukan gambaran umum dari struktur bangunan berupa jumlah lantai bangunan yang akan dibangun oleh user. Dalam penelitian ini, *knowledge based* berisi dimensi dan tulangan kolom, balok, *sloof*, dan balok atap serta faktor-faktor yang menentukannya. Dalam mendukung penalaran untuk perencanaan rumah ramah gempa, maka pengetahuan yang di peroleh dari pakar di representasikan dalam bentuk pohon keputusan.

Melihat permasalahan yang ada di Kota Bengkulu, maka perlu adanya perancangan bangunan komersial yang mempunyai daya tahan terhadap gempa bumi yang terjadi. Untuk menahan gaya gempa yang bekerja pada sistem bangunan maka diperlukan struktur bangunan yang direncanakan berdasarkan peraturan-peraturan untuk perencanaan tahan gempa. Tujuan dari perencanan struktur adalah untuk menghasilkan

suatu struktur bangunan yang stabil, cukup kuat, awet, dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan.

Berdasarkan hal tersebut, maka dibangunlah sebuah sistem pakar yang berjudul “Implementasi Sistem Pakar Dalam Menganalisa Perancangan Bangunan Komersial Tahan Gempa Di Kota Bengkulu Berbasis Web menggunakan Metode *Certainty Factor*” yang mampu membantu menganalisa perancangan bangunan komersial ruko dengan konsep tahan gempa.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah suatu peristiwa pelepasan energi gelombang seismic yang terjadi secara tiba-tiba. Pelepasan energi ini diakibatkan karena menimbulkan kerusakan pada benda-benda atau bangunan di permukaan bumi. Besarnya kerusakan sangat tergantung dengan besar dan lamanya getaran yang sampai ke permukaan bumi. Rusaknya bangunan akibat gempa tergantung dengan kekuatan struktur bangunan itu sendiri [2].

### B. Konsep Perencanaan Bangunan Tahan Gempa

Pada dasarnya dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa, bangunan didesain untuk hancur sesuai dengan level kerusakan yang telah ditentukan. Sistem struktur dalam perancangan gedung juga menjadi pertimbangan, sistem struktur hendaknya memiliki kriteria yang lazim untuk digunakan dan seperti yang telah kita ketahui struktur harus mampu menahan beban-beban yang bekerja baik beban vertikal dan gravitasi maupun beban lateral [3].

### C. Bangunan Komersial

Bangunan komersial merupakan bangunan gedung yang difungsikan untuk mewedahi aktivitas

komersial yang bertujuan mendatangkan keuntungan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Untuk menunjang keberhasilan fungsinya, perancangan bangunan komersial perlu mempertimbangkan berbagai aspek baik dari sisi tampilan bangunan, pertimbangan efisiensi, keamanan, maupun peluang pengembangan [4].

### D. Sistem Pakar

Sistem Pakar adalah sebuah program komputer yang mencobameniru atau mensimulasikan pengetahuan (*knowledge*) dan keterampilan (*skill*) dari seorang pakar pada area tertentu [5]. Seseorang yang bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sedangkan seorang pakar menggunakan sistem pakar untuk *knowledge assistant* [6].

### E. Certainty Factor

Model *Certainty Factor* (CF) adalah metode untuk mengatur ketidapkastian (*uncertainty*) pada sistem yang berdasarkan peraturan (*rule-based sistem*). Model *Certainty Factor* diciptakan untuk mencegah asumsi yang tidak masuk akal pada model *Idiot-Bayes* [7]. Faktor Kepastian (*Certainty Factor*) menyatakan kepercayaan dalam sebuah kejadian (fakta atau hipotesis) berdasarkan bukti atau penilaian pakar [8]. *Certainty Factor* memperkenalkan konsep keyakinan (MB) dan ketidakyakinan (MD) yang kemudian diformulakan dalam rumusan dasar. Notasi atau rumusan dasar faktor kepastiannya, adalah [9]:

$$CF[h, e] = MB[h, e] - MD[h, e] \quad (1)$$

Keterangan :

$CF[h, e]$  : factor kepastian

$MB[h, e]$  : ukuran kepercayaan terhadap hipotesis  $h$ , jika diberikan *evidence*  $e$  (antara 0 atau 1 )

$MD[h,e]$  :ukuran ketidakpercayaan terhadap hipotesis  $h$ , jika diberikan evidence  $e$  (antara 0 atau 1 )

Berikut ini adalah deskripsi beberapa kombinasi *Certainty Factor* terhadap berbagai kondisi [10]:

1. *Certainty Factor* untuk kaidah dengan premis tunggal (*single premis rules*):

$$CF[H,E] = CF(E) * CF(rule) = CF(user) * CF(rule) \quad (2)$$

2. *Certainty Factor* untuk kaidah dengan premis majemuk (*multiple premis rules*):

$$CF(A \text{ AND } B) = \text{Min}(CF(a), CF(b)) * CF(rule) \quad (3)$$

$$CF(A \text{ OR } B) = \text{Max}(CF(a), CF(b)) * CF(rule) \quad (4)$$

3. *Certainty Factor* untuk kaidah dengan kesimpulan yang serupa (*similarly concluded rules*):

$$CF_{combine}(CF1, CF2) = CF1 + CF2 * (1 - CF2) \quad (5)$$

### III. METODOLOGI

#### A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan, yang diarahkan untuk mendapatkan informasi guna mendapat pemecahan masalah penelitian yang bersifat fungsional dan dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan praktis yang timbul ataupun menghasilkan suatu produk yang memiliki fungsi praktis lainnya [11].

Penelitian ini akan membangun suatu sistem yang akan digunakan untuk mengetahui nilai perancangan bangunan komersial tahan gempa di Kota Bengkulu berbasis Web dengan menggunakan metode *Certainty Factor*.

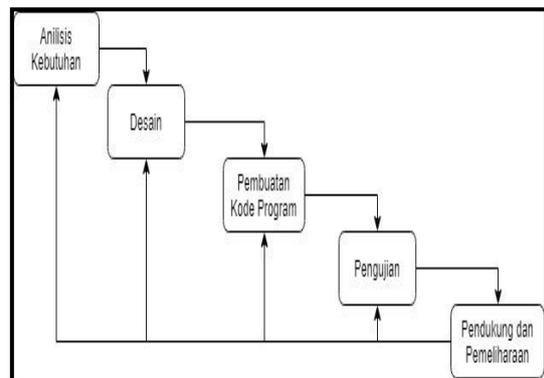
#### B. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, jenis sumber data yang digunakan yaitu data sekunder. Data Sekunder adalah data yang tumpul secara tidak langsung dari sumbernya, atau data yang diperoleh dalam bentuk

terlulis yang didokumentasi dari objek penelitian, bisa diperoleh dari observasi dan dokumentasi [12]. Pada penelitian ini, sumber data sekundernya ialah buku referensi, jurnal ilmiah, dan wawancara langsung kepada pakar yaitu Bapak Mukhlis Islam S.T., M.T selaku Dosen Teknik Sipil di Universitas Bengkulu.

#### C. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini ialah menggunakan model air terjun (*waterfall*). Model air terjun menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengkodean, pengujian dan tahap pendukung (*support*) [13]. Gambar 1 berikut ini merupakan model air terjun (*waterfall*) yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Model Pengembangan Sistem *Waterfall*

#### D. Metode Pengujian Sistem

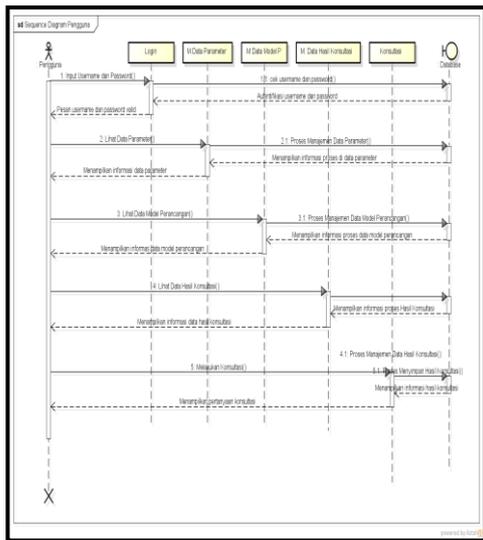
Proses pengujian yang dilakukan pada sistem yang dibuat menggunakan *black box testing* yang meliputi pengujian *alpha* dengan mengamati hasil eksekusi antarmuka melalui data uji dan memeriksa fungsional dari sistem yang telah dibuat.

#### E. Metode Uji Kelayakan Sistem

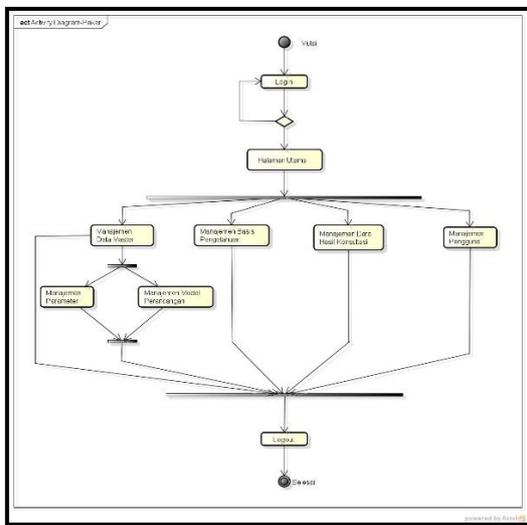
Metode uji kelayakan pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengukur akurasi atau



atribut-atribut dan hubungan antar kelas dari struktur sistem tersebut. *Class Diagram* pada sistem pakar ini terdapat lima *class* yang masing-masingnya mempunyai relasi yang menghubungkan antara *class* datu dengan *class* lainnya, seperti yang ada pada Gambar 7.



Gambar 4. *Sequence Diagram Pengguna*



Gambar 5. *Activity Diagram Pakar*

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Antarmuka

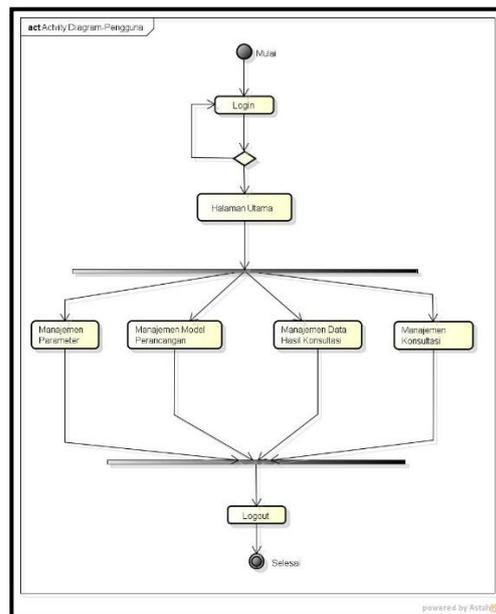
1. Halaman Utama

Gambar 8 merupakan Halaman utama pada sebuah sistem adalah halaman yang muncul pertama kali

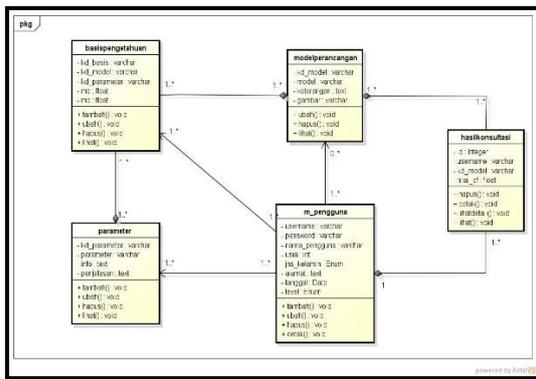
saat sistem ini dijalankan. Pada halaman utama sistem terdapat 5 buah menu, yaitu Beranda, Petunjuk, Informasi, Registrasi dan tombol Masuk.

2. Halaman Konsultasi

Halaman konsultasi ini merupakan halaman yang digunakan untuk pengguna melakukan konsultasi perancangan bangunan komersial ruko tahan gempa. Pada halaman ini, terdapat 18 pertanyaan yang diajukan oleh Sistem. Dimana pertanyaan tersebut berdasarkan dengan jumlah parameter yang tersimpan pada *database* parameter yang berjumlah 18. Pertanyaan tersebut akan berkaitan sesuai dengan jawaban yang dipilih oleh *user*. *User* hanya melakukan konsultasi dengan memilih jawaban “Ya” atau “Tidak” untuk setiap pertanyaan yang muncul pada sistem. Untuk setiap pertanyaan yang diajukan oleh sistem akan ditampilkan penjelasan yang berkaitan dengan pertanyaan. Pertanyaan-pertanyaan ini didapatkan dari seorang pakar yaitu Bapak Mukhlis Islam. Berikut adalah tampilan dari halaman konsultasi yang dapat dilihat pada Gambar 9.



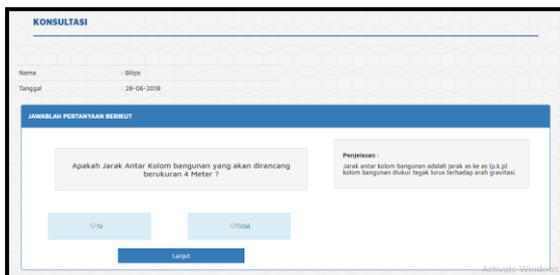
Gambar 6. *Activity Diagram Pengguna*



Gambar 7. Class Diagram



Gambar 8. Halaman Utama



Gambar 9. Halaman Konsultasi

Gambar 9 menunjukkan proses halaman konsultasi. Setiap jawaban yang dipilih oleh pengguna akan dicek dan dicocokkan dengan data basis pengetahuan yang tersimpan pada sistem. Setelah seluruh pertanyaan telah dijawab oleh pengguna dan sistem sudah mencocokkan dengan data basis pengetahuan, maka sistem akan melakukan perhitungan dengan *Metode Certainty Factor* dengan nilai MB (kepercayaan) dan MD (Ketidakpercayaan) yang sudah tersimpan dalam *database* basis pengetahuan tersebut.

Setelah itu sistem baru akan menampilkan hasil dari konsultasi yang sudah dilakukan oleh pengguna tersebut.

### 3. Halaman Hasil Konsultasi

Halaman hasil konsultasi ini merupakan halaman yang menampilkan hasil konsultasi yang telah dilakukan oleh pengguna. Data hasil konsultasi yang ditampilkan berupa data diri pengguna, data parameter yang pengguna pilih, output dari konsultasi dan ilustrasi model perancangan. Berikut adalah tampilan dari halaman daftar hasil konsultasi yang dapat dilihat pada Gambar 10.

Halaman Hasil Konsultasi ini menampilkan data diri dari pengguna yang melakukan konsultasi dan Model perancangan dengan Informasi ukuran bangunan berupa nilai Balok, Kolom, Sengkang Balok dan Sengkang Kolom. Kemudian terdapat Nilai *Certainty Factor* yang telah dihitung nilainya menggunakan Nilai MB (kepercayaan) dan MD (ketidakpercayaan) yang sudah diberikan nilainya oleh Pakar Bapak Mukhlis Islam (Teknik Sipil).

Pada halaman hasil konsultasi ini, juga terdapat 2 tombol yaitu tombol lakukan konsultasi kembali dan tombol untuk cetak hasil konsultasi. Jika pengguna memilih konsultasi kembali maka sistem akan mengarahkan ke halaman konsultasi lagi, jika pengguna memilih tombol cetak maka sistem akan mengarahkan ke halaman cetak seperti pada Gambar 11.

**DATA KONSULTASI :**

Name Konsultasi	Tanggal	Usia	Jenis Kelamin	Alamat
Bilqis	28-06-2018	2	Laki-Laki	0502050

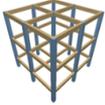
**DATA PARAMETER TERPILIH :**

- Jenis Tanah : merupakan daerah berjenis Tanah Lunak
- Jumlah Lantai : berjumlah 2 Lantai
- Tinggi Lantai : berukuran 3.5 Meter
- Jarak Antar Kolom : berukuran 4 Meter
- Jumlah Bey X,Y : berukuran 2 X 2 Meter
- Dimensi Balok : berukuran 25 x 45 Cm
- Dimensi Kolom : berukuran 40 X 40 Cm
- Mutu Beton : berukuran 25 mpa
- Baja Tulangan Utama : berukuran 380 mpa
- Baja Tulangan Sengkang : berukuran 240 mpa
- Zona Wilayah Gempa : terletak di Zona Wilayah Kota Bengkulu
- Struktur Bangunan : merupakan Bangunan Open Frame

Dari parameter yang anda pilih sebelumnya dapat disimpulkan bawah model perancangan Bangunan Komersial Ruko Tahan Gempa yang sesuai adalah :

No	Model Perancangan	Informasi	Nilai CF
1	Model A	Model ini mempunyai perancangan bangunan dengan nilai : <b>KOLOM</b> 1. Pedestal : <ul style="list-style-type: none"> <li>Kolom Tengah : 684 mm2</li> <li>Kolom Tepi : 684 mm2</li> <li>Kolom Sudut : 684 mm2</li> </ul> 2. Lantai 1 : <ul style="list-style-type: none"> <li>Kolom Tengah : 684 mm2</li> <li>Kolom Tepi : 684 mm2</li> <li>Kolom Sudut : 684 mm2</li> </ul> 3. Lantai 2 : <ul style="list-style-type: none"> <li>Kolom Tengah : 684 mm2</li> <li>Kolom Tepi : 1026 mm2</li> <li>Kolom Sudut : 1026 mm2</li> </ul> <b>BALOK</b> 1. Balok Tengah: <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumpuan : 507.4147 mm2</li> <li>Lapangan : 343 mm2</li> </ul> 2. Balok Tepi: <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumpuan : 609.4178 mm2</li> <li>Lapangan : 343 mm2</li> </ul> <b>TULANGAN SENGKANG KOLOM</b> 1. Pedestal : <ul style="list-style-type: none"> <li>Kolom Tengah : Ø10 - 170</li> <li>Kolom Tepi : Ø10 - 170</li> <li>Kolom Sudut : Ø10 - 170</li> </ul> 2. Lantai 1 : <ul style="list-style-type: none"> <li>Kolom Tengah : Ø10 - 170</li> <li>Kolom Tepi : Ø10 - 170</li> <li>Kolom Sudut : Ø10 - 170</li> </ul> 3. Lantai 2 : <ul style="list-style-type: none"> <li>Kolom Tengah : Ø10 - 170</li> <li>Kolom Tepi : Ø10 - 170</li> <li>Kolom Sudut : Ø10 - 170</li> </ul> <b>TULANGAN SENGKANG BALOK</b> 1. Tengah : <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumpuan : Ø10 - 190</li> <li>Lapangan Ø10 - 190</li> </ul> 2. Tepi : <ul style="list-style-type: none"> <li>Tumpuan : Ø10 - 190</li> <li>Lapangan : Ø10 - 190</li> </ul>	99,935%

**ILUSTRASI MODEL PERANCANGAN**



Lakukan Konsultasi Kembali  Cetak

Gambar 10. Halaman Hasil Konsultasi

0202018 Halaman Hasil Konsultasi | Pengguna

**SISTEM PAKAR PERANCANGAN BANGUNAN KOMERSIAL RUKO TAHAN GEMPA DI KOTA BENGKULU MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR**

**HASIL KONSULTASI**

**DATA KONSULTASI**

Nama Konsultasi : Bilqis  
 Usia : 2  
 Jenis Kelamin : Laki-Laki  
 Alamat : asasasa

**PARAMETER YANG DIPILIH**

- Jenis Tanah : merupakan daerah berjenis Tanah Lunak
- Jumlah Lantai : berjumlah 2 Lantai
- Tinggi Lantai : berukuran 3.5 Meter
- Jarak Antar Kolom : berukuran 4 Meter
- Jumlah Bey X,Y : berukuran 2 X 2 Meter
- Dimensi Balok : berukuran 25 x 45 Cm
- Dimensi Kolom : berukuran 40 X 40 Cm
- Mutu Beton : berukuran 25 mpa
- Baja Tulangan Utama : berukuran 380 mpa
- Baja Tulangan Sengkang : berukuran 240 mpa
- Zona Wilayah Gempa : terletak di Zona Wilayah Kota Bengkulu
- Struktur Bangunan : merupakan Bangunan Open Frame

Gambar 11. Halaman Cetak Hasil Konsultasi

## VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

- Sistem pakar perancangan bangunan komersial ruko tahan gempa di Kota Bengkulu dengan mengimplementasikan metode *Certainty Factor* sesuai dengan teori yang ada memperoleh keakuratan sistem sebesar 100% berdasarkan 45 data model yang diuji yang menunjukkan bahwa sistem pakar ini berfungsi dengan baik sesuai dengan konsultasi pakar.
- Pengujian fungsional sistem dengan menggunakan metode *black box*, telah 100% berhasil, hal ini ditunjukkan dengan berjalannya semua *scenario* yang sudah dibuat.

$$\text{Keberhasilan fungsional} = \frac{41}{41} \times 100\% = 100\%$$

## VII. SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan sebelumnya, maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Sistem pakar perancangan bangunan komersial ruko tahan gempa di Kota Bengkulu menggunakan metode *Certainty Factor* ini bisa dikembangkan lagi menjadi sistem yang berbasis *Android* atau *Smartphone*.
2. Lebih di lengkapi dengan ilustrasi perancangan model bangunan yang lebih informatif seperti ilustrasi bergerak 3D.
3. Sistem dapat dikembangkan lagi menjadi Sistem Pakar Perancangan Bangunan untuk semua bangunan Komersial tidak hanya spesifik bangunan ruko.

## REFERENSI

- [1] O. E. Putra, "Sistem Pakar Berbasis Web Untuk Analisa Perencanaan Pembangunan Rumah Ramah Gempa," *Jurnal Teknologi Fakultas Teknologi Industri, Volume 3, No.2*, pp. 59-68.
- [2] E. R. Hartuti, *Buku Pintar Gempa*, Yogyakarta: Diva Press, 2009.
- [3] D. R. Teruna, *Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan Base Isolator (LRB)*, Prosiding Seminar dan Pameran Haki 2007, 2007.
- [4] E. Marlina, *Panduan Perancangan Bangunan Komersial*, Andi, 2008.
- [5] Subakti, *Sistem Berbasis Pengetahuan*, Surabaya: ITS Jurusan Teknik Informatika, 2006.
- [6] Sutojo, *Kecerdasan Buatan*, Yogyakarta: Andi, 2010.
- [7] D. Heckerman, *The Certainty-Factor Model*, New York: Wiley, 1992.
- [8] E. Turban, *Decision Support System and Expert System*, Prentice Hall, 1995.
- [9] R. Rosnelly, *Sistem Pakar Konsep dan Teori*, Yogyakarta: Andi, 2012.
- [10] Daniel and Virginia, "Implementasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Dengan Gejala Demam Menggunakan Metode Certainty Factor," *Jurnal Informatika*, pp. 26-36, 2010.
- [11] Sugiyono, *Metode Penelitian Administrasi*, Bandung: Alfabeta, 2001.
- [12] M. Subagyo, *Metode Penelitian Dalam Teori dan Praktek*, Jakarta: Bumi Aksara, 2004.
- [13] R. A. S and M. Shalahuddin, *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*, Bandung: Informatika Bandung, 2014.
- [14] Y. Hervianti, *Pengembangan Edugame Mitigasi Bencana Alam Gempa Bumi Berbasis Android*, Bengkulu: Universitas Bengkulu, 2016.