

IMPLEMENTASI METODE *BAYESIAN NETWORK* UNTUK *DECISION SUPPORT SYSTEM* PADA *MINI DETECTOR EARTHQUAKE*

Yosep Aditya Wicaksono¹⁾, Heru Agus Santoso²⁾

^{1), 2)} Teknik Informatika –Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Imam Bonjol 207 Semarang 50131
Email : 111201206547@mhs.dinus.ac.id¹⁾, heru.agus.santoso@dsn.dinus.ac.id²⁾

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang terletak antara tiga buah lempeng patahan gempa bumi. Oleh karena itu sering terjadi gempa bumi. Diperlukan metode untuk melakukan peringatan dini sehingga dapat meminimalkan jumlah korban gempa bumi. Paper ini menjelaskan implementasi metode bayesian network yang diterapkan pada mini detektor gempa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bayesian network menghasilkan peringatan akurat dan informatif yang dapat digunakan sebagai peringatan dini terjadinya gempa.

Kata kunci: bayesian network, peringatan dini gempa, mini detektor gempa bumi.

1. Pendahuluan

Gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya bumi akibat adanya pelepasan energi bumi secara tiba-tiba. Gempa bumi itu sendiri terjadi bergantung pada frekuensi suatu wilayah, dan mengacu pada jenis dan ukuran yang dialami selama periode waktu.

Adapun untuk karakteristik dari gempa bumi itu sendiri adalah berlangsung dalam waktu yang sangat singkat, lokasi kejadian tertentu, akibatnya dapat menimbulkan bencana, berpotensi akan terulang lagi, belum dapat diprediksi, tidak dapat dicegah, tetapi akibat yang di timbulkan dapat dikurangi. Dan faktor-faktor yang dapat mengakibatkan kerusakan akibat gempa bumi meliputi: kekuatan gempa, kedalaman gempa bumi, jarak hiposentrum (sumber, tempat peristiwa yang menyebabkan gempa) gempa bumi, lama getaran gempa bumi, kondisi tanah setempat, dan kondisi bangunan. Selain itu, kekuatan gempa bumi sangat mempengaruhi daya rusak yang ditimbulkan, dan itu saling dependen satu sama lain.

Maka dari itu, penulis menerapkan metode *Bayesian Network*, karena konsep dari metode ini adalah dapat mencari kemungkinan suatu kejadian dengan variable yang saling dependen, yang penulis terapkan pada *Mini*

Detector Earthquake, dimana alat ini ditujukan untuk membantu mengurangi akibat yang di timbulkan oleh gempa bumi. Adapaun yang dimaksud dengan kemungkinan suatu kejadian merupakan hasil dari pengolahan data dari *Mini Detector Earthquake* dengan skala MMI (*Modified Mercally Intensity*) sebagai data input, yang nantinya data yang kurang informatif akan diolah menggunakan metode *Bayesian Network* agar menjadi data yang lebih informatif dan akan diimplementasikan dalam sebuah aplikasi desktop yang didukung dengan *DSS (Decision Support System)* untuk pengambilan keputusan tentang seberapa kuat gempa itu terjadi dan langkah apa yang harus masyarakat lakukan, penulis memberi nama aplikasi tersebut dengan nama *EWS (Earthquake Warning System)*.

2. Pembahasan

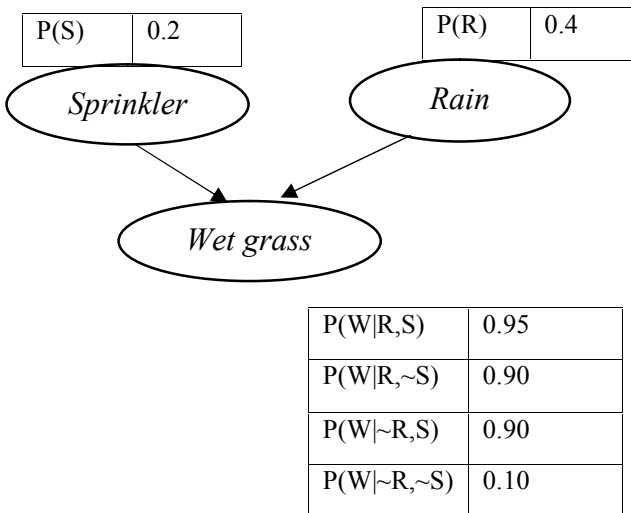
2.1. *Bayesian Network*

Bayesian Network / Belief Network / Probabilistik Network merupakan sebuah model grafik untuk merepresentasikan sebuah interaksi antar variable. Adapun *Bayesian Network* itu sendiri digambarkan seperti graf yang terdiri dari simpul (node) dan busur (arc). Simpul akan menunjukkan variable, misalnya X beserta nilai probabilitasnya $p(x)$ dan busur akan menunjukkan hubungan antar simpul. Jika ada hubungan dari simpul X ke simpul Y, ini akan mengindikasikan bahwa variable X ada pengaruhnya terhadap variable Y, dan pengaruh itu dinyatakan dengan peluang bersyarat $P(Y|X)$. Perbedaan dari *Naïve Bayes* dengan *Bayesian Network* adalah pada *Naïve Bayes* mengabaikan korelasi antar variable, sedangkan pada *Bayesian Network* merupakan *variable* input yang bisa saling dependen (berhubungan). Untuk pembuatan model didalam *Bayesian Network* ini melibatkan langkah-langkah seperti berikut :

1. Membuat struktur *network*
Struktur *network* pada *Bayesian Network* merupakan *directed acyclic graph (DAG)*.
2. Mengestimasi nilai peluang dalam tabel yang akan dibubungkan dengan tiap node.

3. Topologi *Network* dapat diperoleh dengan mengkode *knowledge* subyektif dari *expert* domain.

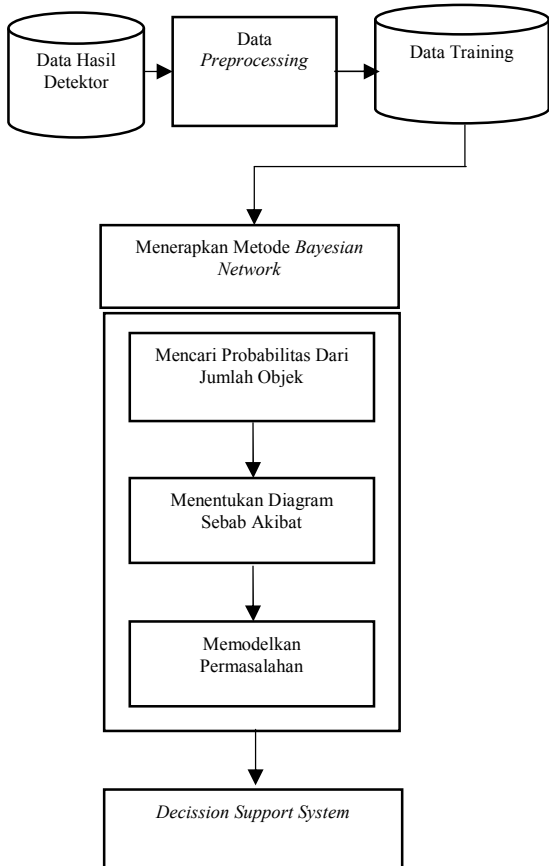
Seperti contoh kasus pada gambar dibawah ini, terdapat 3 variabel yang saling dependen, variabel yang akan dipengaruhi adalah *Wet grass*, sedangkan variabel yang akan mempengaruhi adalah *Sprinkler* dan *Rain*.



Gambar 1 Contoh model Bayesian Network

2.2. Perancangan dan Hasil Pengujian

Berikut merupakan diagram metode yang penulis pakai dalam penelitian ini :



Gambar 2 Langkah-langkah penelitian

Diagram diatas juga merupakan langkah – langkah yang penulis lakukan saat melakukan penelitian ini, berikut penjelasan prosesnya :

2.2.1 Data hasil *detector*

Data hasil *detector* merupakan data yang masih menah dan kurang informatif, berikut hasil data *detector* gempa tersebut :

```
Send SMS to +6285741332103
PING : 5.84 cm
Send SMS to +6285741332103
PING : 5.84 cm
Send SMS to +6285741332103
PING : 5.88 cm
Send SMS to +6285741332103
PING : 5.84 cm
Send SMS to +6285741332103
PING : 5.84 cm
Send SMS to +6285741332103
PING : 5.88 cm
Send SMS to +6285741332103
PING : 5.84 cm
Send SMS to +6285741332103
```

Gambar 3 Data Hasil Detektor

Data tersebut diperoleh dari alat yang sebelumnya dikembangkan oleh penulis pada penelitian sebelumnya yaitu *Mini Detector Earthquake*, berikut alatnya pada Gambar 4.



Gambar 4 Mini Detector Earthquake

Mengapa data tersebut tertera PING, karena sensor yang penulis pakai pada alat ini adalah sensor ultrasonic, dengan hasil output cm/ms.

2.2.2 Data preprocessing

Setelah data dari detector gempa diperoleh, kemudian melakukan data preprocessing dengan mengidentifikasi atribut-atribut yang berperan dalam alat tersebut, yaitu untuk kekuatan gempa, atribut berupa : sensor output (cm/ms), kriteria gempa, alarm berbunyi. Sedangkan untuk daya rusak, atribut-atributnya berupa : Skala MMI, kriteria gempa, dan kerusakan materil. Dua variabel tersebut saling dependen, dan datanya nantinya akan menjadi data training.

2.2.3 Data training

Dari pengolahan data preprocessing sebelumnya didapatkan data training, untuk masing-masing variabel penulis mengambil 10 data training, yang akan digunakan dalam perhitungan bayesian network, berikut data training untuk variabel kekuatan gempa pada Tabel 1 :

Tabel 1 Data Kekuatan Gempa

Aturan ke-	Sensor input (C1)	Kriteria Gempa (C3)	Alarm Berbunyi (C4)
1	5,8	Sedang	Tidak
2	6,1	Sedang	Tidak
3	3,7	Kecil	Ya
4	2,5	Kecil	Tidak
5	6,7	Sedang	Ya
6	1,2	Kecil	Tidak
7	5,1	Sedang	Ya
8	4,1	Ringan	Ya
9	7,0	Besar	Ya
10	4,5	Ringan	Tidak

Sedangkan untuk data training variable daya rusak adalah sebagai berikut pada Tabel 2 :

Tabel 2 Data Daya Rusak

Aturan ke -	Skala MMI (B1)	Kriteria Gempa (B3)	Kerusakan Materil (B3)
1	5	Sedang	Tidak
2	6	Sedang	Ya
3	3	Kecil	Ya
4	2	Kecil	Tidak
5	6	Sedang	Tidak
6	1	Kecil	Tidak
7	5	Sedang	Ya
8	4	Ringan	Ya
9	7	Besar	Ya
10	4	Ringan	Tidak

2.2.4 Menerapkan metode bayesian network

Setelah didapatkan data training, selanjutnya memodelkan data tersebut menggunakan metode Bayesian Network dengan proses seperti berikut : mencari probabilitas dari jumlah objek, lalu menentukan diagram sebab akibat, lalu memodelkan permasalahan.

Mencari probabilitas dari jumlah objek, probabilitas yang akan dicari untuk pengaruh terhadap daya rusak adalah jika sensor input : 3,5 cm/ms; skala MMI : 3.

Untuk probabilitas kekuatan gempa masing-masing atribut, yaitu : mean 'ya': 5,32; mean 'tidak': 4,02; standart deviasi 'ya': 1,490637; standart deviasi 'tidak': 2,120613, jadi : probabilitas 'ya' dan probabilitas 'tidak' adalah seperti berikut dengan menggunakan data continue :

$$f(C1 = 3,5|ya) = \frac{1}{\sqrt{2\pi(1,490637)^2}} e^{-\frac{(3,5-5,32)^2}{2(1,490637)^2}}$$

$$= 0,15510457$$

$$f(C1 = 3,5|tidak) = \frac{1}{\sqrt{2\pi(2,120613)^2}} e^{-\frac{(3,5-4,02)^2}{2(2,120613)^2}}$$

$$= 0,26590822$$

diperoleh probabilitas dari kekuatan gempa ini adalah :

$$\text{Probabilitas Ya} = \frac{0,15510457}{0,15510457+0,26590822} = 0,36840821$$

$$\text{Probabilitas Tidak} = \frac{0,26590822}{0,15510457+0,26590822} = 0,63159179$$

Setelah, probabilitas kekuatan gempa sudah didapat maka harus menghitung probabilitas daya rusak, sebagai berikut : mean 'ya': 5; mean 'tidak': 3,6; standart deviasi 'ya': 1,5811139; standart deviasi 'tidak': 2,073644, jadi probabilitas untuk data continue tersebut adalah sebagai berikut :

$$f(C1 = 3|ya) = \frac{1}{\sqrt{2\pi(1,581139)}} e^{-\frac{(3-5)^2}{2(1,581139)^2}}$$

$$= 0,14259358$$

$$f(C1 = 3|tidak) = \frac{1}{\sqrt{2\pi(2,073644)}} e^{-\frac{(3-3,6)^2}{2(2,073644)^2}}$$

$$= 0,26575002$$

diperoleh probabilitas dari daya rusak ini adalah :

$$\text{Probabilitas Ya} = \frac{0,14259358}{0,14259358 + 0,26575002} = 0,34919999$$

$$\text{Probabilitas Tidak} = \frac{0,26575002}{0,14259358 + 0,26575002} = 0,65080001$$

Sehingga, probabilitas untuk bayesian network nya adalah sebagai berikut :

$$P(D|K) = \frac{P(K|D) \cdot P(D)}{P(K)} = \frac{0,3588041 \cdot 0,34919999}{0,36840821}$$

$$= \frac{0,12529439}{0,36840821} = 0,34009663$$

Jadi, berdasarkan perhitungan di atas, kemungkinan terjadi kerusakan saat terjadi gempa bumi , dengan output sensor 3,5 cm/ms ; skala MMI = 3 adalah 0,34009663

Setelah melakukan perhitungan menggunakan bayesian network, untuk memberikan informasi kepada user adalah penulis menggunakan Decision Support System(DSS) sederhana untuk memberikan sistem pendukung keputusan mengenai kekuatan gempa bumi yang terjadi. Dari data hasil perhitungan Bayesian Network tersebut diperoleh kemungkinan terjadinya gempa gempa sebagai berikut :

Tabel 3 Probabilitas DSS

Probabilitas	
Rusak	0,34009663
Tidak Rusak	0,65990337

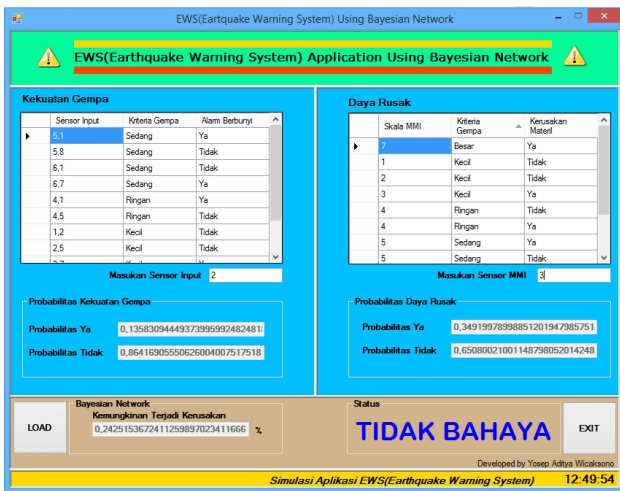
Dari DSS sederhana diatas dapat diambil suatu keputusan bahwa kemungkinan terjadi kerusakan adalah 0, 34009663 dan kemungkinan tidak terjadi kerusakan adalah 0,65990337

Untuk tingkat akurasi antara perhitungan manual menggunakan Bayesian Network dengan EWS Application dapat dilakukan dengan cara pengukuran tingkat akurasi sebagai berikut. Jika hasil mendekati 100

$$R(\%) = \frac{0,34009663}{0,35880435} \times 100\% = 94,786121\%$$

% maka hasil perhitungan tersebut memiliki akurasi yang baik.

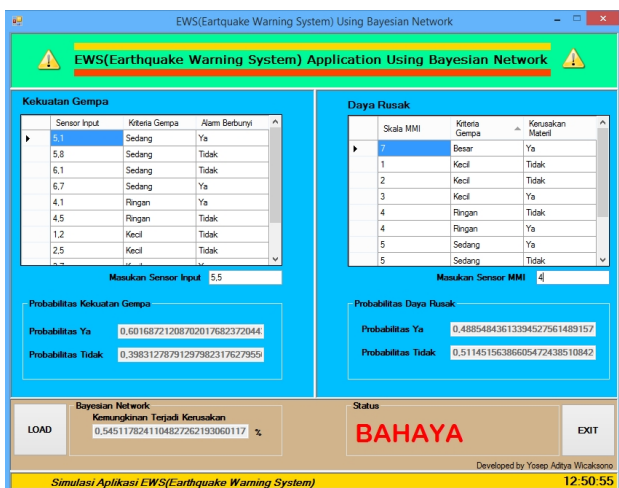
$$R(\%) = \frac{\text{Hasil Pemeriksaan (observasi)}}{\text{Hasil Perhitungan (diharapkan)}} \times 100\%$$



Gambar 5a Aplikasi EWS (tidak berbahaya)

Gambar 5a dan Gambar 5b adalah antarmuka aplikasi EWS menggunakan bayesian network. Hasil perhitungan dengan aplikasi menunjukkan status tidak berbahaya dan berbahaya.

2.2.1 Decision support system



Gambar 5b Aplikasi EWS (berbahaya)

Jadi, hasil perhitungan akurasi dengan aplikasi EWS mencapai tingkat akurasi 94,786121 %.

3. Kesimpulan

Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa :

- a. *Bayesian Network* dapat berperan dalam mengurangi akibat yang di timbulkan saat terjadinya gempa bumi, dengan memberikan informasi dari hasil pengolahan data *Mini Detector Earthquake*
- b. Mengurangi akibat yang ditimbulkan saat terjadi gempa bumi sangatlah penting karena menyangkut dengan nyawa manusia.

Penelitian selanjutnya:

- a. Adanya *tools* tambahan untuk menghubungkan *Mini Detector Earthquake* dengan *EWS Application*, agar dapat memperoleh data yang lebih *realtime* seperti yang ada di BMKG.
- b. Adanya fitur untuk *auto broadcast* di media sosial agar informasi dapat menyebar dengan cepat.

Daftar Pustaka

- [1] T. Sutojo, E. Mulyanto dan V. Suhartono, Kecerdasan Buatan, Yogyakarta: Andi Offset, 2011.
- [2] R. E. Neapolitan, Learning Bayesian Network, Amerika: Prentice Hall, 2004.
- [3] K. P. Murphy, "Dynamic Bayesian Networks: Representation, Inference and Learning," Dissertation University of California, Berkeley, 2002.
- [4] L. Zhang, T. Tamminedi, A. Ganguli, G. Yosiphon dan J. Yadegar, "Hierarchical Multiple Sensor Fusion using Structurally," dalam Utopia Compression Corporation, California, 2010.
- [5] Y. A. Wicaksono, N. R. Susanto dan S. Fahriah, "Implementasi Metode Naive Bayes Untuk Detektor Gempa Sederhana Yang Tersinkronasi Dengan Handphone," dalam Digital Information and System Conference Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 2015.
- [6] Turban, Sistem Pendukung Keputusan, Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2000.

Biodata Penulis

Yosep Aditya Wicaksono, Program Studi Teknik Informatika Strata Satu UDINUS Semarang. Saat ini menjadi Mahasiswa Aktif di UDINUS Semarang.

Heru Agus Santoso, adalah dosen pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer UDINUS. Bidang penelitian yang ditekuni adalah machine learning dan semantic web.

