

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Studi

Terdapat beberapa penelitian yang terkait dan yang relevan dengan penelitian ini, dan itu telah di buat berbagai perbandingan untuk penggunaan Metode *Bayesian Network*, metode *Naive Bayes*, dan penggabungan antara Bayesian Network dengan DSS (*Decision Support System*).

Berikut ini adalah penelitian-penelitian terkait yang berhubungan dengan penelitian *Bayesian Network* dan *Naive Bayes*.

Tabel 1. Perbandingan tinjauan studi

<i>No.</i>	<i>Research</i>	<i>Problem</i>	<i>Method and Result</i>
1.	<i>Discover Knowledge from Distribution Maps Using Bayesian Networks</i> , oleh Norazwin Buang, dkk, 2006.	Mencari daerah yang berpotensi untuk di lakukan pengembangan pada Australia.	<i>Method</i> : Menggunakan Metode <i>Bayesian Network</i> untuk mengeneralisasikan dan mendiagnosis pada peta Australia <i>Result</i> : Metode <i>Bayesian Network</i> dapat generalisasikan classifikasi rule dari training data dan memberikan prediksi yang tepat dalam mendiagnosis peta.
2.	<i>Memprediksi Curah Hujan (Data Spatio-Temporal) dengan Metode Bayesian</i>	Terjadinya perubahan iklim akibat naiknya temperature bumi	<i>Method</i> : Menggunakan Metode <i>Bayesian Network</i> dengan model <i>spatial-temporal</i> .

	<i>Network</i> , oleh Dewi Retno Sari Saputro, 2009	yang di prediksi mencapai 1 derajat Celcius sampai 3 derajat Celcius, akan berpotensi berubah pola cuaca secara ekstrem.	<i>Result</i> : Metode <i>Bayesian Network</i> dapat memperhitungkan nilai peluang tiap stasiun panakar hujan.
3.	<i>Hierarchical Multiple Sensor Fusion using Structurally Learned Bayesian Network</i> , oleh Lei Zhang, dkk, 2010.	Pemantauan kesehatan bagi para orang-orang cacat, orang obesitas, ini sangat penting untuk di pantau, karena akan menjadi masalah besar di suatu Negara kalau di telantarkan.	<i>Method</i> : Menggunakan Metode <i>Bayesian Network</i> untuk menggabungkan sensor <i>fusi</i> pada tubuh manusia. <i>Result</i> : Metode Bayesian Netwok, mampu mengungguli <i>Bayes Classifier</i> dan <i>Support Vector</i> , selain itu mampu menunjukan kelayakannya dalam pendekatan yang dikerjakan oleh sensor <i>fusi</i> .
4.	<i>Decision Support System for Warafin therapy management using Bayesian Network</i> , oleh Barbaros Yet, dkk, 2012	Resiko ang terjadi saat melakukan terapi Warfarin di dunia medis, karena dapat mengakibatkan pendarahan yang	<i>Method</i> : Menggunakan <i>Decision Support System</i> yang di kombinasi dengan <i>Bayesian Network</i> , untuk menangani dan memberikan pendukung

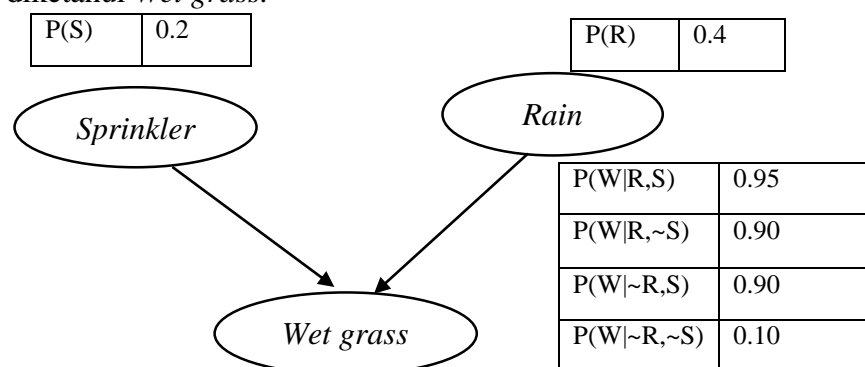
		tidak terkendali, jika terapai tersebut tidak dilakukan dengan benar, karena kompleksnya respon pasien.	keputusan untuk menangani variasi respon pasien yang independen. <i>Result</i> : Dengan penerapan ini dapat membuat diagnosa dokter lebih akurat, dan dapat mengurangi kesalahan diagnosa yang menimbulkan fatal.
5.	<i>Implementasi Metode Naive Bayes Untuk Detektor Gempa Sederhana Yang Tersinkronasi Dengan Handphone, oleh Yosep Aditya Wicaksono, dkk, 2015.</i>	Memberikan peringatan dini sebelum terjadinya gempa bumi yang lebih parah, agar tidak jatuh banyak korban jiwa.	<i>Method</i> : Menggunakan Metode <i>Naive Bayes</i> untuk memberikan prediksi pendeteksi dini Gempa bumi <i>Mini Detector Eathquake</i> . <i>Result</i> : Metode <i>Naive Bayes</i> , mampu memberikan prediksi untuk alat <i>Mini Detector Earthquake</i>

Penelitian yang akan dilakukan penulis dalam tugas akhir ini adalah akan menerapkan Metode *Bayesian Network* untuk *Decision Support System(DSS)* dalam hal memprediksi terjadinya gempa bumi dengan menggunakan *Mini Detector Earthquake* dan aplikasinya berbasis desktop yang berfungsi sebagai server, yang akan memetakan juga dimana letak gempa bumi itu terjadi. Penelitian yang dilakukan oleh Norzin Buang telah membuktikan bahwa Metode *Bayesian Network* , dapat digunakan untuk DSS yang dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Penelitian ini menggunakan metode *Bayesian Network*, karena sebelumnya penulis sudah melakukan penelitian menggunakan metode *Naive Bayes* dengan hasil prediksi yang kurang akurat.

2.2. Tinjauan Pustaka

2.2.1 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 probalilitasnya $p(x)$ 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). Seperti contoh kasus pada gambar 1, terdapat 3 variabel yang saling dependen, variabel yang akan dipengaruhi adalah *Wet grass*, sedangkan variabel yang akan mempengaruhi adalah *Sprinkler* dan *Rain*. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui berapa peluang *Sprinkler* itu menyala setelah diketahui *Wet grass*.



Gambar 1: Contoh Kasus Bayesian Network Untuk Peluang Wet Grass

Ketiga variable diatas saling dependen satu sama lain, maka dari itu memakai *Bayesian Network* dalam mencari peluangnya, yang sebelumnya masing-masing variabel harus dicari peluangnya. Berikut perhitungannya :

Langkah – langkah :

- a. Mencari peluang dari *Wet grass* jika *Sprinkler* menyala, karena yang akan dicari berapa peluang *Sprinkler* setelah diketahui *Wet grass*.

$$\begin{aligned} P(W|S) &= P(W|R,S)P(R|S) + P(W|\sim R,S)P(\sim R|S) \\ &= P(W|R,S)P(R) + P(W|\sim R,S)P(\sim R) \\ &= 0.95 \times 0.4 + 0.9 \times 0.6 \\ &= 0.92 \end{aligned}$$

- b. Mencari peluang *Sprinkler* setelah diketahui *Wet grass*.

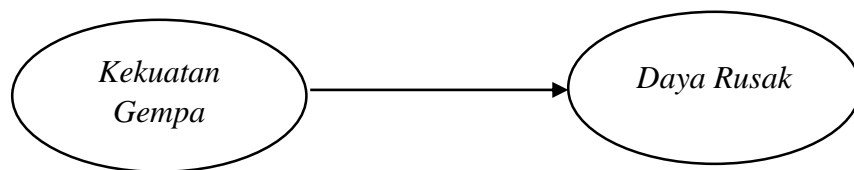
$$P(S|W) = \frac{P(W|S)P(S)}{P(W)} \quad (2.1)$$

Sedangkan untuk $P(W)$ belum diketahui, maka dari itu harus melakukan perhitungan untuk $P(W)$, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P(W) &= (P(W|R,S)P(R,S)) + (P(W|\sim R,S)P(\sim R,S)) + \\ &\quad (P(W|R,\sim S)P(R,\sim S)) + (P(W|\sim R,\sim S)P(\sim R,\sim S)) \\ &= (P(W|R,S)P(R)P(S)) + (P(W|\sim R,S)P(\sim R)P(S)) + \\ &\quad (P(W|R,\sim S)P(R)P(\sim S)) + (P(W|\sim R,\sim S)P(\sim R)P(\sim S)) \\ &= (0.95 \times 0.4 \times 0.2) + (0.9 \times 0.6 \times 0.2) + (0.9 \times \\ &\quad 0.4 \times 0.8) + (0.1 \times 0.6 \times 0.8) \\ &= 0.52 \end{aligned}$$

Jadi untuk peluang *Sprinkler* setelah diketahui *Wet grass* adalah 0.52. Dalam penelitian yang akan penulis lakukan adalah seperti contoh kasus yang di jabarkan diatas, namun objeknya berbeda, karena penulis akan meneliti tentang EWS(*Earthquake Warning System*) yang akan melakukan peringatan dini sebelum terjadinya gempa bumi melalui alat yang sudah dikembangkan dan

diteliti oleh penulis sebelumnya yaitu *mini detector earthquake* dan didanai oleh DIKTI (Drijen Perguruan Tinggi) melalui program PKM (Program Kreativitas Mahasiswa) tahun pendanaan 2015 dan mengembangkan *paper* yang pernah penulis publikasikan yang berjudul “*Implementasi Metode Naive Bayes Untuk Detektor Gempa Sederhana Yang Tersinkronasi Dengan Handphone*”, dan akan penulis kembangkan lagi menggunakan metode *Bayesian Network*, agar dapat memperoleh hasil prediksi yang lebih akurat dengan melakukan pendekatan variabel yang saling dependen, yaitu variabel yang mempengaruhi kekuatan gempa, sedangkan variabel yang dipengaruhi adalah daya rusak , dengan relasi *Bayesian Network* seperti gambar 2 berikut :



Gambar 2: Relasi Bayesian Network Untuk EWS.

Adapun karakteristik umum dari metode *Bayesian Network* adalah sebagai berikut :

1. *Bayaesian Netwok* menyediakan pendekatan sebagai media untuk menangkap pengetahuan sebelumnya dari domain tertentu menggunakan sebuah pemodelan grafis. *Network* juga dapat digunakan untuk mengkodekan dependensi kausal antar variabel yang saling berhubungan.
2. Membangun *bayesian network* menghabiskan menghabiskan waktu dan memerlukan usaha yang banyak. Namun, bagaimanapun juga ketika struktur *bayesian network* telah ditentukan, dengan menambahkan variabel baru dapat dilakukan secara langsung.

3. *Bayesian network* sesuai untuk menangani data-data yang tidak lengkap. Instansiasi dengan atribut yang hilang dapat ditangani dengan menjumlahkan atau mengintegrasikan seluruh nilai atribut yang mungkin.
4. Metode ini cukup kokoh untuk model yang *overfitting* karena data dikombinasikan secara peluang dengan pengetahuan sebelumnya.

Bayesian Network menyediakan representasi grafis dari hubungan antar peluang dengan set variabel acak, ada 2 unsur kunci *Bayesian Network*, yaitu :

1. *Directed acyclic graph(dag)* akan mengkode hubungan antar set variabel.
2. Untuk tabel peluang akan mengasosiasikan tiap node selanjutnya.

Misal ada tiga variabel acak A, B, dan C, dengan A dan B adalah sebuah variabel independent dan masing-masing memiliki pengaruh langsung pada variabel ketiga C, adapun hubungan antar variabel dapat diringkas ke dalam *directed acyclic graph*, dan tiap node pada grafik tersebut merepresentasikan sebuah variabel, dan tiap panahnya menyatakan hubungan dependent antar pasangan variabel. Jika panah dari X menuju ke Y, maka induk Y dan Y merupakan anak dari *induk* tersebut.

Selain itu, ada properti yang penting dari *Bayesian Network*, yaitu properti independensi bersyarat, node dari *bayesian network* independent bersyarat dengan induk yang belum di ketahui. Di samping kondisi independent bersyarat yang dikenakan dengan topologi *network*, dan tiap node juga di asosiasikan dengan tabel peluang.

1. Jika node X tidak memiliki induk, maka tabel hanya berisi peluang *prior* $P(X)$.

2. Jika node X hanya memiliki satu induk, misal Y , maka tabel berisi peluang bersyarat $P(X|Y)$.
3. Jika node X memiliki banyak induk (Y_1, Y_2, \dots, Y_k), maka tabel akan berisi peluang bersyarat $P(X|Y_1, Y_2, \dots, Y_k)$.

Untuk pembuatan model didalam *Bayesian Network* ini melibatkan langkah-langkah seperti berikut :

1. Membuat struktur *network*
2. Mengestimasi nilai peluang dalam tabel yang akan dibubungkan dengan tiap node.
3. Topologi *Network* dapat diperoleh dengan mengkode *knowledge* subjektif dari *expert domain*.

Dalam *Bayesian Network* ini, ada algoritma yang menghadirkan prosedur sistematis untuk menginduksi topologi *Bayesian Network*, berikut adalah algoritma yang generate topologi *Bayesian Network* :

1. *Let T*, melambangkan total order variabel
2. *For j=1* sampai *d* *do*
3. *Let $X_{T(j)}$* melambangkan variabel order tertinggi ke-*j* di dalam *T*
4. *Let $\Pi(X_{T(j)}) = \{X_{T(1)}, X_{T(2)}, \dots, X_{T(j-1)}\}$* melambangkan set variabel terdahulu $X_{T(j)}$
5. Pindahkan variabel dari $\Pi(X_{T(j)})$ yang tidak mempengaruhi X_j (menggunakan pengetahuan *prior*)
6. Buat panah antara $X_{T(j)}$ dan variabel yang tersisa di dalam $\Pi(X_{T(j)})$.
7. *End for*

Untuk algoritma diatas menjamin topologi tidak akan terisis siklus apapun, buktinya adalah jika terdapat siklus, maka paling kurang satu panah menghubungkan urutan node yang berada pada node

urutan tertinggi ke urutan node yang rendah, karena algoritma ini akan mencegah setiap apanah yang menghubungkan urutan node terendah ke urutan node tertinggi, yang tidak ada siklus dalam topologinya.

2.2.2 Artificial Intelligence

Artificial Intelligence atau dapat disebut juga dalam bahasa Indonesia Kecerdasan Buatan. Dalam segi bahasa *Artificial* berarti buatan, sedangkan *Intelligence* berarti kecerdasan. *Artificial Intelligence* itu sendiri merupakan pembuatan kecerdasan yang menyerupai kecerdasan manusia, dan itu semua dikerjakan oleh sebuah mesin, mesin yang mampu melakukan proses berfikir seperti pada manusia, dapat melakukan pertimbangan-pertimbangan untuk melakukan pengambilan keputusan yang pada umumnya dilakukan oleh manusia.

Kecerdasan itu sendiri dibuat memiliki beberapa tujuan dasar yaitu untuk tujuan utamanya adalah untuk dapat membuat mesin menjadi cerdas, untuk tujuan ilmiahnya adalah untuk memahami tentang kecerdasan, untuk tujuan bisnis/wirausaha adalah untuk menjadikan mesin tersebut lebih bermanfaat.

Kecerdasan alami memiliki beberapa perbedaan dengan kecerdasan buatan. Kecerdasan alami yang dimiliki oleh manusia dapat dengan cepat mengalami perubahan, sedangkan untuk kecerdasan buatan lebih bersifat permanen, karena kecerdasan buatan tidak akan berubah jika yang membuat program tidak melakukan perubahan program, kecerdasan alami lebih mudah disebarkan, sedangkan kecerdasan alami penyebarannya membutuhkan penyebaran melalui pendidikan untuk dapat menyebar luaskannya, kecerdasan buatan lebih konsisten, karena sekali program itu diatur maka akan selamanya tetap seperti itu, berbeda dengan kecerdasan alami yang sewaktu-waktu dapat terjadi

perubahan. Namun, bagaimanapun juga kecerdasan alami lebih unggul dari pada kecerdasan buatan, karena kecerdasan buatan itu ada karena adanya kecerdasan alami.

Dalam pembuatan kecerdasan buatan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Masalah

Perlu dilakukan deskripsi masalah yang untuk dapat mencari solusi yang tepat, dengan cara mendeskripsikan ruang keadaan, menetapkan satu atau lebih dari keadaan awal, menetapkan tujuan, dan yang terakhir menetapkan kumpulan aturan-aturan.

2. Ruang Keadaan

Ruang keadaan dalam hal ini yang dimaksud yaitu suatu keadaan yang dimana berisi semua keadaan yang mungkin akan terjadi, yang terdiri dari keadaan awal yang berisi keadaan dimulainya sebuah pencarian, keadaan akhir yang berisi diakhirinya sebuah pencarian.

3. Kumpulan Aturan

Kumpulan aturan ini berfungsi merubah keadaan dari keadaan satu ke keadaan berikutnya.

Namun dalam membangun kecerdasan buatan tersebut memerlukan beberapa pertimbangan, yaitu :

1. Harus dapat mendefinisikan masalah yang diteliti dengan tepat, dengan deskripsi masalah yang jelas.
2. Setelah masalah tersebut ditemukan, selanjutnya adalah melakukan analisis masalah untuk menemukan apa teknik yang tepat untuk menyelesaikan masalah tersebut.
3. Setelah menganalisis masalah tersebut, selanjutnya adalah merepresentasikan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah.

4. Kemudian yang terakhir adalah mencari teknik terbaik dalam penyelesaian masalah.

Konsep *Artificial Intelligence* diatas yang penulis gunakan untuk melakukan penelitian yang akan dilakukan.

2.2.3 Decision Support System (DSS)

Decision Support System (DSS) merupakan suatu system yang mempunyai 3 fase proses pengambilan keputusan, yaitu : *choise*, *design*, dan *intelligence*. *Choise* adalah memilih materi-materi dari sebuah materi yang tersedia, dan memilih mana yang nantinya akan dikerjakan, *design* adalah yang menentukan, menganalisis, dan mengembangkan materi mana yang akan dikerjakan, *intelligence* adalah mencari kondisi untuk dapat menghasilkan sebuah keputusan.

Decision Support System (DSS) merupakan sebuah system komputer interaktif, yang akan membantu pengambil keputusan untuk memanfaatkan data dan model untuk menyelesaikan masalah yang bersifat tak terstruktur dan semi terstruktur. Tak terstruktur merupakan suatu permasalahan yang kompleks dimana tidak ada solusi yang serta merta dan tidak adanya 3 fase proses yang terstruktur. Sedangkan semi terstruktur merupakan terdapat adanya keputusan yang terstruktur, tetapi tidak semua dari fase-fase yang ada.

Selain itu *Decision Support System (DSS)* juga terbagi menjadi 3 komponen interaktif, yaitu :

1. Sistem Bahasa

Merupakan sebuah mekanisme system yang menyediakan komunikasi di antara pemakai (*user*) dan komponen-komponen yang lain dalam sebuah *DSS*. Dan inilah yang akan mensinkronasikan di antara keduanya.

2. *Knowledge* Sistem

Merupakan sebuah penyimpanan *knowledge* permasalahan yang sudah ditanamkan dalam *DSS*.

3. Sistem Pemrosesan Permasalahan

Merupakan link di antara dua komponen yang mengandung satu atau lebih kemampuan untuk memanipulasi permasalahan yang di butuhkan dalam pengambilan keputusan,

Menurut Turban,2000. Ada beberapa karakteristik dan kemampuan ideal dari *DSS*, adalah sebagai berikut :

1. *DSS* akan menyediakan dukungan bagi yang akan menggunakan *DSS* untuk mengambil keputusan utamanya pada situasi yang semi terstruktur dan tak terstruktur dengan memadukan *user* dan computer
2. Menyediakan dukungan untuk berbagai level pengelolaan yang berbeda, mulai dari pimpinan sampai manager lapangan
3. *DSS* menyediakan dukungan untuk individu maupun kelompok. Dalam praktek organisasional akan melibatkan pengambilan keputusan dari seseorang dalam sebuah group.
4. *DSS* juga menyediakan berbagai keputusan baik itu berurutan maupun saling berkaitan
5. *DSS* juga mendukung berbagai fase proses pengambilan keputusan, yaitu: *intelligence*, *design*, *choise*, dan *implementation*.
6. *DSS* juga mendukung berbagai proses pengambilan keputusan dan style yang berbeda-beda.
7. *DSS* selalu dapat beradaptasi sepanjang masa, dapat mengatasi perubahan kondisi secara cepat, karena *DSS* memiliki sifat reaktif dan fleksibel, sehingga user dapat menambahkan, menghapus, mengkombinasikan, merubah, ataupun mengatur kembali element-elemnet dasar.

8. DSS mudah untuk digunakan, karena user harus merasa nyaman dengan system ini meliputi harus *user-friendly*, fleksibel, dukungan grafis yang baik, antar muka Bahasa yang sesuai dengan bahasa user.
9. DSS juga mencoba untuk meningkatkan sebuah efektifitas dalam pengambilan keputusan yang meliputi: akurasi, jangka waktu, dan kualitas, yang tidak kalah pentingnya adalah efektifitas biaya, baik itu dalam biaya membuat keputusan maupun biaya penggunaan computer.
10. Pengambil keputusan memiliki kontrol penuh terhadap semua langkah proses pengambilan keputusan.
11. DSS akan mengarah pada pembelajaran, yaitu mengarah pada pembelajaran kebutuhan baru dan penyempurnaan system.
12. Pengguna harus mampu menyusun sendiri system yang sederhana, agar system yang lebih besar dapat dibangun dalam organisasi user yang sedikit melibatkan bantuan dari specialist di bidang Sistem Informasi.
13. DSS mendayagunakan berbagai model sesuai keinginan user dalam menganalisis berbagai keputusan.
14. DSS untuk tingkat lanjut dilengkapi dengan komponen *knowledge* yang dapat memberikan solusi yang lebih efektif dalam berbagai masalah.

Dari penjelasan karakteristik dan kemampuan dari DSS diatas, DSS memiliki beberapa keuntungan, yaitu:

1. Mampu mendukung pencarian sebuah solusi secara cepat dari masalah yang kompleks
2. Pandangan dan pembelajaran baru
3. Memfasilitasi komunikasi
4. Meningkatkan control manajemen dan kinerja

5. Respon cepat dalam situasi yang tidak diharapkan saat kondisi berubah-ubah
6. Menghemat biaya
7. Mampu di terapkan dalam berbagai strategi yang berbeda
8. Keputusan lebih cepat
9. Dapat meningkatkan produktifitas analisis
10. Meningkatkan efektifitas menejerial, dan meningkatkan manager agar dapat bekerja lebih singkat.

DSS tidaklah sebuah system ang berdiri sendiri, namun DSS merupakan terdiri dari berbagai komponen, yaitu:

1. *Data Mangagement*

Ini termasuk dalam *database*, yang mengadung data yang akurat untuk berbagai situasi yang diatur oleh *software* yang biasa disebut dengan *Database Management System (DBMS)*.

2. *Model Management*

Dalam komponen ini melibatkan model financial, statistickal, dan management *science*, yang nantinya akan dapat memberikan ke system suatu kemampuan yang analitis.

3. *Communication(dialog subsystem)*

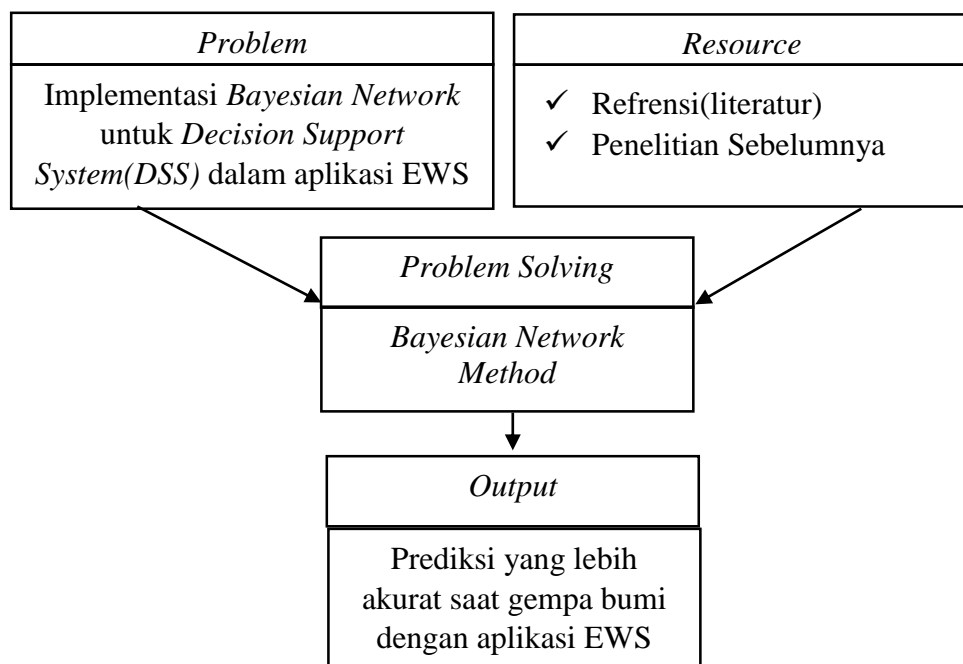
Pengguna dapat berkomunikasi dan memberikan perintah kepada DSS melalui *subsyetem* ini, berarti ini harus menyediakan antar muka.

4. *Knowledge Management*

Subsystem ini optional, boleh ada boleh tidak, yang dapat mendukung *subsystem* lain atau bertindak sebagai komponen yang berdiri sendiri.

2.3. Kerangka Pemikiran

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data yang dihasilkan oleh alat *mini detector earthquake*, data itu akan didapatkan saat terjadi gempa bumi. Sedangkan Masalah yang akan di teliti adalah mengimplementasikan metode *Bayesian Network* untuk *Decision Support System(DSS)* dalam aplikasi EWS, dimana nantinya aplikasi ini dapat melakukan prediksi saat terjadi gempa bumi dengan data yang diperoleh dari *mini detector earthquake*, penelitian ini dilakukan juga berdasarkan beberapa sumber penelitian sebelumnya, yang nantinya penggabungan masalah dengan sumber-sumber penelitian sebelumnya menghasilkan pemecahan masalah yaitu menggunakan metode *Bayesian Network*, dengan menggunakan 2 pendekatan variabel yaitu kekuatan gempa bumi dan daya rusak, dimana kedua variabel tersebut yang saling dependen seperti konsep dasar yang dimiliki oleh metode *Bayesian Network*, yang kemudian akan menghasilkan sebuah prediksi sekaligus peringatan dini saat terjadinya suatu gempa bumi menggunakan aplikasi EWS. Berikut alur pikir dalam penelitian ini yang penulis implementasikan dalam bentuk bagan pada gambar 3.



Gambar 3: Kerangka Pikir Penelitian