

# **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR BERBASIS *GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)* MENGUNAKAN METODE BAYES Studi Kasus : BPBD Kabupaten Malang**

**R. Prayudha Chandra Putra, Nurudin Santoso<sup>1</sup>, Ekojono<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang.  
<sup>1</sup>[prayudhachandra18@gmail.com](mailto:prayudhachandra18@gmail.com), <sup>2</sup>[nurudin@polinema.ac.id](mailto:nurudin@polinema.ac.id), <sup>3</sup>[ekojono2000@yahoo.com](mailto:ekojono2000@yahoo.com)

---

## **Abstrak**

Metode bayes dapat digunakan untuk pemetaan daerah rawan banjir dengan sistem informasi geografis (SIG), dimana menyajikan informasi mengenai daerah mana saja di kabupaten Malang yang rawan banjir. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi yang dapat mempermudah menganalisis sejumlah data yang besar, guna membantu memberikan informasi sebagai hasil pengambilan keputusan pemetaan, Hasil yang dikeluarkan berupa visualisasi dari google maps menggunakan *service google API* yang memanggil data dari ArcGIS  
Sistem Pendukung Keputusan adalah sistem yang dipakai untuk mendukung pengambilan keputusan dengan menggunakan metode bayes. Metode bayes dapat digunakan untuk pemetaan daerah rawan banjir dengan sistem informasi geografis (SIG), dimana menyajikan informasi mengenai daerah mana saja di kabupaten Malang yang rawan banjir. Sistem yang dibuat ini untuk membantu pegawai instansi dalam penentuan lokasi daerah rawan banjir. Selain itu efisiensi waktu lebih terjamin dan juga membantu dalam proses pemilihan lokasi pameran untuk meminimalkan kerugian perusahaan. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi yang dapat mempermudah menganalisis sejumlah data yang besar, guna membantu memberikan informasi sebagai hasil pengambilan keputusan perusahaan.

**Kata kunci :** Kabupaten Malang, *Bayes*, *Geographic Information System (GIS)*, *Gmap*, *Google API*, *Decision Tree*.

---

## **1. Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Bencana dapat datang secara tiba-tiba, dan mengakibatkan kerugian materiil dan moril. Salah satu fungsi pemerintah dalam hal ini adalah dengan menanggulangi dan memulihkan kondisi masyarakat akibat bencana. Undang Undang Nomor 24 Tahun 2007 Pasal 1 angka 1 menyebutkan bahwa “Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan/non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis”.

Kabupaten Malang terletak di Propinsi Jawa Timur yang merupakan daerah terluas kedua di Pulau Jawa. Kondisi alam kabupaten Malang berupa pegunungan, dataran bergelombang dan dataran rendah di pesisir selatan serta sebagian besar pantainya berbukit. Kondisi ini membuat Kabupaten Malang rentan terhadap bencana banjir dan cuaca ekstrim yang paling sering terjadi, serta bencana gelombang ekstrim dan abrasi, gempa bumi, kebakaran hutan dan lahan, kegagalan teknologi,

kekeringan, letusan gunung berapi dan tanah longsor. Dalam menghadapi potensi bencana yang ada di Kabupaten Malang, Pemerintah Kabupaten Malang membentuk Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Malang yang berdasarkan Undang-undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 46 Tahun 2008 tentang Pedoman dan Organisasi Tata Kerja Badan Penanggulangan Bencana Nasional dan Nomor 3 Tahun 2008 tentang Pembentukan Badan Penanggulangan Bencana di Daerah, Peraturan Daerah Kabupaten Malang Nomor 1 Tahun 2007 tentang Organisasi Perangkat Daerah, Peraturan Daerah Kabupaten Malang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Penanggulangan Bencana, Peraturan Bupati Malang Nomor 25 Tahun 2011 tentang Organisasi Perangkat Daerah Badan Penanggulangan Bencana Daerah.

BPBD Kabupaten Malang dibentuk atas dasar bahwa letak dan kondisi geografis, geologis dan demografis wilayah Kabupaten Malang rawan terhadap terjadinya banjir dengan frekuensi yang cukup tinggi. Bencana tersebut disebabkan baik oleh faktor alam/non alam yang menyebabkan kerusakan

lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis yang dapat menghambat proses pemerintahan, pembangunan dan kemasyarakatan. Untuk membantu kinerja Pemerintah Kabupaten Malang, diperlukan Sistem Informasi Geografis yang memberi info mengenai daerah – daerah mana saja di Kabupaten Malang yang rawan banjir. Sehingga untuk selanjutnya dapat dibenahi oleh pemerintah Kabupaten Malang untuk mencegah dampak – dampak yang ditimbulkan oleh bencana banjir tersebut.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pemerintah kabupaten Malang dapat mengetahui daerah mana saja di kabupaten Malang yang rawan banjir ?
2. Bagaimana tampilan Pemetaan Daerah Rawan Banjir Menggunakan Gmap berbasis *Geographic Information System* (GIS) ?

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Aplikasi ini hanya memberi info mengenai daerah mana saja di kabupaten Malang yang rawan terkena banjir.
2. Scope / wilayah yang menjadi sample kasus dalam hal ini ialah kabupaten Malang.
3. Sample bencana pada aplikasi ini hanya Banjir

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Banjir

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Uni Eropa mengartikan banjir sebagai perendaman sementara oleh air pada daratan yang biasanya tidak terendam air. Dalam arti "air mengalir", kata ini juga dapat berarti masuknya pasang laut. Banjir diakibatkan oleh volume air di suatu badan air seperti sungai atau danau yang meluap atau menjebol bendungan sehingga air keluar dari batasan alaminya.

Banjir juga dapat terjadi di sungai, ketika alirannya melebihi kapasitas saluran air, terutama di selokan sungai. Banjir sering mengakibatkan kerusakan rumah dan pertokoan yang dibangun di dataran banjir sungai alami. Meski kerusakan akibat banjir dapat dihindari dengan pindah menjauh dari sungai dan badan air yang lain, orang-orang menetap dan bekerja dekat air untuk mencari nafkah dan memanfaatkan biaya murah serta perjalanan dan perdagangan yang lancar dekat perairan. Manusia terus menetap di wilayah rawan banjir adalah bukti bahwa nilai menetap dekat air lebih besar daripada biaya kerusakan akibat banjir periodik.

### 2.2 GIS (*Geographic Information System*)

GIS (*Geographic Information System*) atau lebih dikenal Sistem Informasi Geografi (SIG) adalah sistem informasi yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan) atau dalam arti yang lebih sempit, adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis.

Teknologi Sistem Informasi Geografis dapat digunakan untuk pemetaan, investigasi ilmiah, pengelolaan sumber daya, perencanaan pembangunan, kartografi dan perencanaan rute. Kemampuan dari SIG untuk pengawasan daerah bencana alam antara lain memantau luas wilayah bencana alam, pencegahan terjadinya bencana alam pada masa akan datang, menyusun rencana – rencana pembangunan kembali daerah bencana, penentuan tingkat bahaya erosi, prediksi daerah rawan banjir, prediksi tingkat kekeringan.

Dalam aplikasi ini, SIG bisa membantu masyarakat yang (dalam aplikasi ini sebagai user) mendapat informasi mengenai daerah mana saja di daerah kabupaten Malang. Selain itu, masyarakat dapat mengetahui prediksi dari aplikasi daerah mana saja yang rawan banjir berada di kabupaten Malang untuk kedepannya. Oleh karena itu penulis membuat aplikasi pemetaan daerah rawan banjir ini menggunakan SIG (*Sistem Informasi Geografis*) untuk memudahkan masyarakat dalam mendapatkan informasi tersebut.

### 2.3 Metode Bayes

Dalam teori probabilitas dan statistika, teorema bayes adalah sebuah teorema dengan dua penafsiran berbeda. Dalam penafsiran bayes, teorema ini menyatakan seberapa jauh derajat kepercayaan subjektif harus berubah secara rasional ketika ada petunjuk baru. Dalam penafsiran frekuentis teorema ini menjelaskan representasi invers probabilitas dua kejadian. Teorema ini merupakan dasar dari statistika bayes dan memiliki penerapan dalam sains, rekayasa, ilmu ekonomi (terutama ilmu ekonomi mikro), pemetaan, teori permainan, kedokteran dan hukum. Penerapan teorema bayes untuk memperbaiki kepercayaan dinamakan inferens bayes.

Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan metode bayes adalah sebagai berikut:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

Gambar 1. Rumus Metode Bayes

Dalam rumus ini  $P(A|B)$  berarti peluang kejadian A bila B terjadi dan  $P(B|A)$  peluang kejadian B bila A terjadi.

Pada dasarnya, prosedur atau langkah – langkah dalam Metode Bayes meliputi (Thomas 2006:147) :

- a. Mencari bobot dari masing – masing kriteria untuk mendapatkan bobot total.
- b. Setelah diperoleh bobot total, maka probabilitas masing – masing kategori dibagi dengan total bobot.
- c. Setelah mendapatkan nilai masing – masing kategori maka dapat ditentukan nilai keseluruhan.

Tabel 1. Daftar Nama Kecamatan di Kabupaten Malang

No.	Nama Kecamatan
1	Ampelgading
2	Bantur
3	Bululawang
4	Dampit
5	DAU
6	Donomulyo
7	Gedangan
8	Gondanglegi
9	Jabung
10	Kalipare
11	Karangploso
12	Kasembon
13	Kepanjen
14	Kromengan
15	Lawang
16	Ngajum
17	Ngantang
18	Pagak
19	Pagelaran
20	Pakis
21	Pakisaji
22	Ponokusumo
23	Pujon
24	Singosari
25	Sumbermanjing Wetan
26	Sumberpucung
27	Tajinan
28	Tirtoyudo
29	Tumpang
30	Turen
31	Wagir
32	Wajak
33	Wonosari

### 3. Pembahasan

Dalam penelitian ini, penulis mengimplementasikan Bayes dalam penentuan daerah rawan banjir di kabupaten Malang yang telah ditentukan melalui observasi dan wawancara di Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Malang.

#### 3.1 Prosedur Memilih Alternatif Daerah di Kabupaten Malang

Menetapkan masalah, kriteria dan subkriteria dari setiap daerah di kabupaten Malang :

**3.1.1 Masalah :** Memilih daerah di kabupaten Malang yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

**3.1.2 Kriteria :** Kelerengan, Luas Wilayah, Jumlah Penduduk dan Curah Hujan.

**3.1.3 Subkriteria :**

- a. Kriteria Curah Hujan Atas Normal (AN)  
Subkriteria : Nilai Zona Musim (ZOM) curah hujan antara 501 – 600 mm (C1).
- b. Kriteria Curah Hujan Normal (N)  
Subkriteria : Nilai Zona Musim (ZOM) curah hujan antara 301 – 400 mm (C2).
- c. Kriteria Curah Hujan Bawah Normal (BN)  
Subkriteria : Nilai Zona Musim (ZOM) curah hujan antara 101 – 200 mm (C3).
- d. Kriteria Kelerengan (K1)  
Subkriteria : Data Kelerengan suatu daerah mencapai 40%.
- e. Kriteria Kelerengan (K2)  
Subkriteria : Data Kelerengan suatu daerah mencapai 15% - 40%.
- f. Kriteria Kelerengan (K3)  
Subkriteria : Data Kelerengan suatu daerah mencapai 2% - 15%.
- g. Kriteria Kelerengan (K4)  
Subkriteria : Data Kelerengan suatu daerah mencapai 0% - 2%.
- h. Kriteria Luas Wilayah (L1)  
Subkriteria : Data kecamatan yang mempunyai luas antara 20.001 – 30.000 ha.
- i. Kriteria Luas Wilayah (L2)  
Subkriteria : Data kecamatan yang mempunyai luas antara 10.001 – 20.000 ha.
- j. Kriteria Luas Wilayah (L3)  
Subkriteria : Data kecamatan yang mempunyai luas antara 1 – 20.000 ha.
- k. Kriteria Jumlah Penduduk (J1)  
Subkriteria : Data kecamatan yang jumlah penduduknya antara 120.001 – 160.000 jiwa.
- l. Kriteria Jumlah Penduduk (J2)  
Subkriteria : Data kecamatan yang jumlah penduduknya antara 80.001 – 120.000 jiwa.
- m. Kriteria Jumlah Penduduk (J3)  
Subkriteria : Data kecamatan yang jumlah penduduknya antara 40.001 – 80.000 jiwa.

### 3.2 Implementasi Metode Bayes

- a. Menghitung nilai probabilitas masing – masing kriteria Luas Wilayah (L) dan Jumlah Penduduk (J)

Tabel 2. Perbandingan Probabilitas Luas Wilayah (L) dan Jumlah Penduduk (J)

Kategori	L1	L2	L3	J1			J2			TOT	K1			TOT
				0.4	0.4	0.2	0.08	0.08	0.04		0.004	0.004	0.002	
Kelerengan 40%	L1	0.2	-	-										
	L2	-	0.3	-										
	L3	-	-	0.5										
Kelerengan 15-40%	L1	0.2	-	-	0.4	0.4	0.2	0.08	0.08	0.04	1	0.004	0.004	0.002
	L2	-	0.3	-				0.12	0.12	0.06	1	0.006	0.006	0.003
	L3	-	-	0.5				0.2	0.2	0.1	1	0.01	0.01	0.005
Kelerengan 7-15%	L1	0.2	-	-	0.4	0.4	0.2	0.08	0.08	0.04	1	0.004	0.004	0.002
	L2	-	0.3	-				0.12	0.12	0.06	1	0.006	0.006	0.003
	L3	-	-	0.5				0.2	0.2	0.1	1	0.01	0.01	0.005
Kelerengan 0-2%	L1	0.2	-	-	0.4	0.4	0.2	0.08	0.08	0.04	1	0.004	0.004	0.002
	L2	-	0.3	-				0.12	0.12	0.06	1	0.006	0.006	0.003
	L3	-	-	0.5				0.2	0.2	0.1	1	0.01	0.01	0.005

Lalu dikonversikan dalam probabilitas Kelerengan (K)

- b. Menghitung nilai probabilitas masing – masing kriteria Kelerengan (K) dan Curah Hujan (C)

Kategori	CHAN	CHN	CHBN	K1	K2	K3	K4	n1	n2	n3	n4	TOT
Curah Hujan Atas Normal	CHAN	0.45	-	-	0.05	0.15	0.3	0.5				
	CHN	-	0.3	-					0.015	0.045	0.09	0.15
	CHBN	-	-	0.25					0.0125	0.0375	0.075	0.125
Curah Hujan Normal	CHAN	0.45	-	-	0.05	0.15	0.3	0.5				
	CHN	-	0.3	-					0.0225	0.0675	0.135	0.225
	CHBN	-	-	0.25					0.0125	0.0375	0.075	0.125
Curah Hujan Bawah Normal	CHAN	0.45	-	-	0.05	0.15	0.3	0.5				
	CHN	-	0.3	-					0.015	0.045	0.09	0.15
	CHBN	-	-	0.25					0.0125	0.0375	0.075	0.125

Tabel 3. Perbandingan Probabilitas Curah Hujan (C) dan Kelerengan (K)

Probabilitas setiap kriteria :

$$p(a|b) = a \cap b / b$$

#### 4. Implementasi

Hasil implementasi sistem pendukung keputusan daerah rawan banjir di kabupaten Malang.

- a. Halaman daftar nama kecamatan dan kriteria yang telah ditentukan dari setiap kecamatan di kabupaten Malang

No.	Nama Kecamatan	Kelerengan	Luas Wilayah	Jumlah Penduduk	Opsi
1	Ampelgading	0.4	20044	92354	<a href="#">Edit / Hapus</a>
2	Bantur	0.02 - 0.15	17575	59831	<a href="#">Edit / Hapus</a>
3	Bululawang	0 - 0.02	5195	94671	<a href="#">Edit / Hapus</a>
4	Dampit	0.02 - 0.15	14895	102448	<a href="#">Edit / Hapus</a>
5	DAU	0.02 - 0.15	5775	71941	<a href="#">Edit / Hapus</a>
6	Donomulyo	0.2 - 0.15	17535	107419	<a href="#">Edit / Hapus</a>
7	Gedangan	0.2 - 0.15	17000	95834	<a href="#">Edit / Hapus</a>
8	Gondanglegi	0 - 0.02	6985	68708	<a href="#">Edit / Hapus</a>
9	Jabung	0.4	12680	111230	<a href="#">Edit / Hapus</a>
10	Kalipare	0.2 - 0.15	13215	73044	<a href="#">Edit / Hapus</a>
11	Karangploso	0.02 - 0.15	7115	62987	<a href="#">Edit / Hapus</a>
12	Kasembon	0.4	8550	41330	<a href="#">Edit / Hapus</a>
13	Kepanjen	0 - 0.02	5060	61396	<a href="#">Edit / Hapus</a>
14	Kromengan	0.2 - 0.15	4452	52263	<a href="#">Edit / Hapus</a>
15	Lawang	0.2 - 0.15	7165	152650	<a href="#">Edit / Hapus</a>
16	Ngajum	0.2 - 0.15	6624	52712	<a href="#">Edit / Hapus</a>
17	Ngantang	0.4	15195	64937	<a href="#">Edit / Hapus</a>
18	Pagak	0.2 - 0.15	901	75842	<a href="#">Edit / Hapus</a>
19	Pagelaran	0 - 0.02	4015	100472	<a href="#">Edit / Hapus</a>
20	Pakis	0.2 - 0.15	6481	83169	<a href="#">Edit / Hapus</a>
21	Pakisaji	0.4	4465	48489	<a href="#">Edit / Hapus</a>
22	Poncokusumo	0.4	22250	83413	<a href="#">Edit / Hapus</a>

23	Pujon	0.4	12095	73684	<a href="#">Edit / Hapus</a>
24	Singosari	0.2 - 0.15	12244	73505	<a href="#">Edit / Hapus</a>
25	Sumberwanjung Wetan	0.15 - 0.4	27160	126864	<a href="#">Edit / Hapus</a>
26	Sumberpucung	0.2 - 0.15	4138	40496	<a href="#">Edit / Hapus</a>
27	Tajinan	0 - 0.2	4032	79000	<a href="#">Edit / Hapus</a>
28	Tirtoyudo	0.4	22651	64084	<a href="#">Edit / Hapus</a>
29	Tumpang	0.4	6480	130591	<a href="#">Edit / Hapus</a>
30	Turen	0 - 0.2	6420	71450	<a href="#">Edit / Hapus</a>
31	Wagir	0.15 - 0.4	7709	79212	<a href="#">Edit / Hapus</a>
32	Wajak	0.4	12485	122498	<a href="#">Edit / Hapus</a>
33	Wonosari	0.15 - 0.4	6191	82713	<a href="#">Edit / Hapus</a>

Gambar 2. Data kecamatan di kabupaten Malang dan Kriteria yang ditentukan

- b. Halaman subkriteria yang telah ditentukan dari setiap kecamatan di kabupaten Malang

No.	Kelerengan	Luas Wilayah	Jumlah Penduduk
1	0.4	20044	92354
2	0.02 - 0.15	17575	59831
3	0 - 0.02	5195	94671
4	0.02 - 0.15	14895	102448
5	0.02 - 0.15	5775	71941
6	0.2 - 0.15	17535	107419
7	0.2 - 0.15	17000	95834
8	0 - 0.02	6985	68708
9	0.4	12680	111230
10	0.2 - 0.15	13215	73044
11	0.02 - 0.15	7115	62987
12	0.4	8550	41330
13	0 - 0.02	5060	61396
14	0.2 - 0.15	4452	52263
15	0.2 - 0.15	7165	152650
16	0.2 - 0.15	6624	52712
17	0.4	15195	64937
18	0.2 - 0.15	901	75842
19	0 - 0.02	4015	100472
20	0.2 - 0.15	6481	83169
21	0.4	4465	48489
22	0.4	22250	83413

23	0.4	12095	73684
24	0.2 - 0.15	12244	73505
25	0.15 - 0.4	27160	126864
26	0.2 - 0.15	4138	40496
27	0 - 0.2	4032	79000
28	0.4	22651	64084
29	0.4	6480	130591
30	0 - 0.2	6420	71450
31	0.15 - 0.4	7709	79212
32	0.4	12485	122498
33	0.15 - 0.4	6191	82713

Gambar 3. Data subkriteria setiap kecamatan di kabupaten Malang

- c. Visualisasi dari Gmap setelah probabilitas dari setiap kecamatan diketahui



## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dari bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibangun dengan menggunakan metode *bayes* dapat membantu menentukan lokasi Daerah Rawan Banjir di Kabupaten Malang

Kemudian sistem pendukung keputusan daerah rawan banjir menggunakan *geographic information system* (GIS) menggunakan metode *bayes* memberikan manfaat dalam menentukan lokasi daerah rawan banjir dengan menggunakan banyak kriteria dan subkriteria yang digunakan untuk sistem ini.

Hasil dari sistem informasi penentuan lokasi daerah rawan banjir berupa visualisasi map yang diambil dari hasil probabilitas setiap daerah di kabupaten Malang yang rawan banjir.

### 5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, saran yang diberikan adalah pengembangan sistem ini dapat dibangun di instansi terkait agar memberi kemudahan dalam menentukan daerah rawan banjir. Untuk penelitian selanjutnya sistem dapat dikembangkan menambah kriteria atau menggunakan metode yang lainnya.

## Daftar Pustaka :

- Budiyanto, Eko. 2002. Sistem Informasi Geografis
- Andika. 2010. Gambaran Spasial Kasus Demam Tifoid Dengan Metode Bayes Berbasis GIS (Geographic Information System) di Kecamatan Panakkukang Kota Makassar Tahun 2009.
- Ansariadi dan Alimuddin, 2009. Spatial Analysis For Several Important Diseases and Health Service In South Sulawesi; Experiences Using GIS With Bayes In Health. Australia: Charsles Darwin University Press
- Eddy Prahasta, Membangun Aplikasi Web-Based GIS dengan ArcGIS, Informatika, Cetakan Pertama, Bandung, 2007.
- Eddy Prahasta, Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis, Informatika, Cetakan Pertama, Bandung, 2002.
- Ruslan Nuryadin., Panduan Menggunakan ArcGIS, Informatika, Cetakan Pertama, Bandung, 2005.
- Sidik B, Pemograman WEB dengan PHP, Informatika, Cetakan Pertama, Bandung, 2004.
- Eddy Prahasta, Sistem Informasi Geografis Tutorial ArcGIS, Informatika, Bandung, cetakan pertama, 2002.