

## **PREDIKSI BENCANA ALAM DI WILAYAH KABUPATEN WONOGIRI DENGAN KONSEP MARKOV CHAINS**

Petronella Mira Melati<sup>1</sup>, Maria Titah Jatipaningrum<sup>2</sup>  
<sup>1,2</sup>Jurusan Statistika, FST, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
Email : [petronellamira88@gmail.com](mailto:petronellamira88@gmail.com)

**Abstract:** Markov chain is a special case of probability model involving time and space is known as Stochastics Process. The concept of Markov Chains is used to analyze data which can predict of disasters. In this research, to predict disaster in Wonogiri. Analyze data with Markov Chains is taken from database year to year before. Prediction of disaster i.e flood, fires of forest and land, drought, tornado, and erosion. The conclusion of this research i.e. flood has decreased 11% from 2016 until 2019. Flood and erosion, fire of forest and land, drought which have increased 2% in 2019. Tornado has decrease 1% from 2016 until 2019, while erosion increases from 1% to 57% in 2019.

**Keywords:** Markov Chains, prediction, disaster, Wonogiri.

**Abstrak:** Rantai Markov sebenarnya merupakan bentuk khusus dari model probabilitas yang melibatkan waktu dan keadaan lebih dikenal sebagai proses Stokastik. Peneliti menggunakan konsep Markov Chains mengolah data-data yang sudah ada untuk menghasilkan sebuah prediksi bencana alam. Bencana alam yang di prediksi yaitu Kabupaten Wonogiri. Data yang akan diolah dengan konsep Markov Chains diambil dari database bencana tahun-tahun sebelumnya. Bencana alam yang akan diprediksi meliputi banjir, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, puting beliung dan tanah longsor. Diperoleh kesimpulan bahwa bencana banjir akan mengalami penurunan sebesar 11% dari tahun 2016 sampai dengan 2019. Banjir dan tanah longsor, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan akan meningkat menjadi masing-masing 2% pada tahun 2019. Untuk bencana angin puting beliung, mengalami sedikit penurunan sebesar 1% dari tahun 2016 sampai dengan 2019, sedangkan untuk bencana tanah longsor mengalami peningkatan sebesar 1% menjadi 57% pada tahun 2019.

**Kata kunci:** Markov Chains, prediksi, bencana, Wonogiri

### **1. Pendahuluan**

Analisa Rantai Markov adalah suatu metode yang mempelajari sifat-sifat suatu variabel pada masa sekarang yang didasarkan pada sifat-sifatnya di masa lalu dalam usaha menaksir sifat-sifat variabel tersebut dimasa yang akan datang. Model Rantai Markov dikembangkan oleh seorang ahli Rusia A.A. Markov pada tahun 1896. Dalam analisis markov yang dihasilkan adalah suatu informasi probabilistik yang dapat digunakan untuk membantu pembuatan keputusan, jadi analisis ini bukan suatu teknik optimisasi melainkan suatu teknik deskriptif . Analisis Markov merupakan suatu bentuk khusus dari model probabilistik yang lebih umum yang dikenal sebagai proses Stokastik (Stochastic process).

Konsep dasar analisis markov adalah state dari sistem atau state transisi, sifat dari proses ini adalah apabila diketahui proses berada dalam suatu keadaan tertentu, maka peluang berkembangnya proses di masa mendatang hanya tergantung pada keadaan saat ini dan tidak tergantung pada keadaan sebelumnya, atau dengan kata lain rantai Markov adalah rangkaian proses kejadian dimana peluang bersyarat kejadian yang akan datang tergantung pada kejadian sekarang.

Bencana alam merupakan hal yang tidak pasti dan berkaitan dengan musim atau keadaan. Untuk bencana alam di wilayah Wonogiri, sekitar 90% wilayah rawan bencana baik banjir, tanah longsor dan angin rebut. Hal tersebut berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan Kantor Kesatuan Kebangsaan Politik dan Perlindungan Masyarakat (Kesbangpolinmas). Di level nasional, Kabupaten Wonogiri memiliki indeks skor 146 dan menjadi daerah berkategori

tinggi dalam hal kerawanan bencana alam di Indonesia, utamanya bencana alam tanah longsor dan banjir, yang terjadi pada setiap musim hujan. Dengan demikian, peneliti akan menganalisis prediksi bencana alam di wilayah Kabupaten Wonogiri dengan konsep markov chains

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan data jumlah bencana selama tahun 2010 sampai dengan tahun 2015 di Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Variabel yang digunakan, yaitu:

- 1) Banjir
- 2) Banjir dan tanah longsor
- 3) Kebakaran lahan dan hutan
- 4) Kekeringan
- 5) Angin puting beliung
- 6) Tanah longsor

Data diperoleh dari website resmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (<http://dibi.bnpb.go.id/>). Metode analisis yang digunakan adalah Markov-Chains.

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan pengambilan data sekunder
- 2) Menghitung jumlah bencana untuk masing-masing bencana di setiap tahun
- 3) Menghitung peluang atau persentase masing-masing bencana setiap tahun
- 4) Mengalikan matriks state bencana dengan matriks data bencana

## 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

**Tabel 1.** Data Bencana Kabupaten Wonogiri Tahun 2010 sampai dengan tahun 2015

No	Tanggal	Jenis bencana	No	Tanggal	Jenis bencana
1.	25/10/2010	Puting beliung	96.	17/1/2011	Puting beliung
2.	11/10/2010	Kebakaran	97.	17/1/2011	Tanah longsor
3.	24/9/2010	Tanah longsor	98.	16/1/2011	Puting beliung
4.	23/9/2010	Tanah longsor	99.	15/1/2011	Puting beliung
5.	16/9/2010	Tanah longsor	100.	15/1/2011	Tanah longsor
6.	15/9/2010	Tanah longsor	101.	13/1/2011	Puting beliung
7.	8/9/2010	Banjir	102.	12/1/2011	Puting beliung
8.	8/9/2010	Puting beliung	103.	12/1/2011	Puting beliung
9.	6/9/2010	Banjir	104.	12/1/2011	Tanah longsor
10.	2/9/2010	Kebakaran	105.	9/1/2011	Puting beliung
11.	2/9/2010	Puting beliung	106.	9/1/2011	Tanah longsor
12.	13/8/2010	Kebakaran	107.	8/1/2011	Tanah longsor
13.	30/6/2010	Kebakaran	108.	7/1/2011	Tanah longsor
14.	27/6/2010	Puting beliung	109.	4/1/2011	Tanah longsor
15.	5/6/2010	Kebakaran	110.	3/1/2011	Banjir
16.	23/5/2010	Puting beliung	111.	3/1/2011	Puting beliung
17.	17/5/2010	Banjir	112.	3/1/2011	Tanah longsor
18.	17/5/2010	Tanah longsor	113.	2/1/2011	Puting beliung

No	Tanggal	Jenis bencana	No	Tanggal	Jenis bencana
19.	16/5/2010	Tanah longsor	114.	2/1/2011	Tanah longsor
20.	15/5/2010	Banjir	115.	1/8/2013	Kekeringan
21.	15/5/2010	Tanah longsor	116.	10/12/2012	Puting beliung
22.	14/5/2010	Banjir	117.	1/10/2012	Kekeringan
23.	14/5/2010	Tanah longsor	118.	1/9/2012	Kekeringan
24.	13/5/2010	Tanah longsor	119.	1/6/2012	Kekeringan
25.	12/5/2010	Tanah longsor	120.	17/4/2012	Puting beliung
26.	8/5/2010	Puting beliung	121.	3/4/2012	Banjir
27.	5/5/2010	Puting beliung	122.	2/4/2012	Puting beliung
28.	3/5/2010	Puting beliung	123.	6/3/2012	Tanah longsor
29.	2/5/2010	Kebakaran	124.	21/2/2012	Tanah longsor
30.	27/4/2010	Banjir	125.	20/2/2012	Banjir
31.	27/4/2010	Tanah longsor	126.	19/2/2012	Tanah longsor
32.	25/4/2010	Tanah longsor	127.	16/2/2012	Tanah longsor
33.	24/4/2010	Tanah longsor	128.	8/2/2012	Puting beliung
34.	23/4/2010	Tanah longsor	129.	6/2/2012	Tanah longsor
35.	18/4/2010	Tanah longsor	130.	29/1/2012	Puting beliung
36.	16/4/2010	Tanah longsor	131.	27/1/2012	Puting beliung
37.	12/4/2010	Kebakaran	132.	25/1/2012	Puting beliung
38.	7/4/2010	Tanah longsor	133.	21/1/2012	Tanah longsor
39.	5/4/2010	Puting beliung	134.	18/1/2012	Banjir
40.	5/4/2010	Tanah longsor	135.	17/1/2012	Tanah longsor
41.	4/4/2010	Tanah longsor	136.	15/1/2012	Puting beliung
42.	31/3/2010	Banjir	137.	15/1/2012	Tanah longsor
43.	30/3/2010	Tanah longsor	138.	13/1/2012	Puting beliung
44.	28/3/2010	Tanah longsor	139.	7/1/2012	Tanah longsor
45.	24/3/2010	Tanah longsor	140.	2/1/2012	Tanah longsor
46.	13/3/2010	Tanah longsor	141.	1/1/2012	Banjir
47.	12/2/2010	Puting beliung	142.	1/1/2012	Tanah longsor
48.	26/1/2010	Tanah longsor	143.	21/6/2013	Tanah longsor
49.	24/1/2010	Puting beliung	144.	13/6/2013	Tanah longsor
50.	20/1/2010	Tanah longsor	145.	30/5/2013	Tanah longsor
51.	18/1/2010	Banjir	146.	7/4/2013	Tanah longsor
52.	17/1/2010	Banjir	147.	7/3/2013	Tanah longsor
53.	17/1/2010	Puting beliung	148.	20/2/2013	Banjir
54.	15/1/2010	Puting beliung	149.	19/2/2013	Banjir
55.	13/1/2010	Puting beliung	150.	6/2/2013	Puting beliung
56.	12/1/2010	Puting beliung	151.	8/1/2013	Tanah longsor
57.	2/1/2010	Puting beliung	152.	6/1/2013	Banjir

No	Tanggal	Jenis bencana	No	Tanggal	Jenis bencana
58.	5/7/2011	Puting beliung	153.	29/12/2014	Puting beliung
59.	20/6/2011	Kebakaran	154.	28/12/2014	Tanah longsor
60.	16/5/2011	Puting beliung	155.	23/12/2014	Tanah longsor
61.	15/5/2011	Tanah longsor	156.	21/12/2014	Tanah longsor
62.	9/5/2011	Tanah longsor	157.	20/12/2014	Tanah longsor
63.	8/5/2011	Tanah longsor	158.	15/12/2014	Banjir dan tanah longsor
64.	7/5/2011	Banjir dan tanah longsor	159.	5/12/2014	Tanah longsor
65.	6/5/2011	Tanah longsor	160.	2/12/2014	Puting beliung
66.	4/5/2011	Kebakaran	161.	14/11/2014	Puting beliung
67.	1/5/2011	Banjir dan tanah longsor	162.	8/10/2014	Puting beliung
68.	1/5/2011	Kebakaran	163.	15/9/2014	Kebakaran hutan dan lahan
69.	20/4/2011	Tanah longsor	164.	1/9/2014	Kekeringan
70.	27/3/2011	Tanah longsor	165.	17/6/2014	Puting beliung
71.	26/3/2011	Tanah longsor	166.	12/4/2014	Puting beliung
72.	25/3/2011	Tanah longsor	167.	29/3/2014	Tanah longsor
73.	18/3/2011	Tanah longsor	168.	25/3/2014	Banjir
74.	17/3/2011	Tanah longsor	169.	25/3/2014	Tanah longsor
75.	15/3/2011	Tanah longsor	170.	11/8/2015	Puting beliung
76.	10/3/2011	Tanah longsor	171.	1/6/2015	Puting beliung
77.	9/3/2011	Tanah longsor	172.	1/5/2015	Tanah longsor
78.	8/3/2011	Tanah longsor	173.	1/5/2015	Tanah longsor
79.	7/3/2011	Tanah longsor	174.	14/4/2015	Tanah longsor
80.	5/3/2011	Tanah longsor	175.	11/4/2015	Puting beliung
81.	2/3/2011	Tanah longsor	176.	6/4/2015	Tanah longsor
82.	1/3/2011	Tanah longsor	177.	13/3/2015	Tanah longsor
83.	28/2/2011	Tanah longsor	178.	2/3/2015	Tanah longsor
84.	27/2/2011	Puting beliung	179.	1/3/2015	Tanah longsor
85.	26/2/2011	Tanah longsor	180.	19/2/2015	Tanah longsor
86.	25/2/2011	Tanah longsor	181.	15/2/2015	Puting beliung
87.	25/1/2011	Tanah longsor	182.	14/2/2015	Puting beliung
88.	24/1/2011	Puting beliung	183.	13/2/2015	Banjir
89.	23/1/2011	Banjir	184.	13/2/2015	Puting beliung
90.	23/1/2011	Tanah longsor	185.	12/2/2015	Tanah longsor
91.	20/1/2011	Puting beliung	186.	9/2/2015	Tanah longsor
92.	20/1/2011	Tanah longsor	187.	6/2/2015	Tanah longsor
93.	18/1/2011	Puting beliung	188.	31/1/2015	Tanah longsor
94.	18/1/2011	Tanah longsor	189.	23/1/2015	Tanah longsor
95.	17/1/2011	Banjir	190.	19/1/2015	Tanah longsor

**Membuat Matriks Data Bencana**

Tabel 2. Jumlah Bencana/ Total Bencana

Tahun	Banjir	Banjir & Tanah Longsor	Kebakaran Hutan & Lahan	Kekeringan	Puting Beliung	Tanah Longsor	Jumlah
2010	9	0	0	0	16	25	50
2011	3	2	0	0	15	34	54
2012	4	0	0	3	9	11	27
2013	3	0	0	1	1	6	11
2014	1	1	1	1	6	7	17
2015	1	0	0	0	6	14	21

Tabel 3. Peluang Bencana Masing-masing tahun

Tahun	Banjir	Banjir & Tanah Longsor	Kebakaran Hutan & Lahan	Kekeringan	Puting Beliung	Tanah Longsor	Jumlah
2010	0.18	0.00	0.00	0.00	0.32	0.50	1
2011	0.06	0.04	0.00	0.00	0.28	0.63	1
2012	0.15	0.00	0.00	0.11	0.33	0.41	1
2013	0.27	0.00	0.00	0.09	0.09	0.55	1
2014	0.06	0.06	0.06	0.06	0.35	0.41	1
2015	0.05	0.00	0.00	0.00	0.29	0.67	1

Berdasarkan perhitungan peluang bencana pada tabel 2 di atas, maka dapat diperoleh matriks bencana:

$$P = \begin{bmatrix} 0,18 & 0 & 0 & 0 & 0,32 & 0,50 \\ 0,06 & 0,04 & 0 & 0 & 0,28 & 0,63 \\ 0,15 & 0 & 0 & 0,11 & 0,33 & 0,41 \\ 0,27 & 0 & 0 & 0,09 & 0,09 & 0,55 \\ 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,35 & 0,41 \\ 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0,29 & 0,67 \end{bmatrix}$$

**Mengalikan State Bencana dengan Matriks Data Bencana**

State bencana  $\pi(0)$  adalah jenis bencana yang dilambangkan dengan bilangan biner 0 atau 1. Dalam hal ini isi state bencana untuk prediksi Kabupaten Wonogiri ada tiga, yaitu Banjir, Banjir dan Tanah Longsor, Kebakaran Hutan dan Lahan, Kekeringan, Angin Putting Beliung, Tanah Longsor. Dilambangkan dengan bilangan biner adalah [0, 0, 0].

**Kemungkinan Bencana di Tahun 2016 dan 2019**

a) Kemungkinan bencana di tahun 2016 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \pi(1) &= \pi(0)P \\ &= [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0] \times \begin{bmatrix} 0,18 & 0 & 0 & 0 & 0,32 & 0,50 \\ 0,06 & 0,04 & 0 & 0 & 0,28 & 0,63 \\ 0,15 & 0 & 0 & 0,11 & 0,33 & 0,41 \\ 0,27 & 0 & 0 & 0,09 & 0,09 & 0,55 \\ 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,35 & 0,41 \\ 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0,29 & 0,67 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$= [0,18 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0,32 \ 0,50]$$

Untuk membuat probabilitas menjadi persentase, maka hasil dari  $\pi(1)$  dikalikan dengan 100%

$$\pi(1) \times 100\% = [18\% \ 0\% \ 0\% \ 0\% \ 32\% \ 50\%]$$

Jadi kemungkinan banjir di tahun 2016 yaitu 18%, kemungkinan angin puting beliung sebesar 32%, dan kemungkinan tanah longsor sebesar 50%.

b) Kemungkinan bencana di tahun 2017 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\pi(1) = \pi(0)P$$

$$= [0,18 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0,32 \ 0,50] \times \begin{bmatrix} 0,18 & 0 & 0 & 0 & 0,32 & 0,50 \\ 0,06 & 0,04 & 0 & 0 & 0,28 & 0,63 \\ 0,15 & 0 & 0 & 0,11 & 0,33 & 0,41 \\ 0,27 & 0 & 0 & 0,09 & 0,09 & 0,55 \\ 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,35 & 0,41 \\ 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0,29 & 0,61 \end{bmatrix}$$

$$= [0,08 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,31 \ 0,56]$$

Untuk membuat probabilitas menjadi persentase, maka hasil dari  $\pi(1)$  dikalikan dengan 100%

$$\pi(1) \times 100\% = [8\% \ 2\% \ 2\% \ 2\% \ 31\% \ 56\%]$$

Jadi kemungkinan banjir di tahun 2017 yaitu 8%, kemungkinan banjir dan tanah longsor 2%, kemungkinan kebakaran 2%, kemungkinan kekeringan 2%, kemungkinan angin puting beliung sebesar 31%, dan kemungkinan tanah longsor sebesar 56%.

c) Kemungkinan bencana di tahun 2018 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\pi(1) = \pi(0)P$$

$$= [0,08 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,31 \ 0,56] \times \begin{bmatrix} 0,18 & 0 & 0 & 0 & 0,32 & 0,50 \\ 0,06 & 0,04 & 0 & 0 & 0,28 & 0,63 \\ 0,15 & 0 & 0 & 0,11 & 0,33 & 0,41 \\ 0,27 & 0 & 0 & 0,09 & 0,09 & 0,55 \\ 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,35 & 0,41 \\ 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0,29 & 0,61 \end{bmatrix}$$

$$= [0,07 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,31 \ 0,57]$$

Untuk membuat probabilitas menjadi persentase, maka hasil dari  $\pi(1)$  dikalikan dengan 100%

$$\pi(1) \times 100\% = [7\% \ 2\% \ 2\% \ 2\% \ 31\% \ 57\%]$$

Jadi kemungkinan banjir di tahun 2018 yaitu 7%, kemungkinan banjir dan tanah longsor 2%, kemungkinan kebakaran 2%, kemungkinan kekeringan 2%, kemungkinan angin puting beliung sebesar 31%, dan kemungkinan tanah longsor sebesar 57%.

d) Kemungkinan bencana di tahun 2019 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\pi(1) = \pi(0)P$$

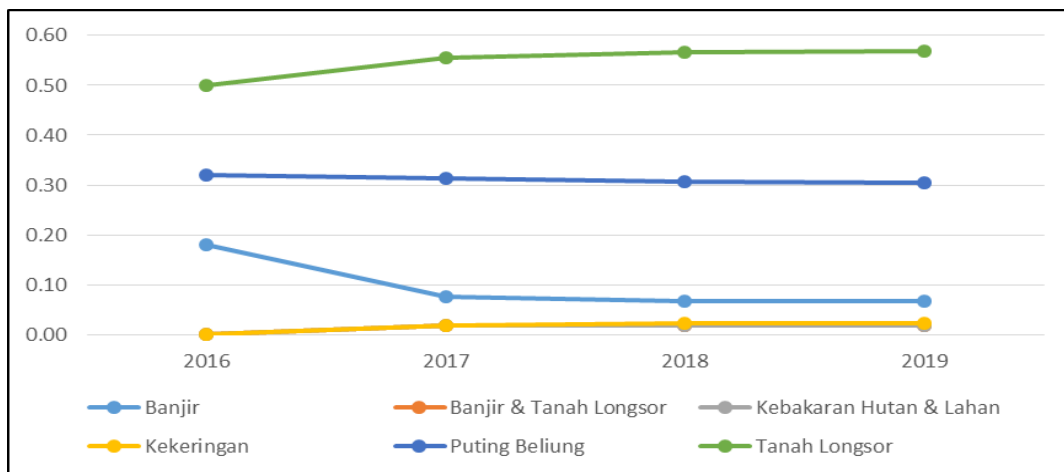
$$= [0,07 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,31 \ 0,57] \times \begin{bmatrix} 0,18 & 0 & 0 & 0 & 0,32 & 0,50 \\ 0,06 & 0,04 & 0 & 0 & 0,28 & 0,63 \\ 0,15 & 0 & 0 & 0,11 & 0,33 & 0,41 \\ 0,27 & 0 & 0 & 0,09 & 0,09 & 0,55 \\ 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0,35 & 0,41 \\ 0,05 & 0 & 0 & 0 & 0,29 & 0,61 \end{bmatrix}$$

$$= [0,07 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,02 \ 0,31 \ 0,57]$$

Untuk membuat probabilitas menjadi persentase, maka hasil dari  $\pi(1)$  dikalikan dengan 100%

$$\pi(1) \times 100\% = [7\% \ 2\% \ 2\% \ 2\% \ 31\% \ 57\%]$$

Jadi kemungkinan banjir di tahun 2017 yaitu 7%, kemungkinan banjir dan tanah longsor 2%, kemungkinan kebakaran 2%, kemungkinan kekeringan 2%, kemungkinan angin puting beliung sebesar 31%, dan kemungkinan tanah longsor sebesar 57%.



Gambar 1. Grafik Prediksi Probabilitas Terjadinya Bencana di Kabupaten Wonogiri Tahun 2016-2019

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dengan konsep markov chains, maka diperoleh kesimpulan bahwa bencana banjir akan mengalami penurunan sebesar 11% dari tahun 2016 sampai dengan 2019. Bencana banjir dan tanah longsor, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan akan meningkat menjadi masing-masing 2% pada tahun 2019. Untuk bencana angin puting beliung, mengalami sedikit penurunan sebesar 1% dari tahun 2016 sampai dengan 2019, sedangkan untuk bencana tanah longsor mengalami peningkatan sebesar 1% menjadi 57% pada tahun 2019.

Dapat kita lihat bahwa persentase bencana tanah longsor mendominasi bencana yang terjadi di Kabupaten Wonogiri. Hal tersebut dikarenakan keadaan geografis Kabupaten Wonogiri yang terdiri dari gunung dan bukit memberikan pengaruh yang tinggi untuk terjadi bencana tanah longsor. Posisi kedua diduduki oleh bencana angin puting beliung, dengan persentase kemungkinan terjadi sebesar 31% pada tahun 2019. Posisi ketiga yaitu bencana banjir dengan persentase 7% pada tahun 2019.

### Ucapan Terimakasih

Dalam penyusunan tulisan ini, banyak pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada seluruh dosen dan pimpinan Jurusan Statistika Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

### Daftar Pustaka

- [1] Webopedia. What is data mining: a word definition from the webopedia computer dictionary. <http://www.webopedia.com/TERM/D/>, Desember 2004.
- [2] Markov. Rantai markov diskrit. www.oc.its.ac.id, Juni 2008.
- [3] Markov chains. www.dartmouth.edu
- [4] Agustin, Ika Hesti. 2010. *Peluang Peningkatan Tenaga Kerja di Indonesia dengan Metode Rantai Markov*. (Online). <http://library.unej.ac.id/client/search/asset/420>. (diakses pada tanggal 12 Juli 2016 pukul 20.00).
- [5] Nawangsari, Sri, dkk. *Konsep Markov Chains untuk Menyelesaikan Prediksi Bencana Alam di Wilayah Indonesia dengan Studi Kasus Kota Madya Jakarta Utara*. (Online) <http://library.unej.ac.id/client/search/asset/420> (diakses pada tanggal 19 Juli 2016 pukul 18.00).
- [6] *90 Persen Daerah Wonogiri Rawan Bencana Alam*. 2011. (Online) <http://ediscetak.joglosemar.co/berita/90-persen-daerah-wonogiri-rawan-bencana-alam-58766.html>. (diakses pada tanggal 19 Juli 2016 pukul 19.10).
- [7] *Indeks Bencana Skor Tinggi. 2016*. (Online) <http://berita.suaramerdeka.com/smcetak/indeks-skor-bencana-alam-wonogiri-tinggi/> (diakses pada tanggal 20 Juli 2016 pukul 20.00).