

Implementasi Algoritma *Markov Chains* untuk Prediksi Kejadian Bencana Alam di Provinsi Riau

Mustakim¹, Insanul Kamila², Aditya Ramadhan³ Eeno Irwandi⁴

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Jl. HR. Soebrantas Km. 18 Panam Pekanbaru – Riau
e-mail: ¹ mustakim@uin-suska.ac.id, ² insanulkamila17@gmail.com, ³ aditya.ramadhan@students.uin-suska.ac.id, ⁴ waeerno@gmail.com

Abstrak

Bencana alam mengakibatkan kerugian yang sangat besar, baik dari segi materi maupun jumlah korban. Dilihat dari aspek geografis, klimatologis dan demografis, negara Republik Indonesia terletak di daerah rawan bencana. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), tercatat pada tahun 2018 telah terjadi sejumlah 1.227 kejadian bencana alam di Indonesia hingga bulan September. Sementara untuk Provinsi Riau telah terjadi sebanyak 24 kejadian. Teknik *Markov Chain* dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan-perubahan di waktu yang akan datang dalam *variable-variable* dinamis atas dasar perubahan-perubahan dari *variabel-variabel* dinamis tersebut di waktu yang lalu. Perhitungan final Rantai *Markov* diperoleh hasil 36,79% banjir, 4,09% gelombang abrasi, 23,80% Karhutla, 26,49% Puting Beliung dan 8,83% Tanah Longsor, untuk prediksi bencana alam pada Tahun 2018. Sedangkan prediksi kejadian bencana di Provinsi Riau pada tahun 2019 diperoleh hasil 43,39% banjir, 2,52% gelombang abrasi, 16,72% kebakaran hutan dan lahan, 30,40% puting beliung dan 6,96% tanah longsor.

Kata kunci: Bencana Alam, Data Mining, *Markov Chain*, Riau

Abstract

Natural Disasters cause the huge losses, in terms of material and casualties. From the geographical, climatological and demographic aspects, the Republic of Indonesia is located in a disaster-prone area. Based on data from the National Disaster Management Authority (BNPB), it was posted that in 2018 has been occurred 1,227 natural disasters in Indonesia until September. While in Riau Province has 24 incidents. *Markov Chain* techniques can be used to estimate future changes in dynamic variables basis of dynamic variables changes in the past. The final *Markov Chain* calculation for natural disasters in Riau Province obtained results 36.79% of floods, 4.09% of abrasion waves, 23.80% of forest and land fires, 26.49% of whirlwinds and 8.83% of Landslides, for predictions in 2018. While predictions in 2019 results in 43.39% of floods, 2.52% abrasion waves, 16.72% forest and land fires, 30.40% whirlwinds and 6.96% landslides.

Kata kunci: Natural Disasters, Data Mining, *Markov Chain*, Riau

1. Pendahuluan

Bencana alam mengakibatkan kerugian yang sangat besar, baik dari segi materi maupun jumlah korban. Dilihat dari aspek geografis, klimatologis dan demografis, negara Republik Indonesia terletak di daerah rawan bencana. Berbagai jenis kejadian bencana telah terjadi di Indonesia, baik bencana alam, bencana karena kegagalan teknologi maupun bencana karena ulah manusia sendiri. Bencana alam merupakan bencana yang disebabkan oleh perubahan kondisi alamiah alam semesta, seperti angin, tanah, air, dan api. Perubahan kondisi dari keempat faktor ini dapat menyebabkan berbagai macam bencana, seperti angin topan, badai, erosi, longsor, banjir, kebakaran dan letusan gunung berapi[1].

Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), tercatat pada tahun 2018 telah terjadi sejumlah 1.227 kejadian bencana alam di Indonesia hingga bulan September. Sementara untuk Provinsi Riau telah terjadi sebanyak 24 kejadian[2]. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Riau mencatat bencana alam yang terjadi pada akhir tahun 2017 hingga awal bulan 2018 digolongkan kedalam 3 macam yaitu banjir, kebakaran permukiman, dan kebakaran lahan. Hal ini dapat mengakibatkan sejumlah korban jiwa dan beberapa gangguan kesehatan secara signifikan baik dalam waktu dekat maupun beberapa waktu mendatang.

Tidak hanya menimbulkan korban jiwa dan gangguan kesehatan, bencana alam juga meningkatkan masalah diberbagai bidang, seperti pendidikan, ekonomi, industri, pertanian dan lain sebagainya sehingga perlu dilakukan berbagai upaya penanggulangan bencana. Dalam

upaya penanggulangan bencana, ada tiga siklus kegiatan yang harus dilakukan yaitu pra bencana, saat bencana dan pasca bencana, kegiatan ini guna mencegah, mengurangi, menghindari, dan memulihkan diri dari dampak bencana[1]. Penanggulan bencana atau mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Upaya untuk mengurangi resiko banjir pada suatu wilayah salah satunya yaitu dengan melakukan prediksi kejadian-kejadian bencana tersebut untuk beberapa tahun kedepan.

Dalam dunia teknologi dan informasi, prediksi dapat dilakukan dengan pendekatan teknik Data Mining. Salah satu metode yang mudah digunakan adalah metode Markov Chains, dimana metode ini membandingkan keadaan sebelumnya dengan keadaan sekarang secara diskrit maupun kontinyu[3].

Markov Chains atau biasa disebut rantai markov adalah suatu teknik riset yang menggunakan gejala Brownian atau gerakan lurus secara terus-menerus tetapi tidak beraturan untuk segala jenis sistem dan proses bisnis dalam menjelaskan perubahan yang akan terjadi di masa yang akan datang[4]. Untuk proses Markov, probabilitas kondisi yang diberikan pada saat tertentu dapat disimpulkan dari informasi mengenai kondisi sebelumnya. Rantai Markov mewakili suatu sistem elemen yang bergerak dari satu kejadian untuk berikutnya dari waktu ke waktu.

Penelitian menggunakan metode Markov Chain pernah dilakukan oleh Johannes Fernandes Andry pada tahun 2015. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa Model Markov dalam penelitian tersebut dapat digunakan sebagai model untuk memotret pergerakan pelanggan toko *e-commerce* pada tahun 2014 dan juga untuk prediksi di tahun mendatang seperti tahun 2015, 2016 dan seterusnya[5].

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai metode Markov Chains oleh Petronella Mira Melati dan Maria Titah Jatipaningrum, penelitian ini menghasilkan prediksi bencana alam pada Kabupaten Wonogiri dengan 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 putting 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 [6].

Dengan menerapkan metode Markov Chain, penelitian ini akan memprediksi bencana alam yang terjadi di Provinsi Riau untuk beberapa tahun kedepan dengan melakukan perbandingan data. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi masyarakat dan pihak terkait sebagai indikator untuk mengantisipasi, mencegah dan mengurangi dampak bencana alam serta dapat meningkatkan kesadaran pemahaman terutama pada penduduk di daerah rawan bencana.

2. Tinjauan Pustaka 2.1 Data Mining

Data mining adalah ekstraksi dari suatu pola atau pengetahuan yang menarik dan bersifat biasa, implisit, tidak diketahui sebelumnya tetapi memiliki potensi bermanfaat dari sejumlah data yang banyak[7]. Data mining merupakan proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan *machine learning* untuk mengekstrasi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat bagi pengetahuan yang terkait dari berbagai database dengan kapasitas besar[8]. Dalam *data mining* terdapat suatu metode yang digunakan untuk melakukan prediksi, salah satunya adalah Markov Chain.

2.2 Markov Chain

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. Rantai Markov adalah proses stokastik yang dapat diparameterisasi berdasarkan kejadian sebelumnya dengan memperkirakan probabilitas transisi antara keadaan diskrit dalam sistem yang diamati. Rantai Markov dari orde pertama untuk kejadian berikutnya hanya bergantung pada kejadian yang sebelumnya. Rantai Markov untuk urutan kedua atau lebih tinggi adalah proses di mana keadaan berikutnya tergantung pada dua atau lebih dari yang sebelumnya.

Misalkan $X(t)$ menjadi proses stokastik, yang memiliki ruang status diskrit $S = \{1, 2, \dots, K\}$. Secara umum, untuk urutan poin waktu tertentu $t_1 < t_2 < \dots < t_{n-1} < t_n$, probabilitas bersyarat harus sebagai berikut:

$$Pr\{X(t_n) = i_n | X(t_1) = i_1, \dots, X(t_{n-1}) = i_{n-1}\} = Pr\{X(t_n) = i_n | X(t_{n-1}) = i_{n-1}\}$$

Probabilitas kondisional $Pr\{X(t) = j | X(s) = i\} = P_{ij}(s, t)$ disebut probabilitas transisi dari orde $r = t - s$ dari state i ke state j untuk semua indeks $0 \leq s < t$, dengan $1 \leq i$ dan $j \leq k$. Kemudian dilambangkan sebagai matriks transisi P . Untuk keadaan k , matriks transisi orde pertama P memiliki ukuran $k \times k$ seperti bentuk berikut:

$$P = \begin{bmatrix} p_{1,1} & \dots & p_{1,k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k,1} & \dots & p_{k,k} \end{bmatrix}$$

Probabilitas kejadian pada waktu t dapat diperkirakan dari frekuensi relatif kejadian k . Jika n_{ij} adalah jumlah transisi dari kejadian i ke j dalam urutan data kecepatan, perkiraan kemungkinan maksimum probabilitas transisi adalah:

$$P_{ij} = n_{ij} / \sum_j n_{ij}$$

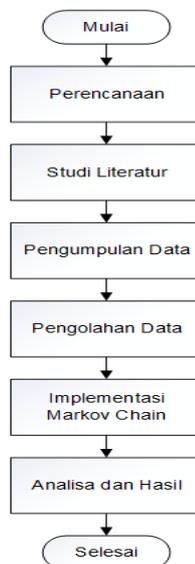
Probabilitas kumulatif ini dapat digunakan dalam menentukan bencana alam Provinsi Riau ditahun mendatang[9].

2.4 Bencana Alam

Berdasarkan UU RI Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana bahwa bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologi. Sedangkan bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor[10].

3. Metode Penelitian

Metodologi yang diterapkan dalam melakukan penelitian ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1 Metodologi Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan 4.1 Data yang digunakan

Pengumpulan data merupakan tahapan untuk mendapatkan data yang digunakan dalam melakukan penelitian setelah melakukan perencanaan. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Melakukan pengambilan data sekunder dari website resmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (<http://dibi.bnpb.go.id/>)
- Menghitung jumlah bencana untuk masing-masing bencana di setiap tahun dari tahun 2013 – 2017
- Menghitung peluang atau persentase masing-masing bencana setiap tahun
- Mengalikan matriks state bencana dengan matriks data bencana

Tabel 1. Data yang digunakan

No	Tahun	Daerah	Kejadian
1	2013	Indragiri Hulu	Banjir
2	2013	Kuantan	Banjir
3	2013	Singingi	Banjir
4	2013	Kampar	Banjir
5	2013	Rokan Hulu	Banjir
6	2013	Indragiri Hulu	Puting Beliung
7	2013	Kota Pekanbaru	Banjir
...
109	2017	Bengkalis	Puting Beliung

4.1 Markov Chain

Membuat matriks awal kejadian bencana alam sesuai tahun kejadian merupakan langkah pertama untuk memasuki perhitungan selanjutnya.

Tabel 2. Matriks Kejadian bencana

Tahun	Kejadian					Total
	Banjir	Gelombang Abrasi	Karhutla	Puting Beliung	Tanah Longsor	
2013	14	0	11	8	1	34
2014	12	1	3	10	3	29
2015	9	1	1	6	1	18
2016	10	1	2	9	3	25
2017	17	0	4	12	4	37

Kemudian membuat hasil perbandingan matriks dengan total kejadian masing-masing bencana alam tiap tahunnya.

Tabel 3. Hasil perbandingan matriks dengan total kejadian

Tahun	Kejadian				
	Banjir	Gelombang Abrasi	Karhutla	Puting Beliung	Tanah Longsor
2013	0,412	0,000	0,324	0,235	0,029
2014	0,414	0,034	0,103	0,345	0,103
2015	0,500	0,056	0,056	0,333	0,056
2016	0,040	0,040	0,080	0,360	0,120
2017	0,459	0,0000	0,108	0,324	0,108

Dari tabel diatas didapatkan matriks hasil kejadian sebagai berikut:

$$P = \begin{matrix} 0,412 & 0,000 & 0,324 & 0,235 & 0,029 \\ 0,414 & 0,034 & 0,013 & 0,345 & 0,103 \\ 0,500 & 0,056 & 0,056 & 0,333 & 0,056 \end{matrix}$$

0,040 0,040 0,080 0,360 0,120
 0,459 0,000 0,108 0,324 0,108

Selanjutnya adalah mengalikan state kejadian dengan matriks kejadian. State kejadian ($\pi(0)$) adalah jenis kejadian yang dilambangkan dengan bilangan biner 0 atau 1. Pada kondisi ini isi state kejadian untuk prediksi Bencana alam ada lima, yaitu banjir, gelombang abrasi, karhutla, puting beliung dan tanah longsor.

Bagian akhir adalah prediksi kemungkinan bencana alam yang akan muncul ditahun 2018. dihitung dengan cara : $\pi(1) = \pi(0) \cdot P$ Didapatkan hasil sebagai berikut:

1	0	0	0	0	=	0,412	0,000	0,324	0,235	0,029
0	1	0	0	0	=	0,414	0,034	0,013	0,345	0,103
0	0	1	0	0	=	0,500	0,056	0,056	0,333	0,056
0	0	0	1	0	=	0,040	0,040	0,080	0,360	0,120
0	0	0	0	1	=	0,459	0,000	0,108	0,324	0,108

Hasil akhir dari perhitungan adalah:

$$P_{2018} = [0,500 \ 0,056 \ 0,324 \ 0,360 \ 0,120]$$

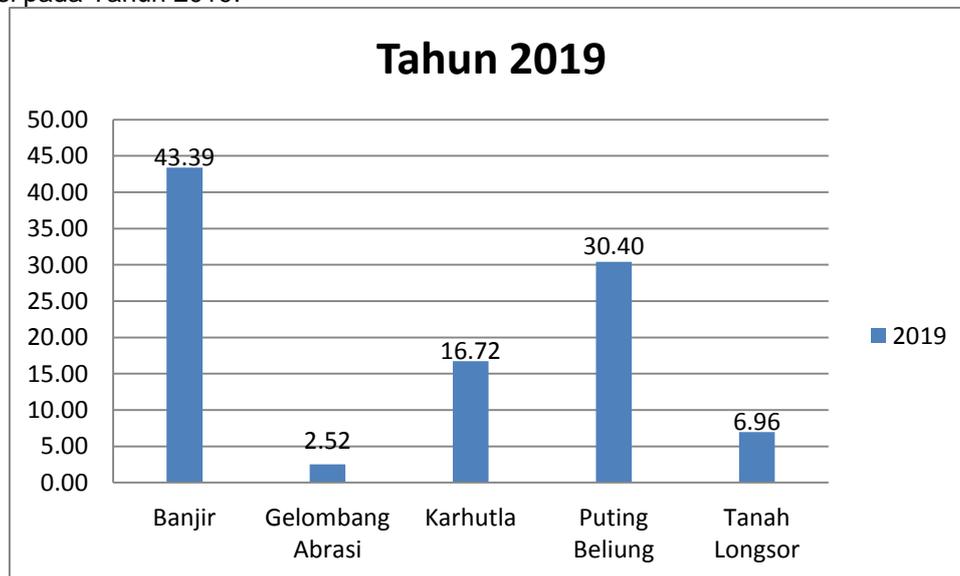
Untuk mendapatkan hasil dalam bentuk persentase, maka kalikan hasil $\pi(1)$ sebelumnya dengan 100%. Hasil diatas jika dijadikan kedalam persentase akan menghasilkan data kemungkinan sebagai berikut:

$$P_{2018} = 50\% \ 5,56\% \ 32,4\% \ 36\% \ 12\% = 135,908\%$$

Adapun jika dijadikan dalam hasil total 100%, dapat dilakukan perhitungan dengan cara setiap kemungkinan dibagi dengan total kemungkinan kejadian. Hasilnya adalah sebagai berikut:

$$P_{2018} = 36,8\% \ 4,1\% \ 23,8\% \ 26,5\% \ 8,8\% = 100,0\%$$

Sedangkan untuk prediksi bencana alam pada Tahun 2019, dapat dihitung dengan perkalian antara hasil prediksi Tahun 2018 dengan matriks hasil kejadian. Berikut diagram hasil prediksi pada Tahun 2019.



Gambar 2 Diagram Hasil Prediksi Tahun 2019

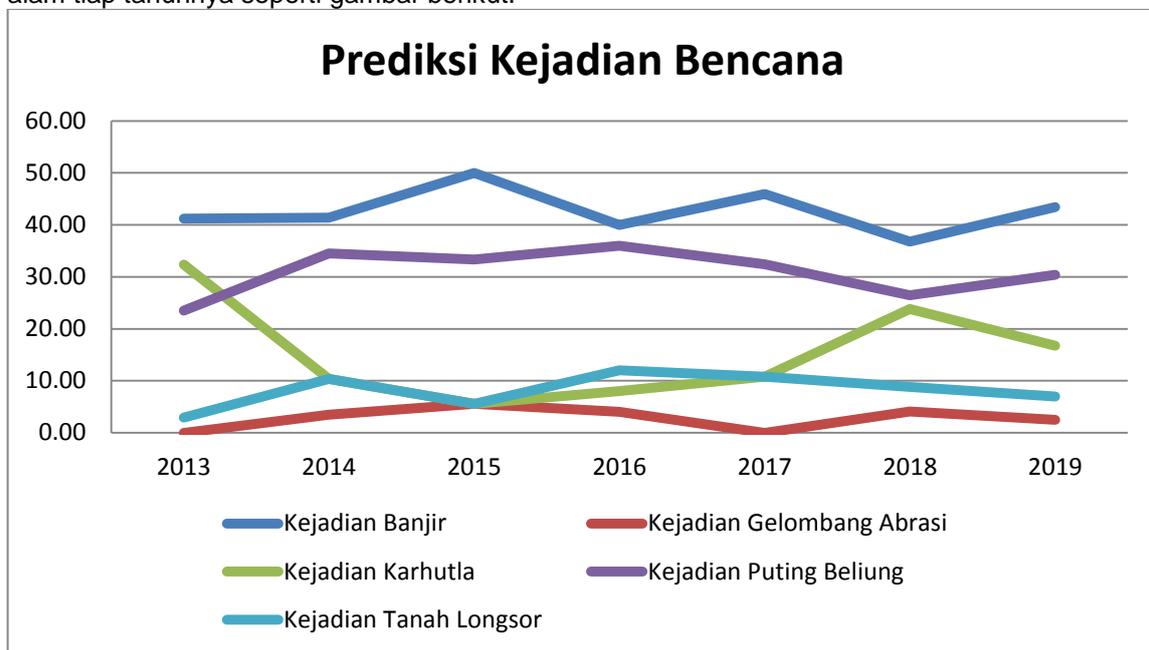
Diagram diatas memperlihatkan prediksi kejadian bencana alam di Provinsi Riau pada tahun 2019 mendatang yaitu, 43,4% banjir, 2,5% gelombang abrasi, 16,7% kebakaran hutan dan lahan, 30,4% puting beliung dan 6,9% tanah longsor. Adapun hasil rekapitulasi kejadian bencana alam di Provinsi Riau dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi kejadian bencana alam di Provinsi Riau

Tahun	Kejadian (%)				
	Banjir	Gelombang Abrasi	Karhutla	Puting Beliung	Tanah Longsor
2013	41.18	0.00	32.35	23.53	2.94
2014	41.38	3.45	10.34	34.48	10.34

2015	50.00	5.56	5.56	33.33	5.56
2016	40.00	4.00	8.00	36.00	12.00
2017	45.95	0.00	10.81	32.43	10.81
2018	36.79	4.09	23.80	26.49	8.83
2019	43.39	2.52	16.72	30.40	6.96

Jika dilihat secara grafik, dapat dilihat kenaikan dan penurunan pada kejadian bencana alam tiap tahunnya seperti gambar berikut.



Gambar 3 Grafik prediksi probabilitas terjadinya bencana di Provinsi Riau hingga tahun 2019

5. Kesimpulan

Dari pembahasan yang disampaikan, dapat disimpulkan bahwa Markov Chain dapat melakukan perhitungan untuk memprediksi kejadian bencana alam yang ada di Provinsi Riau. Metode Markov Chains merupakan metode prediksi yang berdasarkan atas skala data, dan hasil kemungkinan metode tidak dapat dijadikan acuan yang akurat atau 100% benar.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan konsep Markov Chain, maka diperoleh kesimpulan bahwa bencana banjir akan mengalami penurunan sebesar 10% pada tahun 2018 namun terjadi kenaikan pada tahun 2019 sebesar 7%. Bencana Abrasi mengalami kenaikan hingga 4% pada tahun 2018 dan kembali menurun 2% pada tahun 2019. Bencana kebakaran hutan dan lahan diprediksi akan mengalami kenaikan sebesar 13% pada tahun 2018, tetapi kembali mengalami penurunan pada tahun 2019 sebesar 7%. Pada bencana puting beliung dan tanah longsor mengalami penurunan yang signifikan pada tahun 2018 yaitu masing-masing sebanyak 6% dan 2%. Sementara pada tahun 2019 bencana puting beliung mengalami kenaikan sebanyak 4% dan bencana tanah longsor kembali mengalami penurunan sebanyak 2%.

Dapat kita lihat bahwa persentase bencana banjir mendominasi bencana yang terjadi di Provinsi Riau. Hal tersebut dikarenakan keadaan geografis Provinsi Riau yang terdiri dari daratan rendah dan intensitas hujan yang tinggi menjadi pengaruh yang tinggi pula untuk terjadi bencana banjir. Sedangkan posisi kedua diduduki oleh bencana puting beliung pada tahun 2019.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau atas fasilitas dan dukungan dari pimpinan. Demikian juga ucapan terima kasih kepada Tim Puzzle Research Data Technology (PREDATECH) Fakultas

Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau atas segala masukan, dukungan moral dan materi, koreksi dan bantuan dalam kegiatan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Afif, Muhammad Faishal. "Penerapan Algoritma Self Organizing Map Dalam Memetakan Daerah Rawan Bencana Alam Tanah Longsor di Indonesia". Skripsi. FMIPA-UNY, Yogyakarta. 2017
- [2] Data Indeks Bencana Indonesia (<http://dibi.bnpb.go.id/>) diakses pada tanggal 28 September 2018 Pukul 14.00 WIB
- [3] Mustakim Dan Syaifullah. *Pengembangan Aplikasi Prediksi Penyakit Berbahaya Di Provinsi Riau Berdasarkan Model Markov Chains*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi, Vol. 1, No. 1, Februari 2015, Pp.10-16
- [4] Siswanto, 2007. Operation Research Jilid I. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [5] Andry, Johanes Fernandes. *Implementasi Penerapan Markov Chain Pada Database Marketing Studi Kasus Pelanggan E-Commerce*. Jurnal Teknologi Informasi. Volume 11, Nomor 2, Agustus 2015
- [6] Melati, Petronella Mira & Jatipaningrum, Maria Titah. *Prediksi Bencana Alam Di Wilayah Kabupaten Wonogiri Dengan Konsep Markov Chains*. Jurnal Statistika Industri dan Komputasi. Volume 3, No. 1, Januari 2018, Pp. 63-70.
- [7] Han, Jiawei., Kamber, Micheline., dan Jian Pei. 2012. *Data Mining : Concepts and techniques*. USA : Elsevier Inc.
- [8] Rahayu, Gusni dan Mustakim. *Principal Component Analysis untuk Dimensi reduksi Data Clustering Sebagai Pemetaan Persentase Sertifikasi Guru di Indonesia*. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri 9 halaman 186-193. 2017
- [9] Shamshad, A., Bawadi, M.A., Hussin, Wan W.M.A., Majid, T.A., & Sanusi, S.A.M. *First and second order Markov chain models for synthetic generation of wind speed time series*. Elsevier. 694-708. 2005.
- [10] Pemerintah Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana. Jakarta.