

The Implementation of Markov Chain for Prediction on Chemistry of Hemorrhagic Figure Case In Bengkalis District

Implementasi Markov Chain untuk Prediksi Kasus Penderita Demam Berdarah Dengue di Kabupaten Bengkalis

Trio Laksono^{1*}, Said Thaufik Rizaldi², Muhammad Arifin³

¹Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Bengkalis, Indonesia

²Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia

³Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Bengkalis, Indonesia

E-mail: laksonotrio14@gmail.com¹, 11753101376@students.uin-suska.ac.id²,
muhammad.arifin@gmail.com³

Received February 22th 2021; Revised February 25th 2021; Accepted February 28th 2021
Corresponding Author: Trio Laksono

Abstract

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is a contagious disease caused by the Dengue virus and transmitted by the Aedes Aegypti mosquito, characterized by a fever of 2-7 days and a decrease in the platelet count. The number of dengue cases in Bengkalis Regency is too high that in 2014 Bengkalis was designated as an Extraordinary Event of DHF. Bengkalis Health Office has made prevention efforts, but dengue cases still continue to occur and cause casualties. For this reason, a prediction is needed that can be used as a reference for handling dengue cases in the future. The purpose of this study is to see the rate of increase in dengue cases in 2016 and implement the prediction results into the system. The prediction method used in this research is the Markov Chain method. The method compares DHF data in the previous state with the present state discretely or continuously. The results obtained in this study are the prediction of the Bengkalis DHF cases in 2016, and also a DHF prediction information system. The prediction figure obtained for 2016 is 343 cases. Based on the results of the predictions made, it is known that the cases of dengue fever in Bengkalis Regency have increased in January 2016 then decreased in February 2016.

Keywords: *Aedes Aegypti, Bengkalis, Dengue Hemorrhagic Fever, Markov Chain, Prediction.*

Abstrak

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan penyakit yang diakibatkan oleh virus *Dengue* serta ditularkan oleh nyamuk *Aedes Aegypti*, diikuti dengan demam 2–7 hari serta pengurangan jumlah trombosit. Angka pesakitan DBD di Kabupaten Bengkalis sangat besar sehingga pada Tahun 2014 Bengkalis diresmikan selaku Peristiwa Luar Biasa DBD. Dinas Kesehatan Bengkalis telah menerapkan upaya-upaya penghindaran, akan tetapi permasalahan DBD masih saja terus berlangsung serta memunculkan korban jiwa. Buat itu hingga dibutuhkan suatu prediksi yang dapat dijadikan acuan buat menanggulangi permasalahan DBD di masa mendatang. Tujuan dari riset ini yakni buat memandang angka peningkatan permasalahan DBD Tahun 2016 serta mengimplementasikan hasil prediksi kedalam sistem. Tata cara prediksi yang digunakan dalam riset ini yakni tata cara Markov Chain. Tata cara ini menyamakan informasi DBD pada kondisi tadinya dengan kondisi saat ini secara diskrit ataupun kontinyu. Hasil yang didapat dalam riset ini yakni prediksi permasalahan DBD Kabupaten Bengkalis pada Tahun 2016, serta pula suatu sistem data prediksi DBD. Angka prediksi yang diperoleh buat tahun 2016 yakni sebesar 343 permasalahan. Bersumber pada hasil prediksi yang dicoba, dikenal kalau permasalahan DBD di Kabupaten Bengkalis hadapi kenaikan pada Bulan Januari 2016 setelah itu hadapi penyusutan pada Bulan Februari 2016.

Kata Kunci: *Aedes Aegypti, Bengkalis, Demam Berdarah Dengue, Markov Chain, Prediksi.*

1. PENDAHULUAN

Kesehatan ialah sesuatu yang sangat berarti untuk manusia. Banyak metode yang dicoba manusia buat menjauhi terjangkitnya dari sesuatu penyakit, paling utama yakni penyakit yang beresiko. Salah satu penyakit beresiko yang terdapat di dunia ini yakni penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Bagi Kementerian

Kesehatan Republik Indonesia (2013) DBD merupakan penyakit meluas yang diakibatkan oleh virus *dengue* serta ditularkan oleh nyamuk *Aedes Aegypti*, yang diisyrati dengan demam 2–7 hari diiringi dengan perwujudan perdarahan, penyusutan jumlah trombosit $<100.000/mm^3$, terdapatnya kebocoran plasma diisyrati kenaikan hematokrit $\geq 20\%$ dari nilai wajar[3].

Nyamuk *Aedes Aegypti* tumbuh dimusim hujan dengan menyebarkan jentik nyamuk pada genangan air yang bersih. Curah hujan yang banyak serta area yang tidak bersih sangat pengaruhi keberadaan Nyamuk *Aedes Aegypti*[2]. Penyakit DBD dapat melanda semua golongan secara luas. Salah satu Kabupaten yang mempunyai permasalahan DBD di Provinsi Riau yakni Kabupaten Bengkalis. Permasalahan DBD di Kabupaten Bengkalis hadapi penyusutan lebih dari separuh peristiwa pada Tahun 2012- 2013 setelah itu hadapi kenaikan nyaris 4 kali lipat pada Tahun 2014 ialah sebanyak 590 permasalahan bila dibanding dengan Tahun 2013 yang cuma sebanyak 158 permasalahan. Ini ialah sesuatu peristiwa luar biasa buat penyakit DBD di Bengkalis. Kemudian jumlah ini menyusut sedikit pada Tahun 2015 sebanyak 570 permasalahan DBD.

Penindakan yang dicoba oleh Dinas Kesehatan (Dinkes) Kabupaten Bengkalis yakni melaksanakan *fogging* kedaerah yang terkena penyakit DBD, membagikan materi sosialisasi guna melindungi area senantiasanya bersih sehingga nyamuk *Aedes Aegypti* tidak dapat tumbuh biak. Tidak hanya penindakan yang dicoba di atas, pastinya Dinkes butuh melaksanakan persiapan yang sangat baik bila seketika DBD menungkat sebagian kali lipat. Sebab bila perihal itu tidak dicoba hingga puskesmas serta rumah sakit hendak kekurangan sarana serta tenaga kerja. Dampaknya sebagian penderita lagi dirawat serta dikirim kembali tanpa uji serologi yang sesungguhnya buat mengkonfirmasi virus *dengue* [1]. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu prediksi tentang jumlah permasalahan DBD pada waktu mendatang sehingga Dinkes dapat melaksanakan persiapan buat menghadapi permasalahan DBD berikutnya. Prediksi dinilai sangat berarti guna korban dari penderita DBD dapat menurun. Dengan dikerjakannya prediksi pasti saja permasalahan DBD dapat diperkirakan jumlahnya. Dengan terdapatnya ditaksir jumlah pengidap DBD, pasti saja Dinkes dapat memepertimbangkan formulasi penangkaran lebih dini. Tidak hanya itu Dinkes pula dapat menghimbau kepada puskesmas serta rumah sakit di segala Kabupaten Bengkalis buat mempersiapkan obat- obatan serta regu spesial penindakan DBD, sebab dengan informasi hasil prediksi menampilkan wilayah mana yang mempunyai probabilitas terjalin permasalahan DBD yang signifikan di Kabupaten Bengkalis sehingga Dinkes dapat memfokuskan penangkalan di wilayah tersebut.

Di dalam data mining terdapat beberapa metode yang digunakan untuk prediksi, salah satunya adalah *Markov Chain*. Untuk melakukan prediksi, Markov Chain tidak memerlukan data historis terus menerus, yang dibutuhkan hanyalah data terakhir yang muncul [4] [7]. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, markov chain terbukti memiliki akurasi yang relative tinggi, hasil yang mudah dimengerti, perhitungan yang sederhana dan dapat diandalkan [8].

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Pengumpulan Data

Data didapatkan dari Dinkes Kabupaten Bengkalis berupa angka jumlah kasus DBD yang terjadi tiap kecamatan perbulan. Kemudian data tersebut diolah dan dibagi menjadi 3 kelompok data sesuai metode prediksi yang akan dilakukan. Alur prediksi markov chain bisa dilihat pada gambar 1.

2.2. Prediksi

Prediksi adalah proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa [6]. Prediksi dilihat dari horizon waktu ada tiga, yaitu:

1. Prediksi Jangka Panjang
Umumnya 2 sampai 10 Tahun. Prediksi ini digunakan untuk perencanaan produk dan perencanaan sumberdaya.
2. Prediksi Jangka Menengah
Umumnya 1 sampai 24 Bulan. Prediksi ini lebih mengkhususkan dibandingkan prediksi jangka panjang, biasanya digunakan untuk menentukan aliran kas, perencanaan produksi, dan penentuan anggaran.
3. Prediksi Jangka Pendek
Umumnya 1 sampai 5 minggu. Prediksi ini digunakan untuk mengambil keputusan dalam hal perlu tidaknya lembur, penjadwalan kerja dan lain-lain keputusan kontrol jangka pendek.

2.3. Markov Chain

Markov Chain adalah suatu teknik matematika yang biasa digunakan untuk melakukan pemodelan bermacam-macam sistem dan proses bisnis. Teknik ini dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan-perubahan diwaktu yang akan datang dalam variabel-variabel dinamis atas dasar perubahan-perubahan dari variabel-variabel dinamis tersebut di waktu yang lalu. Teknik ini dapat digunakan juga untuk menganalisis kejadian-kejadian diwaktu mendatang secara matematis [10]. Markov Chain telah menjadi metode yang sesuai

untuk menggambarkan proses acak yang berevolusi dari waktu ke waktu dan dapat digunakan untuk menggambarkan perkembangan alami dari tahun ke tahun [9].

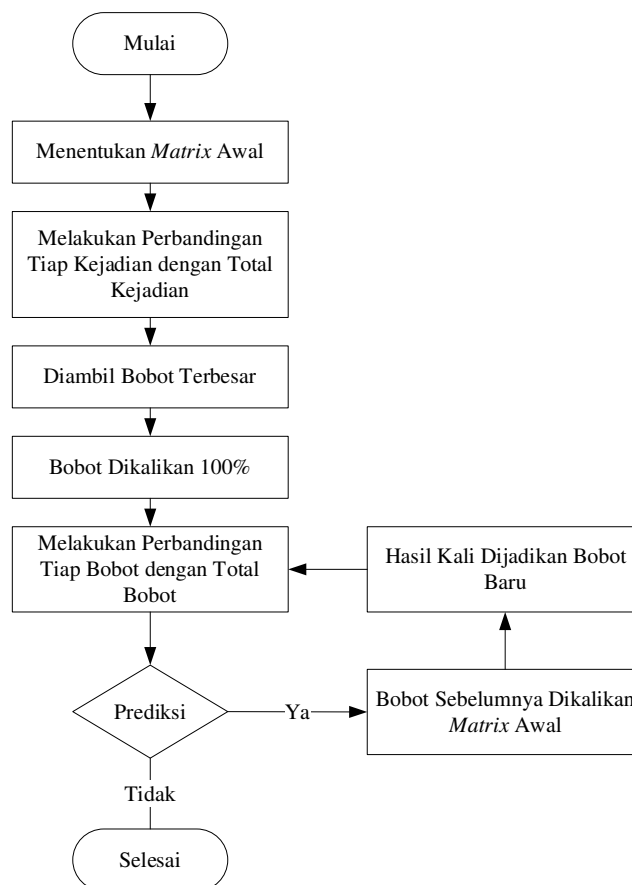
Ada beberapa syarat agar *Markov Chain* dapat diaplikasikan dalam evaluasi keandalan sistem [5]:

1. Sistem harus *stationery* atau homogen, artinya perilaku sistem selalu sama pada sepanjang waktu atau probabilitas transisi sistem dari satu kondisi ke kondisi lainnya yang akan selalu sama disepanjang waktu. Dengan demikian maka pendekatan *Markov* hanya dapat diaplikasikan untuk sistem dengan laju kegagalan yang konstan.
2. *State is identifiable*. Kondisi yang dimungkinkan terjadi pada system harus dapat diidentifikasi dengan jelas. Apakah sistem memiliki dua kondisi (*state*) yakni kondisi beroperasi dan kondisi gagal, ataukah sistem memiliki 3 kondisi, yakni 100 persen sukses, 50 persen sukses dan 100 persen gagal.

Sebuah *Markov Chain* merupakan sebuah proses *Markov* dengan ruang status terhingga atau terhitung (*Countable set*). Untuk waktu diskrit, *Markov Chain* dapat digambarkan sebagai diagram transisi status. Dari definisi tersebut, sifat *Markov* secara manual dinyatakan sebagai:

$$P\{X_{n+1} = f | X_0 = i_0, \dots, X_{n-1} = i_{n-1}, X_n = i\} = P\{X_{n+1} = f | X_n = i\}; \forall \quad (1)$$

Persamaan tersebut secara narasi dapat diartikan bahwa proses selanjutnya hanya bergantung pada status saat ini, bukan pada sejarah dari proses tersebut. Dalam proses Markov, status-status proses yang terjadi selama ini dicerminkan oleh status saat ini [11] [12].



Gambar 1. Alur prediksi *Markov Chain*

2. HASIL DAN ANALISIS

Prediksi Demam Berdarah Dengue Kabupaten Bengkalis hendak dicoba dengan 3 metode, ialah prediksi jangka panjang (pertahun), prediksi jangka menengah (perdua bulan) serta prediksi jangka pendek (perbulan). Langkah dini prediksi yakni dengan membuat matrik peristiwa dengan memakai informasi DBD dari Dinkes Kabupaten Bengkalis Tahun 2012 hingga Tahun 2015 yang ditampilkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Matriks Kasus DBD

Tahun	Pulau Bengkalis	Pulau Rupat	Pulau Sumatra	Bebas DBD
2012	43	2	110	436
2013	68	3	87	433
2014	232	3	356	0
2015	201	2	367	21

(Sumber: Dinkes Kabupaten Bengkalis)

Langkah berikutnya melakukan perbandingan pada masing-masing peristiwa dengan total peristiwa. Dimana hasil perbandingan bisa dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Perbandingan Matriks

Tahun	P. Bengkalis	P. Rupat	P. Sumatra	Bebas DBD
2012	0.073	0.003	0.186	0.738
2013	0.115	0.005	0.147	0.733
2014	0.393	0.005	0.602	0.000
2015	0.340	0.003	0.621	0.036

(Sumber: Dinkes Kabupaten Bengkalis)

Dari Tabel 2 didapatkan matriks hasil kejadian sebagai berikut:

P :	0,073	0,003	0,186	0,738
	0,115	0,005	0,147	0,733
	0,393	0,005	0,602	0,000
	0,340	0,003	0,621	0,036

Berikutnya merupakan mengalikan kesempatan dengan matriks peristiwa. Peristiwa ($\pi(0)$) merupakan tipe peristiwa yang dilambangkan dengan bilangan biner 0 ataupun 1. Terdapat 4 *state* peristiwa pada prediksi DBD sebagai berikut yakni: Pulau Bengkalis, Pulau Rupat serta Pulau Sumatra atau dilambangkan dengan huruf merupakan [P, Q, R, S], serta bila dilambangkan dengan bilangan biner merupakan [0, 0, 0, 0]. Kesempatan prediksi jumlah DBD yang hendak terjalin pada Tahun 2016 didapat dengan metode: ($\pi(1) = \pi(0) \cdot P$). Didapatkan hasil hasil peluangnya yakni:

P:	1	0	0	0	=	0,073	0,003	0,186	0,738
	0	1	0	0	=	0,115	0,005	0,147	0,733
	0	0	1	0	=	0,393	0,005	0,602	0,000
	0	0	0	1	=	0,340	0,003	0,621	0,036

Bobot Terbesar	=	0,393	0,005	0,621	0,738
----------------	---	-------	-------	-------	-------

Bahwa terlihat bahwa peluang atau bobot tertinggi adalah pada prediksi Tahun 2016 sehingga presentase dari peluang Prediksi Tahun 2016 dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Peluang 2016} = 39,3\% \quad 0,5\% \quad 62,1\% \quad 73,8\% = 175,6\%$$

Maka Total kemungkinan atau peluang dalam presentase 100% dibagi dengan total peluang dengan hasil sebagai berikut :

$$\text{Prediksi 2016} = 22,4\% \quad 0,3\% \quad 35,4\% \quad 42,0\% = 100\%$$

Selanjutnya mengalikan tiap persentase dengan total peristiwa sebesar 591 peristiwa. Hasil prediksi bersumber pada perhitungan tata cara *Markov Chain* pada peristiwa DBD di Kabupaten Bengkalis pada Tahun 2016 yakni Pulau Bengkalis 132 permasalahan, Pulau Rupat 2 permasalahan, Pulau Sumatra 209 permasalahan, serta Leluasa DBD 248 permasalahan.

Proses Prediksi pada kejadian tahun 2017 yakni dengan cara mengalikan matriks bobot terbanyak dengan matriks peristiwa. Proses perhitungan prediksi DBD Tahun 2017 bisa dilihat pada Lampiran B. Hasil prediksi permasalahan DBD di Kabupaten Bengkalis pada Tahun 2017 ialah Pulau Bengkalis 176 permasalahan, Pulau Rupat 2 permasalahan, Pulau Sumatra 305 permasalahan, serta leluasa DBD 108 permasalahan. Rekapitulasi prediksi permasalahan DBD Kabupaten Bengkalis pula bisa dilihat pada Tabel 3 serta Tabel 4.

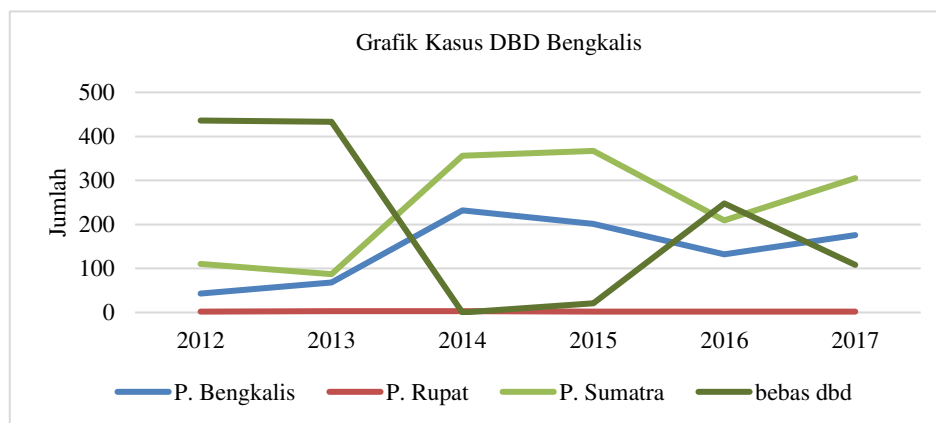
Tabel 3. Rekapitulasi Prediksi Jumlah DBD Tahun 2012 – 2017 Kabupaten Bengkalis

Tahun	Pulau Bengkalis	Pulau Rupert	Pulau Sumatra	Bebas DBD
2012	7.3%	0.3%	18.6%	73.8%
2013	11.5%	0.5%	14.7%	73.3%
2014	39.3%	0.5%	60.2%	0.0%
2015	34.0%	0.3%	62.1%	3.6%
2016	22.3%	0.3%	35.4%	42.0%
2017	29.8%	0.4%	51.6%	18.2%

Tabel 4. Rekapitulasi Prediksi Jumlah DBD Tahun 2012 – 2017 Kabupaten Bengkalis angka Aktual

Tahun	Pulau Bengkalis	Pulau Rupert	Pulau Sumatra	Bebas DBD
2012	43	2	110	436
2013	68	3	87	433
2014	232	3	356	0
2015	201	2	367	21
2016	132	2	209	248
2017	176	2	305	108

Secara spesifik dan tervisual, rekapitulasi prediksi pada kasus DBD pertahun di Kabupaten Bengkalis juga dapat dilihat pada Gambar 2.

**Gambar 2.** Rekapitulasi Prediksi DBD di Bengkalis Tahun 2012 – 2017

Untuk melakukan prediksi perdua bulan dan perbulan, langkah yang dilakukan sama dengan prediksi pertahun. Berikut adalah hasil rekapitulasi prediksi perdua bulan dan perbulan.

Tabel 5. Rekapitulasi prediksi jumlah DBD Kabupaten Bengkalis perdua Bulan dalam persentase.

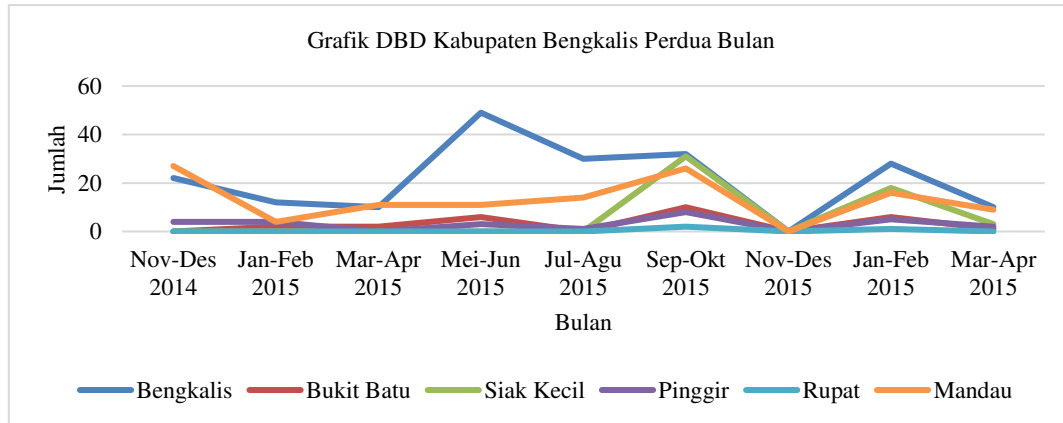
Bulan	Bengkalis	Bukit Batu	Siak Kecil	Pinggir	Rupert	Mandau	Bebas Dbd
Nov-Des 2014	12.6%	0.0%	0.0%	2.3%	0.0%	15.4%	69.7%
Jan-Feb 2015	6.9%	1.1%	0.0%	2.3%	0.0%	2.3%	87.4%
Mar-Apr 2015	5.7%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	6.3%	86.9%
Mei-Jun 2015	28.0%	3.4%	0.0%	1.7%	0.0%	6.3%	60.6%
Jul-Agu 2015	17.1%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	8.0%	74.3%
Sep-Okt 2015	18.3%	5.7%	17.7%	4.6%	1.1%	14.9%	37.7%
Nov-Des 2015	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Jan-Feb 2016	16.2%	3.3%	10.3%	2.7%	0.7%	8.9%	57.9%
Mar-Apr 2016	5.9%	0.7%	1.5%	0.9%	0.1%	4.9%	85.8%

Tabel 6. Rekapitulasi prediksi jumlah DBD Kabupaten Bengkalis perdua bulan dalam angka sebenarnya

Bulan	Bengkalis	Bukit Batu	Siak Kecil	Pinggir	Rupert	Mandau	Bebas DBD
Nov-Des 2014	22	0	0	4	0	27	122
Jan-Feb 2015	12	2	0	4	0	4	153
Mar-Apr 2015	10	2	0	0	0	11	152
Mei-Jun 2015	49	6	0	3	0	11	106

Bulan	Bengkalis	Bukit Batu	Siak Kecil	Pinggir	Rupat	Mandau	Bebas DBD
Jul-Agu 2015	30	0	0	1	0	14	130
Nov-Des 2015	0	0	0	0	0	0	175
Jan-Feb 2015	28	6	18	5	1	16	101
Mar-Apr 2015	10	1	3	2	0	9	150

Rekapitulasi Kasus DBD di Kabupaten Bengkalis perdua bulan juga dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perdua bulan kasus DBD pada Kabupaten Bengkalis

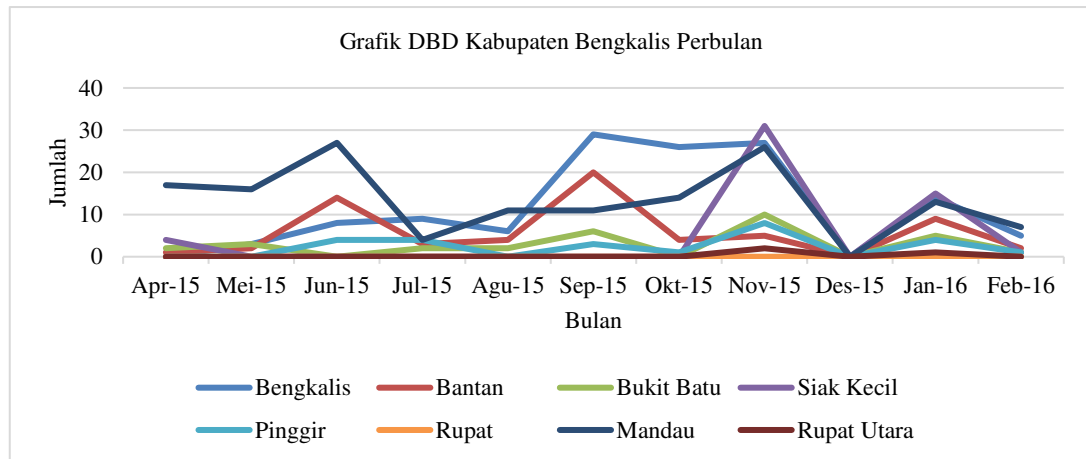
Tabel 7. Rekapitulasi prediksi kasus DBD Kabupaten Bengkalis perbulan dalam persentase

Bulan	Bengkalis	Bantan	Bukit Batu	Siak Kecil	Pinggir	Rupat	Mandau	Rupat Utara	Bebas DBD
Apr-15	0.0%	0.9%	1.8%	3.6%	0.0%	0.0%	15.2%	0.0%	78.6%
May-15	2.7%	1.8%	2.7%	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	0.0%	78.6%
Jun-15	7.1%	12.5%	0.0%	0.0%	3.6%	0.0%	24.1%	0.0%	52.7%
Jul-15	8.0%	2.7%	1.8%	0.0%	3.6%	0.0%	3.6%	0.0%	80.4%
Aug-15	5.4%	3.6%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	9.8%	0.0%	79.5%
Sep-15	25.9%	17.9%	5.4%	0.0%	2.7%	0.0%	9.8%	0.0%	38.4%
Oct-15	23.2%	3.6%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	12.5%	0.0%	59.8%
Nov-15	24.1%	4.5%	8.9%	27.7%	7.1%	0.0%	23.2%	1.8%	2.7%
Dec-15	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Jan-16	12.1%	8.4%	4.2%	13.0%	3.3%	0.0%	11.3%	0.8%	46.9%
Feb-16	4.6%	1.7%	0.8%	0.7%	0.8%	0.0%	6.4%	0.0%	85.0%

Tabel 8. Rekapitulasi prediksi perbulan jumlah DBD Kabupaten Bengkalis dalam aktual

Bulan	Bengkalis	Bantan	Bukit Batu	Siak Kecil	Pinggir	Rupat	Mandau	Rupat Utara	Bebas Dbd
Apr-15	0	1	2	4	0	0	17	0	88
May-15	3	2	3	0	0	0	16	0	88
Jun-15	8	14	0	0	4	0	27	0	59
Jul-15	9	3	2	0	4	0	4	0	90
Aug-15	6	4	2	0	0	0	11	0	89
Sep-15	29	20	6	0	3	0	11	0	43
Oct-15	26	4	0	0	1	0	14	0	67
Nov-15	27	5	10	31	8	0	26	2	3
Dec-15	0	0	0	0	0	0	0	0	112
Feb-16	5	2	1	1	1	0	7	0	95

Rekapitulasi prediksi jumlah kasus DBD Kabupaten Bengkalis perbulan juga dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik prediksi perbulan kasus DBD pada Kabupaten Bengkalis

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil prediksi menggunakan Markov Chain, kasus DBD Kabupaten Bengkalis mengalami peningkatan pada awal Tahun 2016, yaitu pada Kecamatan Siak Kecil pada kasus tertinggi sebesar 15 kasus diikuti dengan Kecamatan Bengkalis 14 kasus, Kecamatan Mandau 13 kasus, Kecamatan Bantan 9 kasus, Kecamatan Bukit Batu 5 kasus, Kecamatan Pinggir 4 kasus, Kecamatan Rupat Utara 1 Kasus dan Kecamatan Rapat tidak terdapat kasus. Sedangkan pada Tahun 2016 kasus DBD mengalami penurunan dibandingkan dengan Tahun 2015. Prediksi kasus DBD Kabupaten Bengkalis Tahun 2016 tiap pulau yaitu Pulau Bengkalis 132 kasus, Pulau Rupat 2 kasus, Pulau Sumatra 209 kasus.

REFERENSI

- [1]. Bain, S. V. (2011). Dengue fever: An emerging infectious disease in The Bahamas. *The International Journal of Bahamian Studies*, 17(2), 67-72.
- [2]. Chan et al. Daily forecast of dengue fever incidents for urban villages in a city *International Journal of Health Geographics* 2015, 14:9
- [3]. Depkes. *Jendela Epidemiology: Demam Berdarah Dengue*. Jakarta. Pusat Data Dan Surveilans Epidemiologi Kementerian Kesehatan RI. 2010
- [4]. H. E. Roman and M. Porto, "Fractional Brownian motion with stochastic variance: Modeling absolute returns in stock markets", *International Journal of Modern Physics, C, Physics and Computers*, vol. 19, no. 8, (2008), pp. 1221-1242.
- [5]. Mustakim Dan Syaifullah. "Pengembangan Aplikasi Prediksi Penyakit Berbahayadi Provinsi Riau Berdasarkan Model Markov Chains," *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Informasi*. Vol. 1, No. 1, Hal. 10-12. 2015
- [6]. Nasution Dan Prasetyawan. *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2008
- [7]. P. Zhi-Hang, X. Le-Tian and S. Yong-Mei, "Application of Weighted Markov Chain in the Prediction of Year's Harvest of Crops", *Mathematics in Practice and Theory*, (2005), pp.30-35.
- [8]. Q. L. Song and C. Song, "Application of Markov Chain in the Prediction of the Market Economy", *Journal of Business Research*, vol. 2, (2009), pp. 46-49.
- [9]. Srikanth P. Using Markov chains to predict the natural progression of
- [10]. diabetic retinopathy. *Int J Ophthalmol* 2015;8(1):132-137
- [11]. Syafruddin S, Dkk. "Aplikasi Analisis Rantai Markov Untuk Memprediksi StatusPasienRumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Barru," *Online Jurnal OfNatural Science*.Vol. 3, Hal. 315-316, Desember 2013
- [12]. Taylor, H. M., Dan Karlin, S. *An Introduction To Stochastic Modelling. Revised Ed.* New York: Academic Press. 1994
- [13]. Zhou Q X. Application of Weighted Markov Chain in Stock Price Forecasting of China Sport Industry. *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology* Vol.8, No.2 (2015), pp.219-226