

Aplikasi Website Pemetaan Penyakit Demam Berdarah Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression untuk Memprediksi Tingkat Penyebarannya di Surabaya

Holiyed Hadi¹, Andreas Handoyo², Siana Halim³

Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236

Telp (031) – 2983455, Fax. (031) - 8417658

E-mail: hadiho80@gmail.com¹, handoyo@petra.ac.id², halim@petra.ac.id³

ABSTRAK

Demam Berdarah adalah salah satu penyakit endemis yang cukup populer di Indonesia. Pada awal tahun 2019, Jawa Timur tercatat sebagai provinsi dengan kasus Demam Berdarah terbanyak di Indonesia, maka dari itu sangat diperlukan sebuah tindakan pencegahan agar dapat menurunkan kasus Demam Berdarah di Jawa Timur. Namun, dikarenakan keterbatasan untuk mendapatkan data Jawa Timur secara lengkap, maka pengujian ini menggunakan data Surabaya sebagai model, karena memiliki data yang lebih lengkap.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan penyebaran Demam Berdarah dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) yang dapat memberikan bobot secara *local* terhadap masing-masing variabel independen seperti curah hujan, jumlah hari hujan dalam setahun, temperatur, dan kelembaban, sehingga dapat memberikan hasil yang akurat untuk mengantisipasi penyebaran demam berdarah di waktu yang akan datang.

Hasil akhir dari penelitian ini berupa pemetaan yang memiliki warna sesuai tingkat penyebarannya per wilayah puskesmas yang ada di Surabaya, beserta pemetaan bobot dari masing-masing variabel independen untuk menentukan variabel independen mana yang berpengaruh dalam penentuan penderita demam berdarah per wilayah puskesmas yang ada di Surabaya. Sehingga wilayah tersebut dapat melakukan tindakan pencegahan berdasarkan hasil pemetaan dari penelitian ini.

Kata Kunci : *Geographically Weighted Regression*, Demam Berdarah, Pemetaan, Kota Surabaya

ABSTRACT

Dengue Fever is the one of the most popular endemic illness in Indonesian.. In early 2019, East Java was recorded as the province with the most Dengue Fever cases in Indonesia, because of that the prevent action is needed to reduce the Dengue Fever cases in East Java. But, due to limitations to get East Java data, this research uses Surabaya data as a model, because it has more complete data.

The aim of this research is mapping the Dengue Fever with Geographically Weighted Regression (GWR) method that give a local weighted in every independence variable such as rainfall, the number of rainy day in a year, temperature, and humidity, so that can give the more accurate output to prevent Dengue Fever in future.

The Output of this research is Mapping with color that based on the distribution rate of Dengue Fever in every puskesmas area in Surabaya, along with mapping the weights of each independent variable to determine which independent variable influences the determination of dengue fever patients in every puskesmas area in Surabaya. So that area, can do a prevent action from the output of this research.

Keywords : *Geographically Weighted Regression, Dengue Fever, Mapping, Surabaya City*

1. PENDAHULUAN

Demam Berdarah adalah salah satu penyakit endemis yang disebabkan oleh virus Dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Aedes Albopictus* [4]. Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan kasus DB di Indonesia terus meningkat sejak awal Januari 2019. Data jumlah penderita DB di Indonesia yang tercatat pada tanggal 29 Januari 2019 adalah sebanyak 13.683 kasus dan Jawa Timur tercatat sebagai provinsi dengan kasus DB terbanyak, yaitu sebanyak 2.657 kasus [10]. Penyebaran DB perlu diprediksi secara akurat guna mengantisipasi meningkatnya kasus-kasus penyakit endemis tersebut khususnya di Jawa Timur yang memiliki jumlah kasus terbanyak. Namun, untuk data yang akan diuji adalah data penderita DB di Surabaya karena memiliki data yang lebih lengkap.

Prediksi jumlah kasus DB sudah pernah dilakukan dengan metode ARIMA dan metode SARIMA. Namun, penelitian tersebut hanya berfokus pada memprediksi jumlah kasus DB saja tanpa melibatkan keterkaitan *spatial* antara daerah yang diteliti dengan daerah tetangganya, sehingga tidak dapat diprediksi penyebaran DB dari satu daerah dengan daerah lain [8].

Geographically Weighted Regression (GWR) adalah metode yang dapat memprediksi jumlah kasus DB serta dapat menentukan bobot dari masing-masing variabel yang mempengaruhi penyebaran DB seperti curah hujan, suhu, dan kelembaban secara lokal. Sedangkan untuk menentukan keterkaitan *spatial* antara daerah satu dengan daerah lainnya digunakan metode Moran's I. Namun untuk menampilkan hasil pemetaan dari perhitungan GWR dibutuhkan sebuah *tools/software*.

Software R adalah *software* yang dapat membantu mengolah data yang di-*input* dengan metode GWR untuk menghasilkan *output* berupa pemetaan penyebaran penyakit DB. Namun, *software R* memiliki kelemahan yaitu tidak menyediakan fasilitas *graphical user interface* (GUI) dan tidak dapat menampilkan peta *digital*

sehingga hasil pemetaan hanya berupa koordinat lintang dan bujur saja. Oleh karena itu diperlukan *software* lain sebagai *interface* antara pengguna dengan R. *Software* tersebut akan dibuat dalam bentuk *website* menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan bantuan Google Maps API agar informasi yang diberikan bersifat *real-time* dan dapat ditampilkan dalam bentuk peta digital.

Pada penelitian ini data penderita DB di Surabaya akan diolah dengan metode GWR dan *output*-nya akan ditampilkan dalam bentuk *website*, serta *output* dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai model untuk dapat diterapkan di daerah lain agar memudahkan Pemerintah Daerah dalam mengantisipasi penyebaran DB di daerahnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Demam Berdarah

Penyakit Demam Berdarah Dengue adalah penyakit yang disebabkan oleh virus Dengue ditularkan kepada manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* dan *Aedes Albopictus* [4]. Kedua jenis nyamuk tersebut terdapat di hampir seluruh pelosok Indonesia, kecuali di tempat yang memiliki ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut [2]. Virus yang ditularkan melalui gigitan nyamuk tidak langsung menyebabkan gejala DBD, membutuhkan masa inkubasi sekitar 3 – 14 hari dan gejala rata-rata mulai muncul pada hari keempat sampai hari ketujuh [3]. Penyakit ini banyak dijumpai di daerah tropis, salah satunya di Indonesia. Penyakit ini biasanya menyerang bayi, anak-anak, lansia dan orang dengan kekebalan tubuh yang rendah. Sampai saat ini belum ditemukan obat atau vaksin untuk mencegah DBD, saat ini hanya kegiatan pencegahan hanya berupa pemberantasan nyamuk penular [4]. Menurut Endah Tri Suryani (2018), Penyebaran dari penyakit demam berdarah dipengaruhi oleh faktor iklim seperti curah hujan, suhu dan kelembaban. Kelangsungan hidup nyamuk akan lebih lama bila tingkat kelembaban tinggi, seperti selama musim hujan [9]. Nyamuk memiliki kecenderungan untuk menggigit orang yang lebih banyak berdiam diri ketimbang orang yang lebih aktif, selain itu nyamuk memiliki frekuensi menggigit manusia yang lebih tinggi pada penduduk yang lebih padat ketimbang yang kurang padat penduduknya [3].

2.2 R

R adalah bahasa pemrograman yang digunakan di bidang perhitungan statistik dan grafik [11], selain itu R juga bisa digunakan untuk menganalisa data dan penelitian ilmiah. R menyediakan berbagai macam kemampuan statistik dan grafik, seperti: *linear* dan *non-linear modelling*, *classical statistical test*, *time-series analysis*, *classification*, *clustering*, dan lain-lain. R juga memiliki kemampuan seperti bahasa pemrograman pada umumnya, dimana pengguna dapat menambahkan fungsi baru sesuai kebutuhan pengguna dan menggunakan *library* untuk memudahkan dalam penggunaan. R dapat digunakan dan dijalankan di software R Studio.

2.3 Google Maps Platform

Sebuah *platform* yang memberikan pengalaman dunia nyata pada user dengan peta yang *static* dan *dynamic*, *Street View* dan *360° View* [6], dimana Google Maps juga memberikan *service* dalam bentuk API untuk memudahkan *developer mobile* atau *web application* menampilkan data atau lokasi ke dalam bentuk peta. Google Maps juga memiliki fitur untuk mengetahui jarak tempuh, petunjuk arah ke suatu lokasi. Google Maps juga mendukung format data GeoJSON.

2.4 GeoJSON

GeoJSON merupakan data *geospatial* yang menggunakan format *Javascript Object Notation* (JSON). GeoJSON menampilkan objek dalam bentuk geografis, seperti batas-batas suatu wilayah atau daerah. GeoJSON dapat menyimpan data *geometry* seperti: titik *Latitude* dan *Longitude*, *LineString*, *Polygon*, *MultiPoint*, *MultiLineString* dan *GeometryCollection* [7]. GeoJSON juga dapat menyimpan warna ataupun nilai dari suatu titik atau area.

2.5 GWR

Geographically Weighted Regression (GWR) adalah model regresi linier dimana masing-masing variabel yang berpengaruh memiliki bobot sesuai dengan daerah *spatial*-nya. Keunggulan model GWR dibanding dengan model regresi klasik adalah metode GWR mampu memberikan model secara lokal [12]. Model ini sangat cocok jika data *spatial* tidak terdeskripsikan secara baik oleh model *global* atau *universal*. GWR model sangat cocok untuk mendeskripsikan data *spatial* secara lokal untuk masing-masing *spatial region* dengan sangat baik [5]. Berikut adalah rumus dari GWR model :

$$y_i = \beta_{i0} + \beta_{i1}X_{i1} + \dots + \beta_{in}X_{in} + \varepsilon_i$$

Dimana :

y_i : nilai hasil perhitungan daerah ke-i

β_{i0} : nilai intersep daerah ke-i

β_{in} : nilai bobot dari terhadap variabel bebas pada daerah ke-i

X_{in} : nilai variabel bebas pada daerah ke-i

ε_i : nilai *error* daerah ke-i

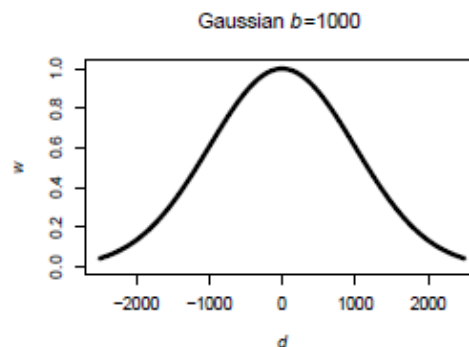
Untuk mendapatkan nilai koefisien β_i digunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) [1] yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\beta_i = (X^T \cdot w_{ij} \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot w_{ij} \cdot y$$

Untuk mendapatkan nilai bobot w_{ij} dari masing-masing daerah, GWR model menggunakan metode Gaussian, dengan rumus sebagai berikut:

$$w_{ij} = \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)$$

Dimana d_{ij} adalah jarak antara satu daerah dengan daerah tetangganya. Metode Gaussian memiliki grafik fungsi kurva berbentuk lonceng dan simetris seperti pada Gambar 1.

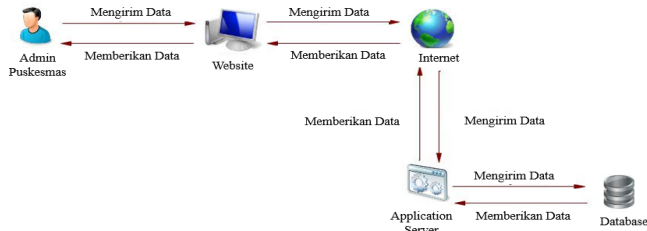


Gambar 1. Metode Gaussian

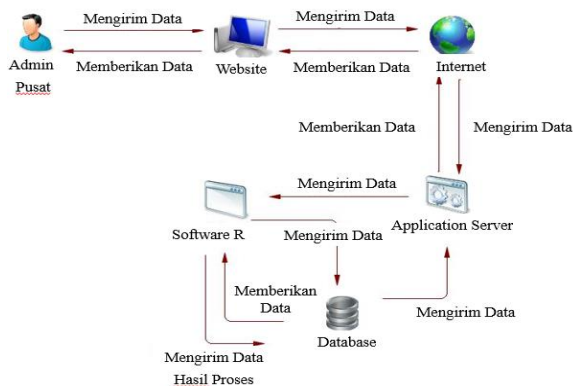
3. ANALISA dan DESAIN SISTEM

3.1 Arsitektur Sistem

Bagian ini menjelaskan tentang bagaimana sistem bekerja dan bertujuan agar pengguna dapat memahami proses yang terjadi di dalam sistem. Terdapat 2 arsitektur sistem yaitu arsitektur sistem *admin* puskesmas yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan arsitektur sistem *admin* pusat yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Arsitektur sistem untuk *admin* puskesmas

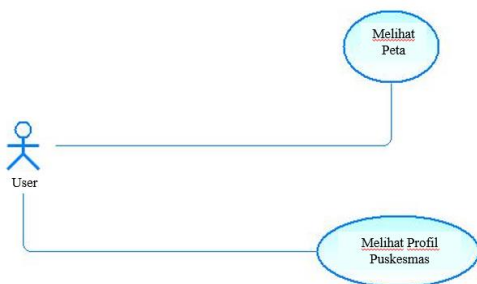


Gambar 3. Arsitektur sistem untuk *admin* pusat

Untuk mengakses *website* ini dapat dilakukan melalui *web browser* dan membutuhkan koneksi internet. Setelah itu *admin* dapat masuk kedalam *website* menggunakan *username* dan *password* yang telah terdaftar. *Website* akan menampilkan halaman dan data dari *database* sesuai dengan hak akses dari masing-masing *admin*. Perbedaan antara *admin* pusat dan *admin* puskesmas adalah *admin* pusat dapat melihat data dari semua puskesmas serta dapat melakukan proses perhitungan data sehingga arsitektur dari sistem *admin* pusat terhubung dengan *software R*, sedangkan *admin* puskesmas hanya dapat mengakses data puskesmasnya sendiri.

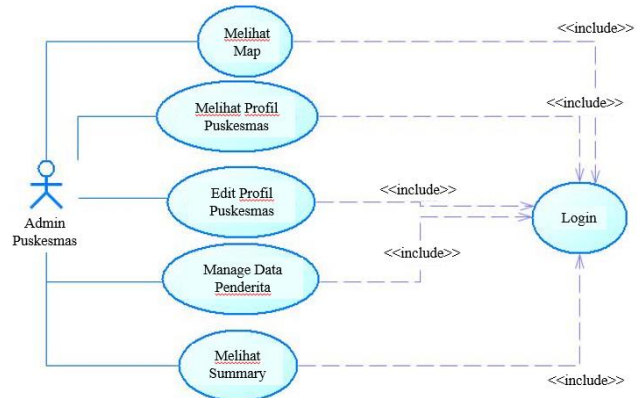
3.2 Use Case Diagram

Usecase Diagram menjelaskan tentang apa saja yang dapat dilakukan para aktor dalam *website* yang dibuat. Dalam hal ini, terdapat 3 tipe aktor yang memiliki hak-hak akses yang berbeda sesuai dengan tipenya.



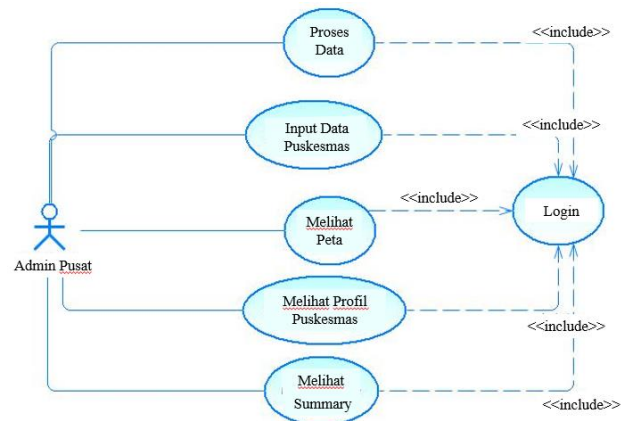
Gambar 4. Use Case Diagram User

Pada *usecase diagram* Gambar 4 menjelaskan bahwa aktor *user* memiliki hak akses untuk melihat peta hasil perhitungan penyebaran demam berdarah dari tiap puskesmas yang ada di Surabaya serta dapat melihat profil masing-masing puskesmas. *User* hanya dapat melihat saja, tidak dapat melakukan perubahan data ataupun *input* data.



Gambar 5. Use Case Diagram Admin Puskesmas

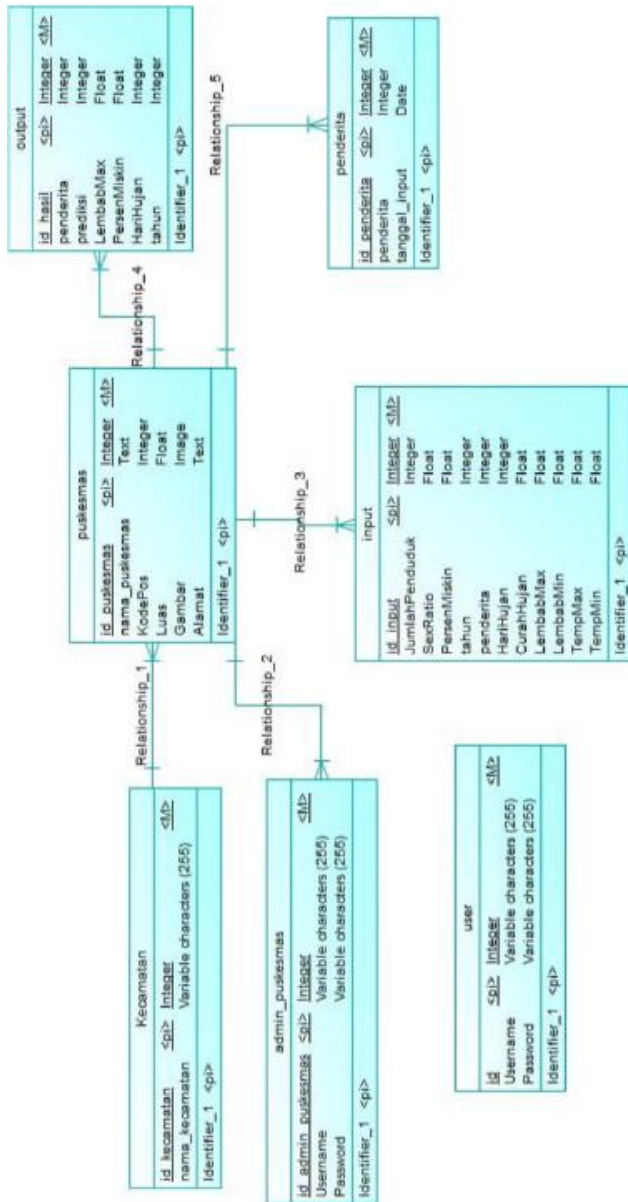
Pada *usecase diagram* Gambar 5 menjelaskan bahwa aktor *admin* puskesmas memiliki hak akses untuk melihat peta hasil perhitungan penyebaran demam berdarah, melihat *profile* puskesmas, melakukan *edit* pada *profile* puskesmas, melakukan *manage* data penderita yang ada di puskesmas seperti menambah jumlah penderita atau mengubah jumlah penderita, dan melihat *summary* dari penderita demam berdarah yang terjadi di puskesmas tersebut. *Admin* puskesmas hanya memiliki akses untuk mengubah atau meng-*input* data terhadap puskesmasnya saja, tidak dapat melakukan perubahan data terhadap puskesmas lainnya.



Gambar 6. Use Case Diagram Admin Pusat

Pada *usecase diagram* Gambar 6 menjelaskan bahwa aktor *admin* pusat memiliki hak akses untuk melihat peta hasil perhitungan penyebaran demam berdarah, melihat *profile* puskesmas, melakukan proses *input* data yang terjadi di kecamatan dari puskesmas dalam satu tahun seperti data hari hujan, curah hujan dan sebagainya, melakukan proses perhitungan dari data puskesmas yang telah di-*input*, dan melihat *summary* dari semua penderita demam berdarah tiap puskesmas pertahun. *Admin* pusat berfungsi sebagai *admin* yang memiliki kedudukan paling tinggi, *admin* pusat dapat mengubah atau meng-*input* data dari tiap puskesmas, yang nanti akan diproses untuk menghasilkan pemetaan penyebaran demam berdarah.

3.3 Entity Relationship Diagram



Gambar 7. ERD Website Conceptual Model

Gambar 7 menunjukkan tabel yang digunakan pada *website*, yaitu tabel *user* berfungsi untuk menyimpan *username* dan *password* untuk *admin* pusat, tabel *Kecamatan* untuk menyimpan kecamatan dari puskesmas, tabel *puskesmas* untuk menyimpan data puskesmas, tabel *input* untuk menyimpan data yang di-*input* seperti curah hujan, hari hujan dan sebagainya, tabel *penderita* untuk menyimpan data penderita dari tiap puskesmas, tabel *admin puskesmas* untuk menyimpan *username* dan *password* dari *admin* puskesmas, tabel *output* untuk menyimpan data hasil perhitungan dari R. Semua tabel berelasi dengan tabel *puskesmas*, hanya tabel *user* yang tidak berelasi dikarenakan tabel *user* merupakan *admin* pusat.

4. PENGUJIAN SISTEM

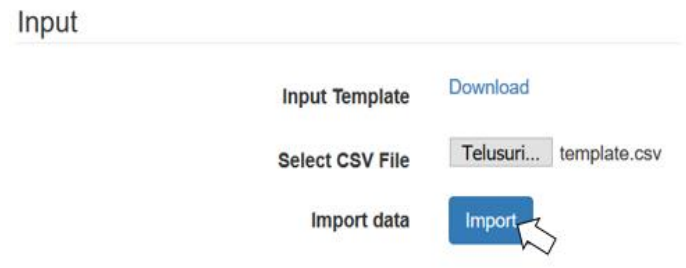
4.1 Pengujian Aplikasi Website

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi *website* dapat memproses data yang telah di-*input* menjadi sebuah hasil *prediksi*. Hal pertama yang dilakukan adalah menyiapkan data, dalam hal ini data yang digunakan data penderita demam berdarah tahun 2016 yang bernama *template* dalam bentuk csv yang berisi data penderita dari puskesmas, data penduduk, dan cuaca seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.

Puskesmas	Tahun	Jumlah Penduduk	SexRatio	Persen Miskin	Penderita	JumlahHari Hujan dalam 1 Tahun	Rata-rata Curah Hujan Perbulan
Asemrowo	2016	45,379 Jiwa	103.59 %	42.52 %	6 Orang	109 Hari	364 mm
Balas Klumprik	2016	12,343 Jiwa	99.90 %	7.33 %	6 Orang	91 Hari	123 mm
Balongsari	2016	32,867 Jiwa	101.68 %	15.2 %	24 Orang	167 Hari	141 mm
Bangkalan	2016	12,935 Jiwa	98.12 %	14.91 %	6 Orang	132 Hari	391 mm
Banyu Urip	2016	63,505 Jiwa	104.28 %	53.27 %	15 Orang	85 Hari	130 mm
Benowo	2016	49,860 Jiwa	100.34 %	30.24 %	23 Orang	145 Hari	149 mm
Bulak Banteng	2016	30,531 Jiwa	98.31 %	12.46 %	6 Orang	153 Hari	407 mm
Dr. Soetomo	2016	59,011 Jiwa	97.61 %	4.64 %	18 Orang	144 Hari	116 mm
Dukuh Kupang	2016	58,251 Jiwa	95.33 %	6.81 %	22 Orang	156 Hari	439 mm
Dupak	2016	23,436 Jiwa	102.76 %	6.21 %	4 Orang	89 Hari	298 mm

Gambar 8. Data penderita Demam Berdarah 2016

Setelah itu masuk ke halaman *input* untuk meng-*input* data ke aplikasi *website*, tampilan dari halaman *input* ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Halaman Input

Lalu klik *button import* agar data dapat tersimpan ke *database*. Setelah itu masuk ke halaman data lalu masukkan tahun 2016 pada kolom masukkan tahun yang ditunjukkan pada Gambar 10.

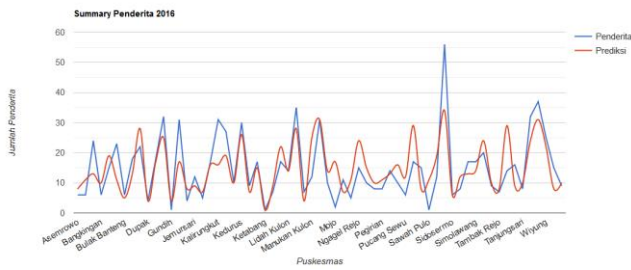


Gambar 10. Kolom masukkan tahun

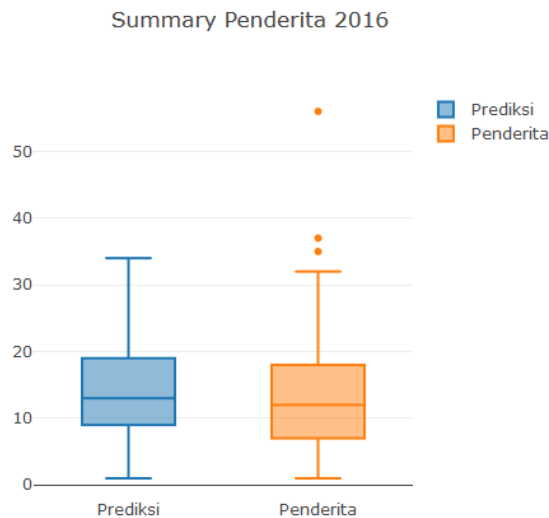
Lalu klik *button proses* dan data akan diproses, setelah proses selesai akan ditampilkan tabel dan grafik perbandingan antara data penderita yang sesungguhnya dengan hasil prediksi yang akan ditunjukkan pada Gambar 11, grafik *line chart* dari hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 12, dan *Box Plot* pada Gambar 13.

Puskesmas	Penderita	Prediksi
Asemrowo	6 orang	8 orang
Balas Klumprik	6 orang	11 orang
Balongsari	24 orang	13 orang
Bangkitan	6 orang	10 orang
Banyu Urip	15 orang	19 orang
Benowo	23 orang	11 orang
Bulak Banteng	6 orang	6 orang
Dr. Soetomo	18 orang	13 orang
Dukuh Kupang	22 orang	29 orang
Dupak	4 orang	4 orang

Gambar 11. Tabel perbandingan nilai sesungguhnya dengan prediksi



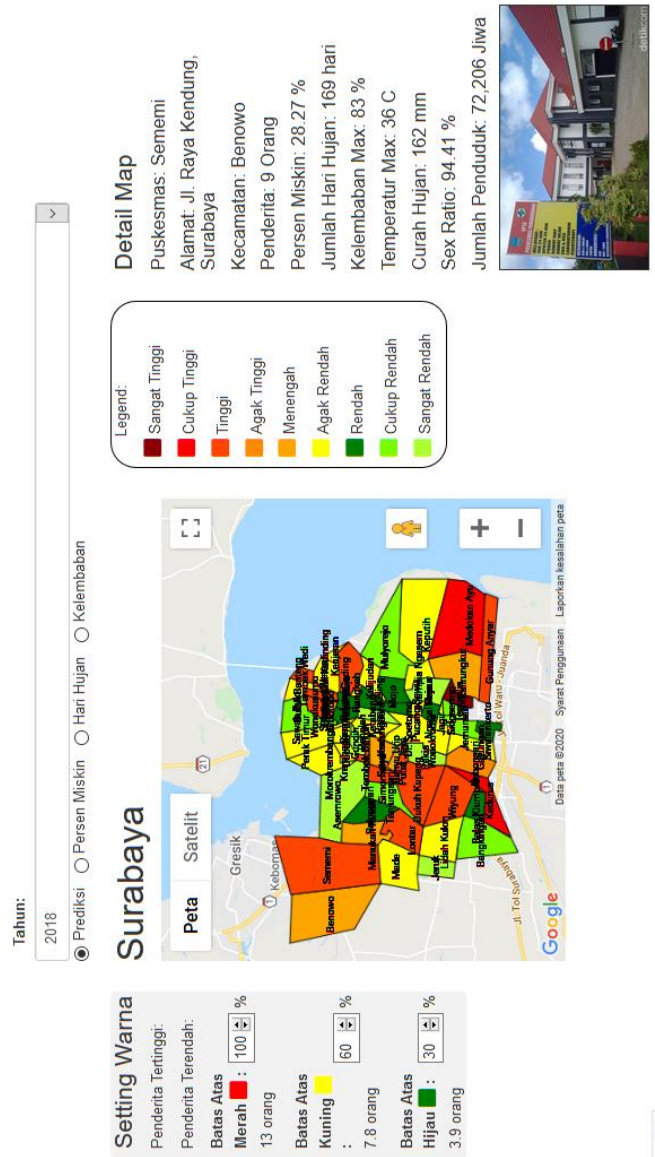
Gambar 12. Line chart perbandingan nilai sesungguhnya dengan prediksi



Gambar 13. Box Plot perbandingan nilai sesungguhnya dengan prediksi

4.2 Pengujian Tampilan Aplikasi Website

Bagian ini menunjukkan apakah tampilan dari aplikasi website yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik dan dapat menampilkan pemetaan penyebaran penyakit demam berdarah. Tampilan dari aplikasi website yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 14 yang menunjukkan tampilan pemetaan penyebaran penyakit.



Gambar 14. Tampilan pemetaan penyebaran demam berdarah aplikasi website

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, diantara lain:

- Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, aplikasi website yang dibuat telah berhasil memproses data puskesmas yang telah di-input dengan metode GWR yang dijalankan di software R dengan bantuan library spgwr yaitu library yang menyimpan proses-proses metode GWR yang ada pada software R.
- Aplikasi website yang dibuat telah berhasil menghubungkan software R dengan PHP, yang telah dibuktikan dengan memberikan input ke software R melalui PHP, lalu software R memproses data dan mengirimkan outputnya ke PHP untuk ditampilkan kepada user dalam bentuk tabel dan grafik.
- Aplikasi website telah berhasil menampilkan output dari software R kedalam bentuk peta digital yang ditampilkan

melalui PHP dengan bantuan Google Maps API, ditunjukkan dengan berhasil menampilkan wilayah puskesmas disertai dengan warna yang menentukan tingkat penderitanya.

- Berdasarkan hasil pengujian terhadap fitur yang dimiliki aplikasi *website*, seluruh fitur yang dimiliki telah berjalan dengan baik, seperti fitur *login* yang dapat digunakan oleh *admin* pusat atau *admin* puskesmas untuk mengakses halaman *admin* sesuai hak aksesnya. Kemudian fitur *summary* yang berhasil menampilkan *summary* dari hasil perhitungan di R kedalam bentuk tabel dan grafik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustina, M., F., Wasono, R., & Darsyah, M., Y. 2015. Pemodelan *Geographically Weighted Regression* (GWR) Pada Tingkat Kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah. *Statistika*, 3(2), 67-74.
- [2] Asep, S. 2014. Demam Berdarah Dengue (DBD). *Medula*, 2(2), 1-15.
- [3] Candra, A. 2010. Demam Berdarah Dengue : Epidemiologi, Patogenesis, dan Faktor Risiko Penularan. *Aspirator*, 2(2), 110-119.
- [4] Depkes. 2017. Demam Berdarah Dengue. URI=<http://www.depkes.go.id/development/site/depkes/index.php?cid=1-17042500004&id=demam-berdarah-dengue-dbd-.html>.
- [5] Gollini, I., Lu, B., Charlton, M., Brundson, C., and Harris, P. 2014. DOMParser. GW model: an R Package for Exploring Spatial Heterogeneity using Geographically Weighted Models. *Journal of Statistical Software*, 63(17), 1-52. doi: 10.18637/jss.v063.i17.
- [6] Google Maps Platform. *Google Maps Platform Documentation*. URI= <https://developers.google.com/maps/documentation/>.
- [7] Internet Engineering Task Force (IETF). *The GeoJSON Format*. URI= <https://tools.ietf.org/html/rfc7946#section-1>.
- [8] Mahdiana, D., Winarko, E., Ashari, A., and Kusnanto, H. 2017. A Model for Forecasting the Number of Cases and Distribution Pattern of Dengue Hemorrhagic Fever in Indonesia. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(11), 143-150. doi:10.14569/IJACSA.2017.081118
- [9] Nazri, C., Hashim, A., Rodziah, I., & Hassan, A. Y. (2013). Utilization of geoinformation tools for dengue control management strategy: a case study in Seberang Prai, Penang Malaysia. *International Journal of Remote Sensing Applications*, 3(1), 11–17.
- [10] Tamtomo, A. B. 2019. INFOGRAFIK: Angka Kasus dan Kematian akibat DBD pada Januari 2019. URI=<https://lifestyle.kompas.com/read/2019/02/01/194933120/info-grafik-angka-kasus-dan-kematian-akibat-dbd-pada-januari-2019>
- [11] The R Foundation. *What Is R?*. URI = <http://www.r-project.org/about.html>.
- [12] Utami, T. W., Rohman, A., & Prahutama, A. 2016. Pemodelan Regresi Berganda dan *Geographically Weighted Regression* pada Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Tengah. *Media Statistika*, 9(2), 133-147.