

Rancang Bangun Sistem “Permadi” : Peringatan Dini Serangan Hama Tanaman Padi Berbasis Data Historis Klimatologi

Teguh Wahyono, Subanar

Abstract — The dynamics of extreme climate change is happening lately it affects the intensity of pest attacks. Like other living creatures, live of pests affected by climatological factors such as temperature, humidity, rainfall and so forth. This study aims to develop an early warning model the emergence of the rice plant pests (PERMADI), especially rodents and WBC based on historical data of climatology. In this case, bayesian algorithm do statistical calculation depend on the input variables are temperature, humidity and rainfall. Output expected is early warnings the emergence of the rice plant pests using SMS Gateway. Case study of this research is taking the data from 6 (six) districts in Central Java (Sragen, Karanganyar, Wonogiri, Sukoharjo, Klaten and Boyolali).

Index Terms : early warning systems, sms alerts, historical climatology, crop pests of rice.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang dan Permasalahan

Perubahan iklim global yang terjadi akhir-akhir ini, telah menyebabkan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrim yang meningkat. Penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan suhu permukaan bumi sebesar 0,7oC sejak tahun 1900. Selama 30 tahun terakhir terjadi peningkatan suhu global secara cepat dan konsisten sebesar 0,2oC per dekade. Sepuluh tahun terpanas terjadi pada periode setelah tahun 1990. Tanda-tanda perubahan dapat dilihat pada mekanisme fisik maupun biologis. Sebagai contoh perpindahan berbagai spesies sejauh 6 km ke arah kutub setiap dekade selama 30-40 tahun terakhir [10].

Pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat rentan terhadap perubahan iklim yang berdampak pada produktivitas tanaman dan pendapatan petani. Dampak tersebut bisa secara langsung maupun tidak langsung melalui serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Organisme Pengganggu Tanaman tersebut merupakan faktor pembatas produksi tanaman di

Indonesia baik tanaman pangan, hortikultura maupun perkebunan. Organisme Pengganggu Tanaman secara garis besar dibagi menjadi tiga yaitu hama, penyakit dan gulma, tetapi yang akan dibahas pada penelitian ini difokuskan pada OPT jenis Hama.

Perkembangan hama sangat dipengaruhi oleh dinamika faktor iklim. Hama seperti mahluk hidup lainnya, perkembangan hidupnya dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu, kelembaban udara, curah hujan dan lain sebagainya. Faktor iklim tersebut berpengaruh terhadap banyak hal seperti siklus hidup, keperidian atau kemampuan untuk menghasilkan keturunan, lama hidup dan sebagainya. Sebagai contoh hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*), mempunyai suhu optimum 32,5°C untuk pertumbuhan populasinya [12]. Dan perkembangan populasi ulat bawang *Spodoptera exigua* pada bawang merah lebih tinggi pada musim kemarau.

Pengaruh perubahan iklim juga akan sangat spesifik untuk masing masing penyakit. Sebagai contoh bakteri kresak pada padi *Xanthomonas Oryzae*, mempunyai suhu optimum pada 30° C. Sementara cendawan penyebab penyakit layu pada bawang merah (*Fusarium oxysporum*, mempunyai suhu pertumbuhan optimum 28-30 °C [11]. Faktor iklim juga berpengaruh terhadap ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Sebagai contoh tanaman vanili mengalami stres karena terlalu banyak cahaya, sehingga tanaman tersebut rentan terhadap penyakit busuk batang. Dengan adanya berbagai contoh masalah hama dan penyakit tanaman yang sering timbul, maka terdapat indikasi kuat adanya kaitan antara pemanasan global dan perubahan iklim dengan masalah hama tanaman di Indonesia. Dengan demikian bila diketahui curah hujan, kelembaban, dan temperatur yang mendekati keadaan pada saat kejadian munculnya hama tanaman di masa sebelumnya, dapat diketahui juga kemungkinan munculnya hama di masa sekarang.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang diberi nama PERMADI (Peringatan Dini Serangan Hama Tanaman Padi) yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan pemantauan risiko kemunculan serangan hama. Sistem peringatan dini dilakukan berbasis mobile dengan SMS Alert. Sistem akan mengirimkan auto SMS berdasarkan pada perhitungan prediksi suatu kemungkinan munculnya hama. Perhitungan prediksi dilakukan menggunakan Bayesian

Teguh Wahyono, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Satya Wacana, Jln.Diponegoro 52-60 Salatiga 50711, Indonesia. Email : teguh.wahyono@staff.uksw.edu
Subanar, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Yogyakarta, Indonesia 55281. Email : subanar@yahoo.com

Analysis yang dalam hal ini adalah Naive Bayes Analysis. Sedangkan auto SMS yang akan diterapkan pada sistem menggunakan SMS Gateway. Studi kasus penelitian ini dilakukan dengan data dari 6 Kabupaten di Propinsi Jawa Tengah yaitu Sragen, Karanganyar, Wonogiri, Sukoharjo, Klaten dan Boyolali. Sedangkan hama tanaman yang akan dianalisa untuk kasus ini masih dibatasi 2 (dua) jenis hama yaitu Tikus dan Wereng Batang Coklat (WBC).

B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada perumusan masalah yang telah dijelaskan di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk : (a) melakukan analisis, perancangan dan pembangunan sistem peringatan dini (early warning system) dengan Auto SMS untuk identifikasi dan pemantauan kemunculan serangan hama pada tanaman padi, dan (b) menerapkan Analisis Bayes yang dalam hal ini adalah Naive Bayes Analysis untuk mengolah data histori klimatologi dan kejadian serangan hama dalam sistem peringatan dini tersebut.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut : (a) Studi kasus pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan untuk 6 kabupaten di lingkungan Karesidenan Surakarta yaitu Kabupaten Sragen, Karanganyar, Wonogiri, Sukoharjo, Klaten dan Boyolali; (b) Hama tanaman padi yang digunakan untuk studi kasus dibatasi untuk hama Tikus dan WBC (Wereng Batang Coklat); (c) Parameter yang digunakan sebagai indikator untuk melakukan prediksi adalah data-data histori klimatologi yaitu suhu, curah hujan dan kelembaban udara; (d) Hasil prediksi dibatasi pada "ada" atau "tidak ada" serangan hama untuk suatu wilayah, dilengkapi dengan prosentase kemungkinan ada atau tidak adanya serangan tersebut; dan (e) Tahun pengambilan data histori klimatologi dan kejadian serangan hama dibatasi untuk tahun 2005-2010.

D. Metodologi Penelitian

Kegiatan dalam penelitian mengacu pada pengembangan sistem dengan pemodelan Waterfall yang berisikan rangkaian aktivitas yang disajikan dalam proses yang terpisah, seperti spesifikasi kebutuhan, desain sistem, implementasi, uji coba serta operasional dan pemeliharaan [5]. Dengan demikian, kegiatan penelitian ini terbagi menjadi fase-fase sebagai berikut : (a) Tahap Requirement Definitions; (b) System and Software Design; (c) Implementation; (d) Integration and System Testing dan (e) Operation and Maintenance.

Tahap Requirement Definitions atau analisis kebutuhan, yaitu kegiatan mengidentifikasi kemampuan sistem yang diinginkan serta mengidentifikasi kebutuhan pengguna akan sistem peringatan dini yang akan dikembangkan ini. Tahap System and Software Design atau perancangan sistem dan perangkat lunak, yaitu tahap melakukan analisis serta perancangan sistem yang akan dikembangkan (menguraikan rancangan untuk merealisasikan sistem).

Selanjutnya adalah tahap Implementation atau pengembangan perangkat lunak, yaitu tahap pembuatan program sesuai dengan rancangan yang telah dihasilkan sebelumnya. Dan selanjutnya tahap Integration and System Testing atau tahap integrasi dan ujicoba sistem adalah tahap untuk melakukan verifikasi sistem secara keseluruhan. Dalam penelitian ini juga dilakukan pengujian akurasi output sistem yaitu dengan membandingkan data hasil prediksi dengan data nyata.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengaruh Iklim dan Serangan Hama

Susanti (2008) melakukan penelitian yang berjudul Dampak Perubahan Iklim terhadap Serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) Serta Strategi Antisipasi dan Adaptasi. Penelitian tersebut berhasil menyimpulkan bahwa pengaruh perubahan iklim memberikan dampak yang cukup buruk terhadap pertanian di Indonesia. Dampak tersebut bisa secara langsung maupun tidak langsung melalui serangan OPT, fluktuasi suhu dan kelembaban udara yang semakin meningkat yang mampu menstimulasi pertumbuhan dan perkembangannya [10]. Pada umumnya, semua bentuk sistem pertanian sensitif terhadap perubahan iklim. Banjir, kekeringan, tanah longsor dan kebakaran hutan merupakan beberapa contoh bencana yang umumnya dikaitkan dengan kondisi perubahan iklim. Demikian juga dengan peledakan populasi hama dan penyakit tanaman, seringkali dihubungkan dengan peristiwa perubahan iklim [8].

Perkembangan hama dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim baik langsung maupun tidak langsung. Temperatur, kelembaban udara relatif dan fotoperiodisitas berpengaruh langsung terhadap siklus hidup, lama hidup, serta kemampuan diapause serangga [11].

Berbagai fakta menunjukkan bahwa El-Nino dan La-Nina dapat menstimulasi perkembangan hama dan penyakit tanaman, seperti penggerek batang dan wereng coklat di Jawa Barat dan Jawa Tengah, belalang di Lampung pada MH 1998 dan penyakit tungro di Jawa Tengah, NTB, dan Sulawesi Selatan. Terjadinya anomali musim, yakni masih adanya hujan di musim kemarau juga dapat menstimulasi serangan hama. Waktu tanam yang tidak serempak dan kondisi cuaca yang tidak menentu juga dapat menjadi pemicu serangan hama.

Pengaruh kejadian iklim ekstrim sering kali menstimulasi ledakan (outbreak) beberapa hama dan penyakit utama tanaman padi, seperti tikus, penggerek batang, wereng coklat dan tungro. Kejadian El-Nino pada tahun 1997 yang diiringi La-Nina tahun 1998 berdampak pada ledakan serangan hama wereng di beberapa provinsi di Indonesia, terutama di Jawa Barat. Hal yang sama terjadi juga pada tahun 2005. Suhu udara dan kelembaban yang meningkat menyebabkan hama mudah berkembangbiak. Pada kondisi iklim ekstrim La-

Nina, peningkatan kelembaban udara sangat signifikan yang menstimulasi ledakan serangan hama [10].

B. Studi Pendahuluan Penerapan Bayes

Berikut ini akan dibahas tentang penelitian-penelitian pendahuluan yang telah menggunakan Metode Bayesian untuk melakukan berbagai jenis prediksi. Resume dari berbagai penelitian tersebut ditunjukkan dalam tabel 1.

Seperti yang terlihat pada tabel 1 di atas, Puspitasari (2007) melakukan penelitian berjudul Sistem Peramalan Temperatur Udara dengan Metode Bayesian Network. Penelitian tersebut dilatarbelakangi karena temperatur udara merupakan salah satu indeks dari energi panas atmosfer. Oleh karena itu temperatur udara pada permukaan bumi adalah salah satu parameter krusial untuk mengetahui batasan iklim dari suatu daerah. Sistem peramalan dengan metode bayesian network sebagai salah satu metode dalam perhitungan statistik yang berdasarkan prinsip klasifikasi [6].

Dalam penelitian tersebut, metode bayesian network dapat memperkirakan temperatur udara pada suatu wilayah dengan menggunakan data klimatologi. Bayesian network melakukan perhitungan statistik berdasarkan parameter-parameter masukan yaitu kelembaban udara, tekanan udara, curah hujan, lama penyinaran matahari (sunshine radiation), kecepatan dan ada tidaknya angin. Kemudian hasil keluaran yang diharapkan adalah perkiraan temperatur udara untuk esok hari. Graf bayesian network dihasilkan dengan menggunakan algoritma desain faktorial. Arsitektur graf yang dihasilkan bayesian network digunakan untuk melakukan pengujian sekaligus untuk peramalan temperatur udara. Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap sistem peramalan temperatur udara ini terbukti bahwa sistem ini dapat menghasilkan keluaran dengan hasil pengujian lebih dari 80%.

Penelitian Arifin (2009) yang berjudul Human Face Detection Using Bayesian Method mencoba untuk mengembangkan suatu perangkat lunak deteksi wajah manusia dengan menggunakan metode Bayesian. Pemanfaatan citra digital dalam dunia komputer menjadi hal yang sangat berkembang dalam beberapa dekade ini, dengan salah satu manfaatnya adalah untuk melakukan segmentasi dan deteksi pada suatu citra. Pada penelitian tersebut segmentasi citra bermanfaat untuk memisahkan antara daerah kulit dan bukan kulit. Sedangkan deteksi pada penelitian ini digunakan untuk mendapatkan bagian wajah dari suatu foto atau gambar. Deteksi wajah sudah banyak dikembangkan di dalam maupun di luar negeri, antara lain dengan metode Neural Network, Active Learning dan lain sebagainya [2].

Pada penelitian tersebut mengembang-kan suatu perangkat lunak deteksi wajah manusia dengan menggunakan metode Bayesian. Metode Bayesian digunakan untuk proses segmentasi citra, dengan memisahkan daerah kulit dan bukan kulit. Pada proses deteksi beberapa tahap yang dilakukan yaitu proses vertikal dan horizontal, kemudian dilakukan proses

blocking untuk mendapatkan daerah wajah yang diinginkan dan membuang backgroundnya. Tingkat keberhasilan menggunakan metode Bayesian ini terlihat pada uji coba gambar close up mencapai 100%, untuk $\frac{1}{2}$ badan mencapai 87,23% dan $\frac{3}{4}$ badan mencapai 84,44%. Metode ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat membedakan lubang dan bukan lubang pada daerah wajah serta tidak dapat membedakan warna yang menyerupai warna kulit seperti warna coklat. Dilihat dari tingkat keberhasilan pada uji coba dengan menggunakan metode Bayesian, dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapat cukup baik.

Sibaroni (2008) melakukan penelitian yang berjudul Analisis dan Penerapan Metode Klasifikasi untuk Pembangunan Perangkat Lunak Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru Jalur Non Tulis (dengan studi kasus di STT Telkom). Penelitian ini membahas tentang bagaimana melakukan prediksi siswa-siswa SMA yang akan diterima di STT Telkom melalui jalur non Tulis. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah metode klasifikasi Naive Bayes. Dalam penelitian ini, penerimaan siswa dilakukan berdasarkan prediksi IPK yang akan diperoleh calon mahasiswa tersebut nantinya. Sedangkan prediksi IPK dilakukan berdasarkan data-data masa lalu yaitu Jurusan Sekolah, Nilai Rapor SMA (Matematika, Fisika dan Bahasa Inggris) dan Peringkat SMA. Dalam penelitian tersebut, dapat disimpulkan hasil bahwa metode Naive Bayes dapat digunakan untuk melakukan prediksi nilai IPK dengan cukup baik. Naive Bayes juga memiliki beberapa kelebihan dalam implementasinya, seperti mudah diimplementasikan, dapat menangani missing value, dan memiliki hasil prediksi yang cukup akurat [9].

C. Metode Bayes dan Algoritma Naive Bayes

Metode Bayes merupakan metode untuk perhitungan probabilitas bersyarat (posterior) yaitu perhitungan peluang suatu kejadian X bila diketahui kejadian H terjadi yang dinotasikan dengan $P(X|H)$.

Gambar 1 menunjukkan bahwa probabilitas X di dalam H adalah probabilitas interseksi X dan H dari probabilitas H, atau dengan bahasa lain $P(X|H)$ adalah prosentase banyaknya X di dalam H.

Metode bayes seperti yang dapat dilihat pada gambar 2 menunjukkan bahwa keadaan Posterior (Probabilitas X_k di dalam H) dapat dihitung dari keadaan prior (Probabilitas H di dalam X_k dibagi dengan jumlah dari semua probabilitas H di dalam semua X_i).

Metode bayes disederhanakan dalam suatu bentuk yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu yang disebut dengan Naive Bayes. Algoritma Naive Bayes berasumsi bahwa efek suatu nilai variabel di sebuah kelas yang ditentukan adalah tidak terkait pada nilai-nilai variabel lain. Asumsi ini disebut kelas kondisi bebas/tidak terikat. Itu dibuat untuk menyederhanakan perhitungan dan dalam hal ini dianggap sebagai "Naive" [3].

Algoritma Naive Bayes memungkinkan secara cepat membuat model yang mempunyai kemampuan untuk prediksi dan juga menyediakan sebuah method baru dalam mengeksplorasi dan mengerti data [8]. Bayes menyediakan metode yang digunakan untuk pembelajaran berdasarkan bukti (evidence) yang ada. Algoritmanya mempelajari bukti yang ada dengan menghitung korelasi diantara variabel yang diinginkan dan semua variabel yang lain [1].

Naive bayes tersebut dinyatakan sebagai sebuah hipotesa yang disebut dengan HMAP (Hypothesis Maximum Appriori Probability). Misalnya terdapat beberapa alternatif hipotesa h Artinya bahwa di dalam Naive Bayes akan dicari hipotesa yang paling mungkin, h , atau maximum apriori (MAP), jika diberi data x . Secara matematis ini bisa dirumuskan sebagai berikut (Susanto, 2007) :

$$\begin{aligned} H_{MAP} &= \arg \max P(h|x) \\ &= \arg \max \frac{P(x|h) * P(h)}{P(x)} \\ &= \arg \max P(x|h) P(h) \end{aligned}$$

Dalam konteks data mining atau machine learning, data x adalah set training, dan h adalah ruang dimana fungsi yang akan ditemukan tersebut terletak. Dengan demikian, HMAP juga seringkali dituliskan sebagai berikut.

$$H_{MAP} = \arg \max_{h_j \in H} P(a_1, a_2, a_3 \dots a_n | h_j) * P(h_j)$$

HMAP menyatakan hipotesa yang diambil berdasarkan nilai probabilitas berdasarkan kondisi prior yang diketahui. HMAP inilah yang digunakan di dalam machine learning sebagai metode untuk mendapatkan hipotesis untuk suatu keputusan. Satu hal yang perlu dicatat adalah bahwa metode Bayes hanya bisa digunakan untuk persoalan klasifikasi dengan supervised learning [4]. Metode Bayes memerlukan pengetahuan awal untuk dapat mengambil suatu keputusan. Tingkat keberhasilan metode ini sangat tergantung pada pengetahuan awal yang diberikan.

III. PERANCANGAN

A. Analisa Kebutuhan

Untuk perancangan sistem, dilakukan investigasi dan pengambilan data di Balai Perlindungan Tanaman dan Holtikultura (BPTPH) Propinsi Jawa Tengah yang berlokasi di Kompleks Tarubudaya Jl. Gatot Subroto Ungaran Kab. Semarang. BPTPH melakukan kegiatan dibidang perlindungan tanaman yang berhubungan dengan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) maupun Bencana Alam.

Di dalam kegiatannya, BPTPH sebenarnya sudah menerapkan pemanfaatan Teknologi dan Sistem Informasi dalam beberapa hal seperti database pertanian yang meliputi informasi tentang : (a) keadaan tanaman pangan dan hortikultura; (b) statistik komoditas

pertanian; (c) data distribusi pupuk di Jawa Tengah; (d) data Benih Tanaman; (e) data Harga Komoditas; (f) data GAPOKTAN Se Provinsi Jawa Tengah; dan (g) data ekspor pertanian Jawa Tengah.

Untuk memantau serangan OPT, BPTPH juga sudah mulai membangun Database Keadaan Serangan OPT meskipun masih dalam tahap pengembangan. Sedangkan salah satu yang belum dimiliki adalah perangkat lunak untuk melakukan prediksi serangan OPT di suatu wilayah. Padahal sistem prediksi kemunculan serangan OPT dirasakan sangat penting, mengingat iklim dan cuaca yang tidak menentu sehingga kesulitan dilakukan prediksi kemunculan serangan OPT tersebut jika hanya berdasarkan kebiasaan. Sistem yang akan dikembangkan diharapkan mampu menyediakan informasi tentang hasil prediksi yang akurat mengenai kemungkinan munculnya serangan OPT Padi, khususnya weweng batang coklat dan tikus, untuk 5 Kabupaten di sekitar Karesidenan Surakarta, Propinsi Jawa Tengah.

Data klimatologi (suhu, kelembaban dan curah hujan) yang akan diolah dalam sistem ini diklasifikasikan dalam data kategori. Berdasarkan pengelompokan BMG (2010), data suhu dan kelembaban udara diklasifikasikan dalam tiga kategori (rendah, sedang, tinggi). Sedangkan data curah hujan diklasifikasikan dalam lima kategori yaitu sangat ringan, ringan, sedang, lebat dan sangat lebat.

Untuk data suhu dikategorikan sebagai rendah dengan suhu yang kurang dari 24 oC, sedang untuk suhu 24-32 oC, dan dikategorikan tinggi untuk suhu > 33 oC. Data kelembaban dikategorikan rendah adalah kelembaban < 70; sedang antara 71-89 dan tinggi adalah kelembaban > 89. Selanjutnya untuk data Curah Hujan dikategorikan sangat ringan dengan curah hujan < 5 mm/hari, dikategorikan ringan antara 5-20 mm/hari, sedang antara 21-50 mm/hari, lebat antara 51-100 mm/hari dan sangat lebat adalah curah hujan yang lebih dari 100 mm/hari.

Selanjutnya dari data tersebut, akan dilakukan proses untuk menampilkan output sebagai berikut Prediksi tentang ada dan tidaknya serangan hama tanaman padi di setiap wilayah dan setiap jenis hama-nya; prosentase kemungkinan terjadinya serangan dan visualisasi hasil peramalan dalam bentuk grafik.

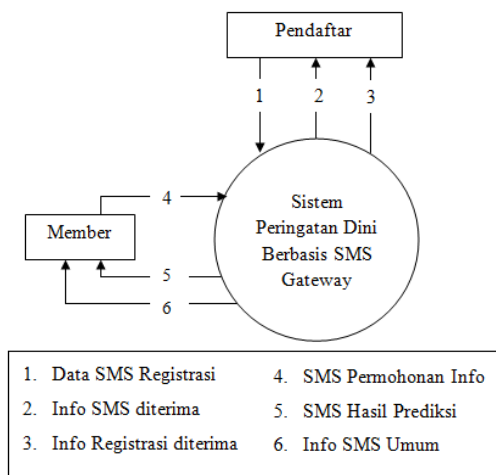
B. Perancangan Model Proses

Dari hasil analisa kebutuhan disusun model proses untuk mengetahui aliran data yang terjadi dalam sistem ini. Model Proses dalam hal ini akan digambarkan dengan Data Flow Diagram (DFD), mulai dari DFD konteks sampai pada DFD turunan atau penjabarannya. DFD sendiri merupakan alat bantu dalam menggambarkan atau menjelaskan logika sistem yang sedang berjalan dengan menggunakan notasi-notasi untuk menggambarkan arus dari data sistem tersebut.

Dalam kasus pengembangan sistem peringatan dini ini, DFD akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu DFD

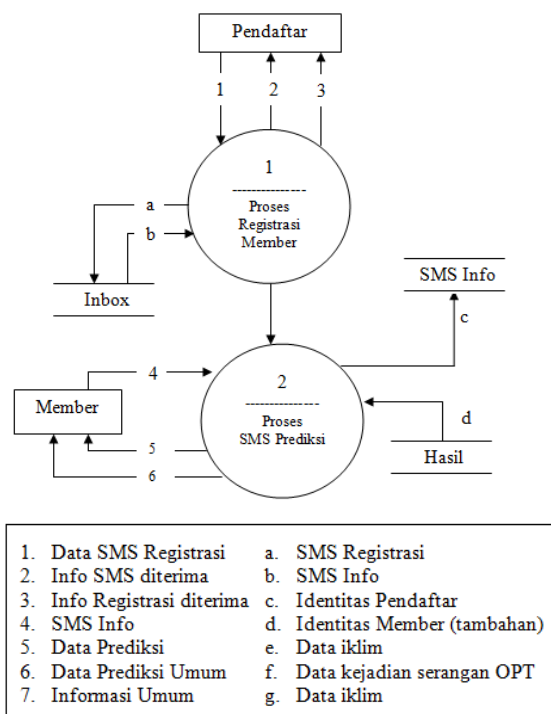
untuk SMS Gateway dan DFD untuk Sistem Berbasis Web yang dikendalikan administrator.

Pada gambar 3 terlihat bahwa terdapat dua entitas yang terkait di dalam SMS Gateway yaitu Pendaftar dan Member. Nomor-nomor yang muncul menunjukkan arus data yang masuk dan keluar sistem. Seperti misalnya entitas Pendaftar dapat mengirimkan data



Gambar 3. DFD Level 0 untuk SMS Gateway

SMS Registrasi (ditunjukkan dengan nomor 1) dan menerima data berupa info SMS diterima (nomor 2) dan info registrasi diterima (nomor 3). Entitas Member bisa mengirimkan SMS info (nomor 4) serta mendapatkan SMS data prediksi (nomor 5).

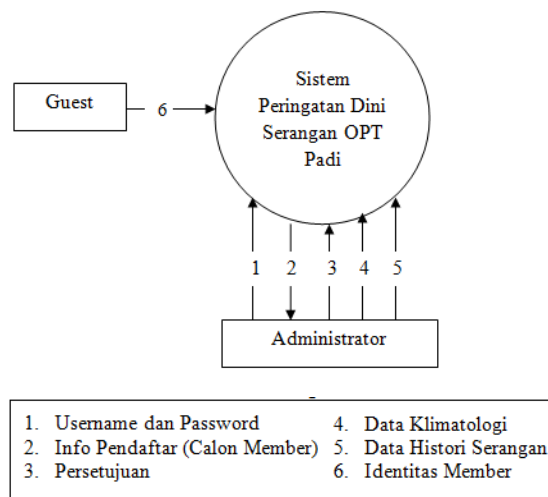


Gambar 4. DFD Level 1 untuk SMS Gateway

Selanjutnya untuk DFD Level 1 seperti yang terlihat pada gambar 4, secara umum sistem memiliki 2 proses utama yaitu proses registrasi member dan proses prediksi. Proses registrasi member merupakan proses dimana calon member mendaftarkan diri menjadi member melalui SMS Registrasi, sedangkan proses prediksi merupakan proses permintaan data prediksi serangan hama oleh member dan pengiriman informasi prediksi tersebut oleh sistem.

Selanjutnya sistem berbasis web merupakan sistem yang digunakan oleh administrator untuk melakukan pengelolaan data. DFD Konteks dari sistem berbasis web dapat dilihat seperti pada gambar di bawah. Pada gambar tersebut terlihat bahwa sistem berbasis web ini memiliki dua entitas yaitu Guest dan Administrator. Guest yang dimaksud adalah pengguna tamu yang berkunjung ke halaman web sistem ini. Sebagai pengguna tamu, Guest dapat memperoleh informasi-informasi yang bersifat umum tetapi tidak memiliki hak untuk mengirim data ke dalam sistem.

Sedangkan administrator merupakan user yang dapat melakukan aktivitas-aktivitas pengelolaan sistem seperti: (1) mengirimkan username dan password untuk login ke dalam sistem; (2) mendapatkan info SMS Registrasi; (3) mengirimkan data persetujuan pendaftar menjadi member baru; (4) menginputkan data klimatologi (suhu, kelembaban udara dan curah hujan) suatu wilayah; dan (5) menginputkan data histori Serangan Organisme Pengganggu Tanaman suatu wilayah dengan lima kategori serangan



Gambar 5. DFD Level 0 untuk Sistem Berbasis Web

IV. IMPLEMENTASI

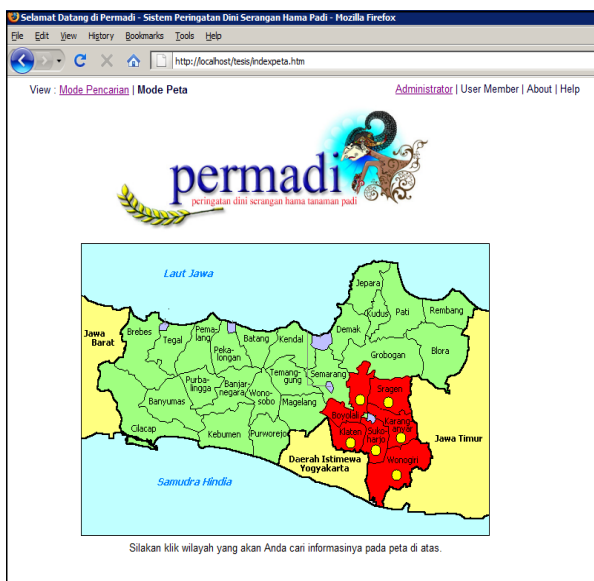
A. Implementasi Antarmuka

Sistem Peringatan Dini Serangan Organisme Pengganggu Tanaman Padi ini memiliki dua model pengoperasian utama yaitu mode pengoperasian berbasis website dan mode pengoperasian berbasis SMS Gateway. Mode pengoperasian berbasis SMS hanya

dapat digunakan oleh member yang sudah terdaftar saja.

Sedangkan mode pengoperasian berbasis Web dapat digunakan oleh semua pengguna, termasuk user guest yang tidak terdaftar sebagai member untuk melihat hasil prediksi serangan hama. Gambar 6 merupakan interface dari halaman utama mode pengoperasian sistem berbasis Web.

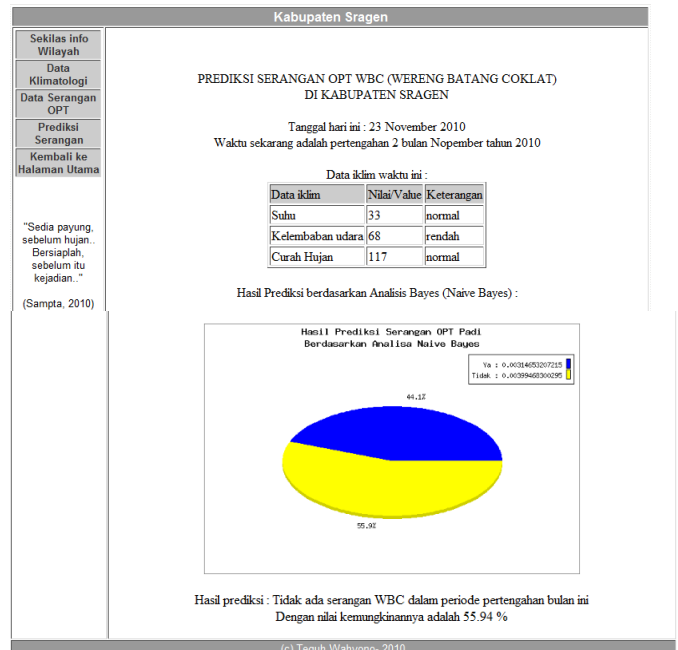
Pada halaman awal ketika pengguna masuk ke dalam sistem ini akan disuguhkan tampilan sebuah peta Propinsi Jawa Tengah. Dari tampilan peta tersebut terdapat satu blok peta yang berwarna merah. Blok peta berwarna merah tersebut merupakan area yang menunjukkan lokasi 6 (enam) kabupaten yang menjadi area ujicoba sistem ini. Enam kabupaten yang dimaksud adalah kabupaten Sragen, Karanganyar, Wonogiri, Sukoharjo, Klaten dan Boyolali.



Gambar 6. Tampilan Halaman awal sistem

Selanjutnya untuk melihat prediksi serangan hama tanaman dari wilayah yang Anda pilih, pengguna tinggal mengeklik peta dan pilih menu “Prediksi Serangan” dan sistem akan menampilkan prediksi serangan hama tanaman pada kabupaten yang dipilih seperti gambar 7 di bawah ini.

Grafik pie yang nampak pada gambar tersebut menunjukkan prosentase kemungkinan terjadinya serangan Hama Tanaman Padi sesuai dengan jenis hama yang dipilih.



Gambar 7. Halaman Prediksi Serangan

B. Implementasi SMS Gateway

Pengguna sistem yang ingin menjadi member sistem berbasis SMS, maka dapat melakukan registrasi dengan mengirimkan SMS menggunakan format sebagai berikut : “REG (spasi) XXX (spasi) YYY (spasi) NAMA”.

Penjelasan :

- REG : Prefix untuk registrasi.
- XXX : tiga huruf inisial wilayah pengguna.
- YYY : inisial jenis OPT.
- NAMA : nama lengkap pendaftar.

Selanjutnya setiap member yang sudah terdaftar ke dalam Sistem Peringatan Dini ini, akan mendapatkan SMS pemberitahuan setiap dua minggu sekali. SMS tersebut berisikan informasi hasil perhitungan prediksi menggunakan analisis bayes yaitu tentang kemungkinan adanya serangan OPT padi di Wilayah yang telah ditentukan ketika registrasi member.



Gambar 8. Tampilan Halaman awal sistem

V. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Ujicoba Output Sistem

Untuk melihat seberapa akurat output yang dihasilkan oleh sistem, maka perlu dilakukan ujicoba hasil prediksi dengan menggunakan metode naive bayes ini. Ujicoba yang dimaksud adalah membandingkan hasil prediksi dengan realitas serangan hama yang terjadi. Sebagai contoh, ujicoba dilakukan dengan menggunakan data tahun 2005 sampai dengan pertengahan pertama di bulan Desember, untuk memprediksi kondisi yang akan terjadi di pertengahan kedua di bulan tersebut. Demikian seterusnya untuk tahun-tahun berikutnya.

Sebagai contoh dalam melakukan pengujian, berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan pengujian output tahun 2005: (1) mengambil data iklim dan data kejadian serangan untuk tahun 2005 sampai dengan pertengahan bulan pertama di bulan Desember 2005; (2) menggunakan analisis naive bayes untuk memprediksi kondisi yang akan terjadi di pertengahan kedua di bulan Desember 2005 tersebut; (3) menampilkan hasil prediksi untuk masing-masing wilayah dan semua jenis hama; (4) membandingkan data hasil prediksi dengan data realitas kejadian serangan hama yang terjadi di pertengahan kedua di bulan Desember 2005; serta (5) melakukan analisa hasil perbandingan.

Serangkaian ujicoba menggunakan data tahunan untuk tahun 2005 sampai 2009 yang telah dilakukan, menghasilkan tabel rangkuman hasil ujicoba seperti yang dapat dilihat pada tabel di bawah berikut ini.

TABLE I
Rangkuman Hasil Ujicoba Sistem

Tahun	Jumlah Uji	Prediksi Benar	Prediksi Salah	Akurasi
2005	12	11	1	92%
2006	12	10	2	83%
2007	12	11	1	92%
2008	12	11	1	92%
2009	12	12	0	100%
Total	60	50	5	91.7%

Dari tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa dengan menggunakan data tahunan (2005-2009), sistem memiliki tingkat akurasi prediksi sebesar 83% - 100%. Selanjutnya dari 60 kali pelaksanaan ujicoba prediksi, terdapat 50 kali prediksi benar dan 5 kali prediksi salah. Hal itu dapat dikatakan bahwa dalam kasus ini, secara umum sistem memiliki rata-rata tingkat akurasi kesesuaian prediksi yang sangat tinggi yaitu sebesar 91.7 %. Dengan hasil tersebut, bisa disimpulkan bahwa prediksi dengan menggunakan Naive Bayes memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi.

VI. KESIMPULAN

Dari penelitian pengembangan sistem PERMADI (Peringatan Dini Serangan Hama Tanaman Padi) ini dapat ditarik kesimpulan bahwa penerapan algoritma Naive Bayes dapat memprediksi ada atau tidaknya kemungkinan serangan hama berdasarkan data historis klimatologi dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi, yaitu mencapai 83-100 %, dengan rata-rata tingkat akurasi mencapai 91,7 %.

Prediksi ada atau tidaknya serangan hama tanaman padi dengan menggunakan Naive Bayes dalam penelitian ini dilakukan dengan asumsi bahwa variabel-variabel indikator yang digunakan dalam prediksi ini yaitu temperatur, curah hujan, dan kelembaban adalah independen (saling bebas). Sistem peringatan dini ini dikembangkan dengan aplikasi SMS Gateway yang menggunakan aplikasi NowSMS. Dalam penelitian ini, aplikasi tersebut dapat diterapkan untuk memberikan peringatan dini berbasis SMS baik sebagai notifikasi pada saat registrasi calon member baru maupun sebagai warning pada saat permintaan informasi ada atau tidaknya serangan OPT oleh member.

REFERENSI

- [1] Alpaydin, Ethem. 2004. Introduction to Machine Learning, The MIT Press Publisher
- [2] Arifin, Miftakhul. 2009. Human Face Detection Using Bayesian Method. Institut Teknologi Surabaya.
- [3] Basuki, Akhmad. 2006. Mesin Pembelajaran dan Metode Bayes, PENS ITS 2006, diakses dari situs www.its.ac.id, tanggal 6 Februari 2010
- [4] Han, Jiawei dan Michelin Kamber. 2006. Data Mining : Concepts and Techniques. Morgan Kauffman Publisher
- [5] Pressman, Roger. 2000. Software Engineering: A Practitioner's Approach. Mc- Graw Hill Publisher.
- [6] Puspitasari, Ira. 2007. Sistem Peramalan Temperatur Udara dengan Metode Bayesian Network. IT Telkom Bandung.
- [7] Rokach, Lior dan Oded Maimon. 2008. Data Mining With Decision Trees : Theory and Applications. World Scientific Publishing.
- [8] Semangun, H. 1989. Studi Penyakit Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- [9] Sibaroni, Yuliant. 2008. Analisis dan Penerapan Metode Klasifikasi untuk Pembangunan Perangkat Lunak Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru Jalur Non Tulis, Tesis S2 Institut Teknologi Bandung .
- [10] Susanti, Erni. 2008. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Serangan OPT serta Strategi Antisipasi dan Adaptasi. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi.
- [11] Webster, R.K. dan D.S. Mikkelsen. 1992. Compendium of Rice Diseases. APS Press. Minnesota
- [12] Wiyono, Suryo. 2007. Perubahan Iklim, Pemicu Ledakan Hama dan Penyakit Tanaman. Paper Hasil Focus Group Discussion (FGD) dalam Safari Gotong Royong Klinik Tanaman IPB.

Teguh Wahyono, dilahirkan di kota Sragen, Indonesia, pada tahun 1975. Pendidikan Strata 1 dengan gelar Sarjana Komputer diperoleh dari Jurusan Teknik Informatika, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta pada tahun 1998. Sedangkan gelar Master of Computer Science diperolehnya dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dari Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, pada tahun 2011. Saat ini penulis aktif menjadi staf pengajar di program studi Teknik Informatika Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga sejak tahun 2003. Bidang penelitian yang digeluti adalah Komputasi Bisnis dan Rekayasa Web.

Subanar, dilahirkan di kota Trenggalek, pada tahun 1951. Saat ini penulis adalah Guru Besar Statistika FMIPA. Pendidikan Sarjana Matematika (Drs) diperoleh di FMIPA Universitas Gadjah Mada pada tahun 1976 dan meraih Doktor Statistika (PhD) dari University of Wisconsin, United States pada tahun 1987. Bidang penelitian yang digeluti adalah Statistika Matematik, Analisis Wavelet, Regresi Nonparametrik, Metode Bootstrap dan Neural Network.