

PREDIKSI KECEPATAN ANGIN BERBASIS MODEL SUPPORT VECTOR MACHINES (SVM)

R. Hadapiningradja Kusumodestoni
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama, Jepara
kusumodestoni@gmail.com

ABSTRACT

Wind is as a resource of electricity energy needs to be predicted to know an enormous of speed periodically. The decision to predict is crucial due to an amount of electricity energy by an amount of electricity needed and a good prediction is a prediction in research accurately. In application using algorithm of Support Vector Machine, it is used to predict a wind speed which uses the wind speed from Wonosari beach of Kidul Mountain, Yogyakarta, starts from 1 December 2014 at 01 o'clock until 11 December 2014 at 09 o'clock. More than 297 data is compared. Based on previous research, it was only 154 data, which consists of star attribute, high, low, end. After the process of training, learning, and then it was continued by evaluation process. The result is an inclination of data collection tends to be 154 more or less of prediction accurateness for 0576 and 0112 using data from 297 of prediction. Accurateness, more or less 0,090 is for 0612, can be concluded that by using more data collection can develop an accurate prediction of trend score evidenced in the first experiment by using data of 154 and the second experiment as well. By using data of 297, an accurate prediction increases 3%, it is 0,036 +/- 0,022.

Keywords: *wind, prediction, Support Vector Machine.*

ABSTRAK

Angin sebagai sumber energi listrik memerlukan prediksi untuk mengetahui seberapa besar kecepatan yang dihasilkan dalam jangka waktu tertentu. Keputusan untuk memprediksi sangat penting, karena prediksi dapat menghitung jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh jumlah kebutuhan listrik dan prediksi yang baik merupakan prediksi dalam penelitian ini yang akurat. Dalam aplikasi menggunakan algoritma *Support Vector Machine* untuk memprediksi kecepatan angin dengan menggunakan data kecepatan angin di daerah pantai Wonosari Gunung Kidul, Yogyakarta mulai tanggal 1 Desember 2014 pukul 01.00 sampai dengan tanggal 11 Desember 2014 pukul 09.00. Sebanyak 297 lebih banyak data yang dibandingkan. Dengan penelitian sebelumnya hanya ada 154 data, berupa data yang terdiri dari atribut star, high, low, end. Setelah melalui proses pelatihan, pembelajaran, kemudian dilanjutkan proses pengujian hasilnya adalah bahwa kecenderungan kumpulan data 154 +/- ketepatan prediksi untuk 0576 dan 0112 menggunakan data dari 297 prediksi. Akurasi +/- 0,090 untuk 0612, maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan kumpulan data lebih banyak dapat meningkatkan akurasi prediksi nilai tren yang dibuktikan pada saat percobaan pertama menggunakan data sebanyak 154 dan pada percobaan kedua. Untuk menggunakan data sebanyak 297 kecenderungan akurasi prediksi meningkat sebesar 3%, yaitu 0,036 +/- 0,022.

Kata kunci: angin, prediksi, Support Vector Machine

PENDAHULUAN

Gas, Uap, Sambah, Air, Angin, dan Nuklir merupakan berbagai sumber daya alam yang dapat diolah dan digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik.

Energi angin merupakan suatu energi dari sumber daya alam yang cukup banyak digunakan pada seluruh dunia untuk pembangkit tenaga listrik (Hardjodinomo, 1975). Energi angin ini menjadi sumber energi yang bebas polusi dan layak secara ekonomis

untuk mengeksplorasi dalam hal memproduksi energi listrik secara besar-besaran, sehingga energi angin ini tak kalah kompetitifnya dengan sumber energi lain (Lakitan, 2002 dan Linsley dkk, 1989) Energi angin juga berdampak aman pada lingkungan karena sesuai dengan proses produksinya energi ini tidak memancarkan gas polusi.

Untuk memproduksi listrik bertenaga angin dapat dikontrol dalam margin yang dihasilkan dari produksi angin yang tersedia sehingga memiliki kapasitas kontrol yang kurang. Bila kita cermati dan diperbandingkan diantara sumber energi yang diperoleh oleh tenaga gas alam, atau tenaga uap, maka diperoleh biaya produksi energi angin jauh lebih lebih kecil dan lebih hemat (Bertsekas, 1999.). Dilihat dari kecilnya pengeluaran serta biaya produksi untuk menghasilkan tenaga atau energi listrik dengan menggunakan energi angin maka saat ini sudah banyak negara yang menggunakan energi angin tersebut sebagai sumber energi listrik alternatif.

Bila kita ingin mengetahui berapa jumlah energi yang dapat diperoleh atau dihasilkan dari energi angin maka perlu adanya suatu prediksi tentang besarnya kecepatan angin yang akan dihasilkan (Linsley dkk, 1989 dan Cristianini and J. Shawe-Taylor, 2000). Dengan mengetahui prediksi berapa besar kecepatan angin yang dihasilkan tiap jam atau bahkan tiap menitnya maka dapat menghitung besarnya energi listrik yang dihasilkan dengan jumlah kebutuhan listrik sehingga kebutuhan akan memprediksi atau meramalkan kecepatan angin adalah sangat penting. Melihat kebutuhan akan prediksi untuk mengelola sumber daya energi khususnya sumber daya energi angin menjadi faktor penting untuk menghitung jumlah listrik yang dihasilkan dari energi angin ini maka mengharuskan penggunaan model-model khusus untuk dapat memprediksi kecepatan angin baik kecepatan angin jangka pendek

maupun kecepatan angin jangka panjang untuk memproduksi listrik tersebut (Lakitan, 2002 dan Hastie, *et al*, 2001).

Prediksi adalah salah satu teknik yang paling penting dalam mengetahui kecepatan angin yang dihasilkan, prediksi ini sangatlah penting dalam pengambilan suatu keputusan karena dengan prediksi kita dapat menghitung berapa jumlah energi listrik yang akan dihasilkan oleh kecepatan angin dalam kurun waktu tertentu (Scolkopf and Smola, 2002.)

Dalam memperoleh prediksi yang akurasi tinggi maka kita memerlukan suatu metode prediksi yang tepat. Support Vector Machine (SVM) adalah salah satu metode yang dapat melakukan prediksi (Hastie, *et al*, 2001) sistem pembelajaran model ini menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi-fungsi linier dalam sebuah ruang fitur berdimensi tinggi, dilatih dengan algoritma pembelajaran yang didasarkan pada teori optimasi dengan menerapkan pembelajaran yang menemukan asal-usul dalam pembelajaran statistik teori.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memprediksi berapa besar kecepatan angin pada kurun waktu tertentu menggunakan algoritma support vector machine dimulai dari proses training, dilanjutkan pada tahap learning, dan terakhir pada tahap testing.

TINJAUAN PUSTAKA

Macam-macam Sumber Daya Alam yang dapat Menghasilkan Energi Listrik

Sumber daya alam adalah semua jenis kekayaan yang berasal dari bumi, baik itu biotik maupun abiotik yang dapat kita manfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia dan kesejahteraan manusia, contohnya : hewan, tumbuhan, air, udara, tanah, bahan tambang, angin, cahaya matahari, dan mikroba (jasad renik) dll. Oleh sebab itu perlu adanya perawatan dan perlindungan terhadap alam secara terus

menerus dilakukan demi pertahankan suatu keseimbangan serta keserasian alam tersebut. Kekayaan yang ada di belahan bumi baik itu berupa abiotik maupun biotik yang dapat kita manfaatkan untuk kesejahteraan manusia di muka bumi ini adalah sumber daya alam. Tumbuhan, hewan, manusia, dan mikroba merupakan sumber daya alam hayati, sedangkan faktor abiotik lainnya merupakan sumber daya alam nonhayati. Dalam memanfaatkan sumber daya alam perlu diimbangi dengan pelestarian dan pemeliharaan melihat jumlahnya terbatas.

Banyak sumber energi yang digunakan di dunia contohnya adalah energi fosil yang berupa bahan bakar minyak. Energi fosil adalah energi yang dapat habis pada beberapa tahun kedepan. Energi ini diprediksi akan mengalami penurunan kurang lebih 50 tahun kemudian, selain akan terjadi penurunan energi fosil dapat berdampak negatif pada lingkungan, terlebih lagi dengan adanya emisi gas rumah kaca yang berdampak pada pemanasan global dan akan menyebabkan perubahan iklim. Karena itulah energi pengganti fosil sangat diperlukan untuk kebutuhan energi di masa yang akan datang.

Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil ini tidak hanya sebatas sektor transportasi saja namun juga sektor kebutuhan primer sandang, pangan, dan papan. Hal ini banyak menimbulkan kekhawatiran akan krisis energi pada masa yang akan datang. Dengan meningkatnya jumlah penduduk dimuka bumi ini maka akan meningkat pula jumlah kebutuhan akan energi listrik, sehingga perlu adanya suatu energi yang efisien dan mampu menghasilkan dalam jumlah yang banyak.

Energi Angin adalah salah satu energi yang cukup banyak terdapat dan tersedia di alam, Pembangkit Listrik Tenaga Angin mengubah energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Cara kerjanya sederhana yaitu energi angin yang memutar turbin angin kemudian

dilanjutkan untuk memutar motor pada generator dibagian belakang turbin angin, sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi Listrik ini biasanya akan disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan.

Algoritma Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) merupakan suatu metode pattern recognition yang usianya terbilang masih dini, karena metode ini dimulai pada tahun 1992 oleh Vapnik dengan rangkaian konsep-konsepnya yang unggul dalam bidang *pattern recognition*. Melalui hasil evaluasi metode ini memiliki kemampuannya sebagai state of the art dalam patter recognition yang bertumbuh dan berkembang dengan cepat. SVM adalah suatu metode learning machine yang bekerja atas prinsip Structural Risk Minimization (SRM) dengan tujuan menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan dua buah class pada input space. Tulisan ini membahas teori dasar SVM dan aplikasinya dalam bio informatika, khususnya pada analisa ekspresi gen yang diperoleh dari analisa microarray Pengertian yang lainya adalah sistem pembelajaran yang menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi-fungsi linier dalam sebuah ruang fitur (feature space) berdimensi tinggi, dilatih dengan algoritma pembelajaran yang didasarkan pada teori optimasi dengan mengimplementasikan learning bias yang berasal dari teori pembelajaran statistik.

Metode yang tepat untuk dipilih dengan memperhatikan karakteristik data yang diolah, dalam hal ini adalah SVM, berbagai studi telah menunjukkan kelebihan metode SVM dibandingkan metode konvensional lain, Kelebihan SVM antara lain :

1. Generalisasi

Generalisasi didefinisikan sebagai kemampuan suatu metode (SVM, neural network, dsb.), untuk mengelompokkan suatu pattern, yang tidak termasuk data yang dipakai dalam fase pembelajaran

metode itu. Penjelasan dari teori Vapnik menjelaskan bahwa nilai error generalization itu dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu error terhadap training set dan dimensi VC (*Vapnik-Chervokinensis*). Pada umumnya strategi pembelajaran untuk meminimalkan error yaitu pada training-set. Adapun SVM selain meminimalkan error pada training-set, juga meminimalkan faktor kedua. Strategi ini disebut Structural Risk Minimization (SRM), dan dalam SVM diwujudkan dengan memilih hyperplane dengan margin terbesar. Ada beberapa studi menyatakan bahwa pendekatan SRM pada SVM memberikan error generalisasi yang lebih rendah dibandingkan dengan strategi ERM pada metode neural network dan metode lainnya.

2. Curse of dimensionality

Curse of dimensionality didefinisikan sebagai masalah yang dihadapi suatu metode pattern recognition dalam mengestimasi parameter (misalnya jumlah hidden neuron pada neural network, stopping criteria dalam proses pembelajaran dsb.) dikarenakan jumlah sampel data yang cukup sedikit dibandingkan dimensional ruang vektor. Dalam proses training atau pembelajaran membutuhkan beberapa data yang akan diolah menjadi informasi dengan nilai dimensi yang semakin tinggi maka membutuhkan jumlah data yang banyak juga, namun untuk memperoleh jumlah data yang banyak sulit dilakukan mengingat biaya yang cukup tinggi dalam mengumpulkan data dan sulitnya teknis di lapangan.

3. Landasan teori

Sebagai salah satu metode yang berbasis statistik, SVM memiliki landasan teori yang dapat dianalisa dan dihitung dengan jelas, dan tidak bersifat black box.

4. Feasibility

SVM dapat kita hitung dan implementasikan dengan mudah, karena proses penentuannya support vector dapat dirumuskan dalam QP problem. Dengan demikian jika kita memiliki library untuk menyelesaikan QP problem, dengan sendirinya SVM dapat diimplementasikan dengan mudah. Selain itu dapat diselesaikan dengan metode sekuensial sebagaimana penjelasan sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan data statistik kecepatan angin yang didapat dari Stasiun Geofisika Kelas I Jogjakarta Jl. Wates Km.8, Gamping, Sleman, Jogjakarta tanggal 8 Agustus 2015 dengan besar kecepatan angin yang terdapat pada daerah Wonosari pantai Gunung Kidul Jogjakarta dari tanggal 1 Desember 2014 pukul 01.00 sampai dengan tanggal 11 Desember 2014 pukul 09.00 sebanyak 297 data lebih banyak dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang hanya 154 data, data tersebut berupa data yang terdiri atas atribut start, low, high, end. setiap baris data adalah perubahan nilai besar kecepatan angin yang di mulai dari kecepatan awal, kecepatan tinggi, kecepatan rendah, dan kecepatan akhir dalam kurun waktu 60 menit atau 1 jam.

Metode Training, Learning, dan Testing Menggunakan Model Support Vector Machine

Penelitian ini menggunakan Model Support Vector Machine karena model Support Vector Machine memiliki keunggulan yaitu dapat mengklasifikasi data dalam pelatihan dengan baik sehingga tingkat akurasi cukup baik dan apabila ditambahkan data set yang lebih banyak diharapkan tingkat akurasi akan meningkat maka proses pertama metode ini yaitu proses

learning atau pembelajaran yaitu dengan cara menghitung nilai prediksi data pada waktu terdahulu, sebelum proses learning data nilai kecepatan angin akan diproses terlebih dahulu. Setelah dilakukan proses training serta learning kemudian langkah selanjutnya yaitu dilanjutkan dengan proses testing guna mengukur berapa akurasi trend dari prediksi yang dihitung.

Metode Evaluasi dan Validasi

Terdapat banyak algoritma yang dapat dipakai untuk memprediksi kecepatan angin namun belum diketahui apakah model Support Vector Machine dapat memprediksi harga saham dengan akurat apabila menggunakan data yang lebih banyak. Sehingga diperlukan pengujian untuk mengetahuinya. Dalam penelitian ini metode yang saya usulkan adalah metode analisa tingkat akurasi prediksi berbasis algoritma Support Vector Machine dalam memprediksi besar nya kecepatan angin yang dihasilkan dalam kurun waktu tertentu. Algoritma ini akan di implementasikan dengan menggunakan Rapid Miner 5.1.001x32.

HASIL DAN PEMBAHASAN

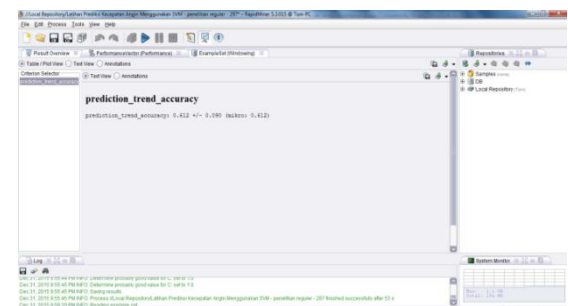
Hasil Penelitian

Setelah dilakukan penelitian menggunakan algoritma Support Vector Machine untuk memprediksi kecepatan angin menggunakan data kecepatan angin dengan melalui proses Training, learning, dan kemudian dilanjutkan proses testing didapat hasil bahwa dengan data set sebanyak 154 trend akurasi prediksinya sebesar 0.576 +/- 0.112



Gambar 4.1.1. Performance Prediction 154 Dataset

Sedangkan dengan menggunakan data set sebanyak 297 akurasi prediksinya sebesar 0.612 +/- 0.090 :



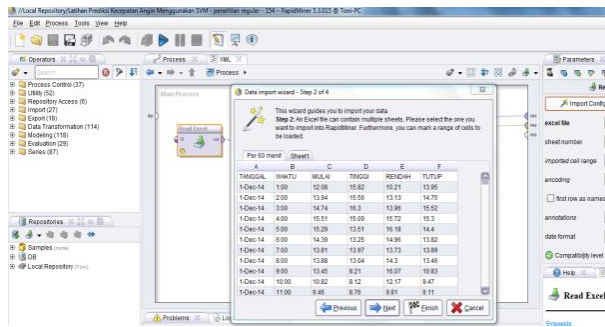
Gambar 4.1.2. Performance Prediction 297 Dataset

Pembahasan

Setelah melalui tahap proses pengumpulan data sekunder dan data primer tahap selanjutnya adalah proses pelatihan (*training*), pembelajaran (*learning*), dan tahap pengujian (*testing*) menggunakan Support Vector Machine menggunakan Rapid Miner yaitu :

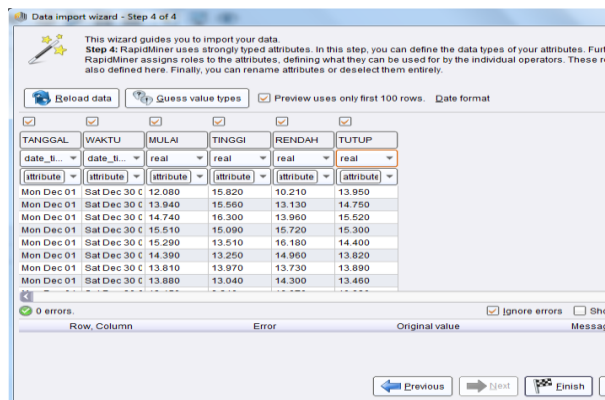
Proses Training, Learning, dan Testing menggunakan data set sebanyak 154

1. Proses memasukkan dataset ke dalam Read Excel dengan atribut tanggal, waktu, mulai, tinggi, rendah, dan tutup dengan data set sebanyak 154



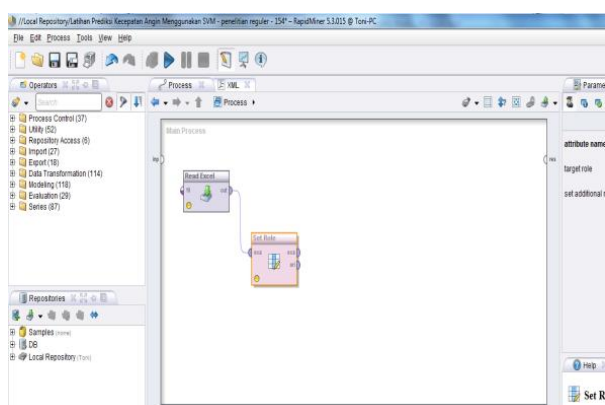
Gambar 4.2.1. Proses Import dataset

- Atur atribut dengan meliputi : tanggal diatur menjadi jenis data date_time, waktu diatur menjadi jenis data date_time, dan untuk mulai, tinggi, rendah, tutup diatur menjadi jenis data real



Gambar 4.2.2. Proses mengatur atribut

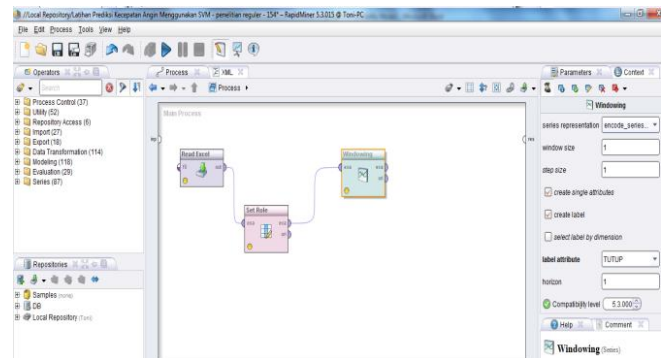
- Atur set role untuk menentukan atribut name nya waktu dan target role nya adalah



Gambar 4.2.3. Proses mengatur set-role nya

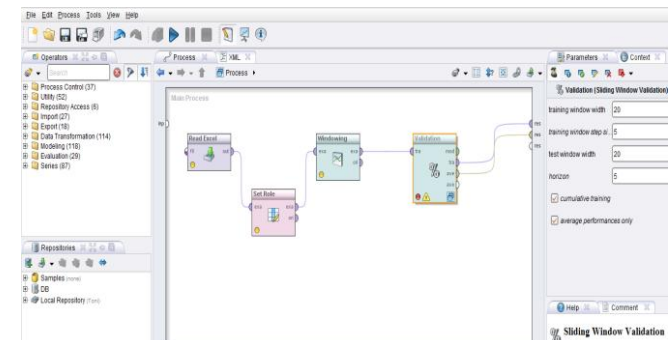
- Input dan atur windowing dengan label attribute tutup, ini digunakan untuk

menentukan target yang akan kita prediksi



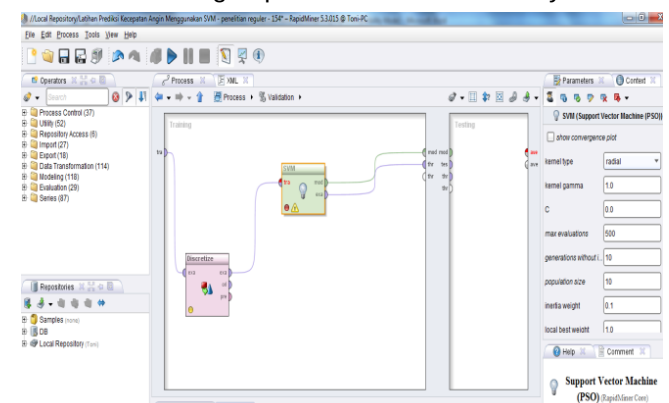
Gambar 4.2.4. Proses Mengatur Windowing

- Proses penginputan dan pengaturan validation dengan training window width 20, training window step by step 5, test widow width 20, horizon 5



Gambar 4.2.5. Proses Input dan Mengatur Validasi

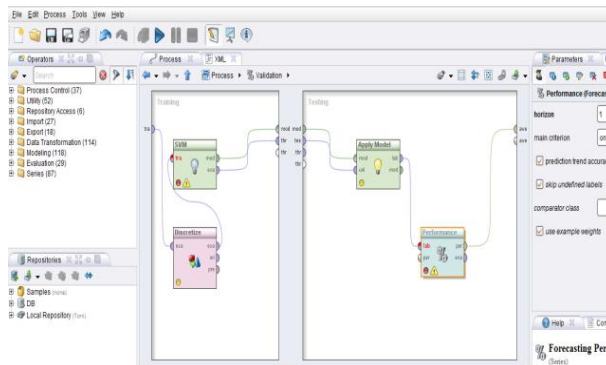
- Proses training dengan memasukkan model algoritma SVM menggunakan 154 data set dengan prediction trend accuracy



Gambar 4.2.6. Proses Training

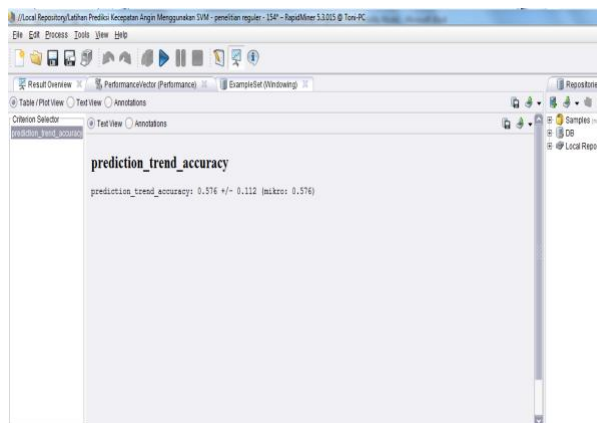
- Proses pengujian (testing) berupa performance prediksi algoritma SVM

menggunakan 154 data set dengan prediction trend accuracy



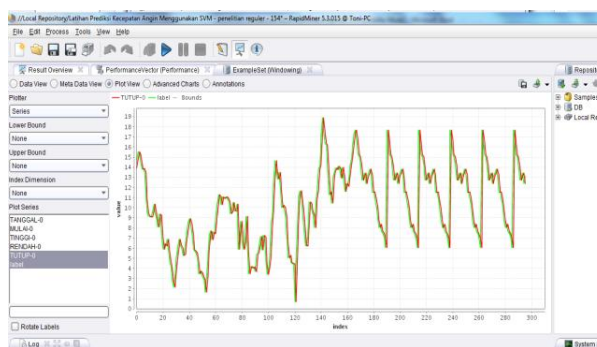
Gambar 4.2.7. Proses Pengujian (Testing)

8. Performance prediction trend accuracy yang dihasilkan menggunakan algoritma SVM sebesar 0.576 ± 0.112



Gambar 4.2.8. Performance Trend Prediction

9. Grafik trend accuracy prediksi

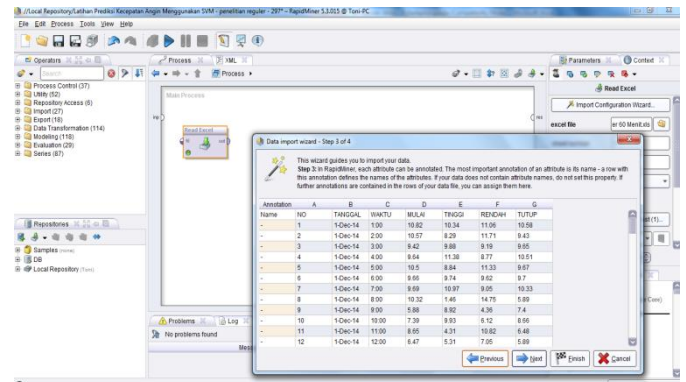


Gambar 4.2.9 Grafik trend accuracy

Proses Training, Learning, dan Testing menggunakan data set sebanyak 297

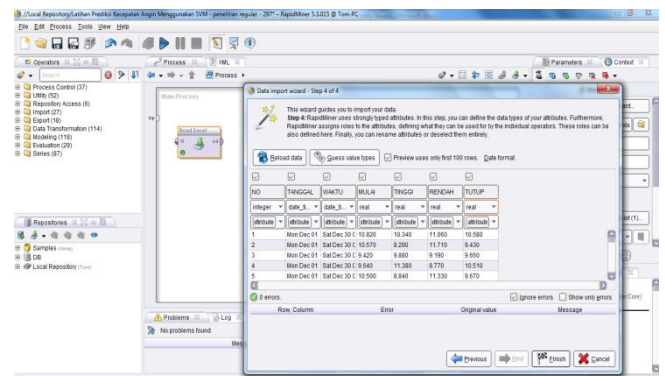
1. Proses Import dataset ke dalam Read Excel dengan atribut tanggal, waktu,

mulai, tinggi, rendah, dan tutup dengan data set sebanyak 297



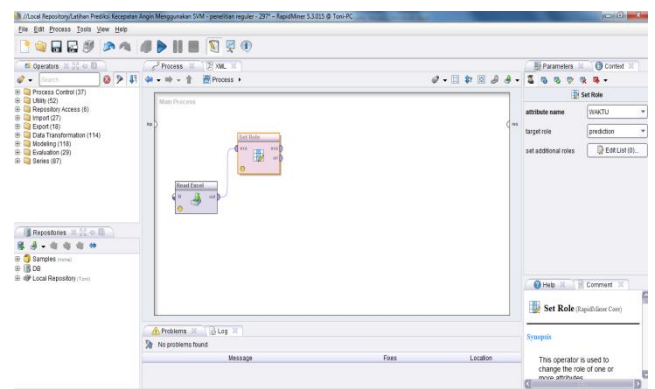
Gambar 4.2.10. Proses Import dataset sebanyak 297

2. Atur atribut dengan meliputi : tanggal diatur menjadi jenis data date_time, waktu diatur menjadi jenis data date_time, dan untuk mulai, tinggi, rendah, tutup diatur menjadi jenis data real



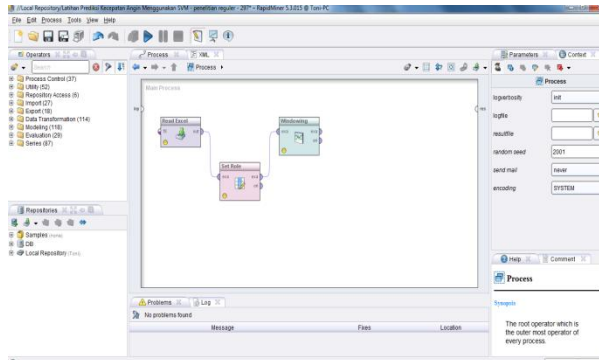
Gambar 4.2.11. Proses mengatur atribut

3. Atur set role untuk menentukan atribut name nya waktu dan target role nya adalah



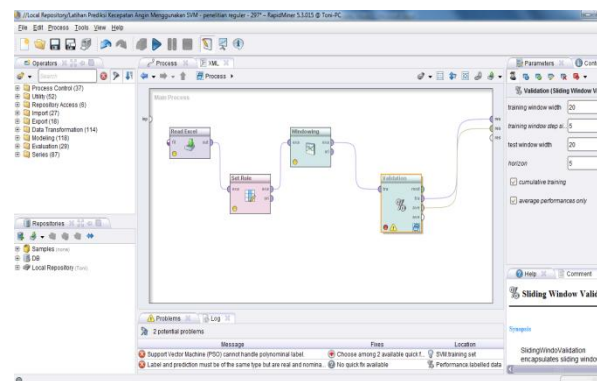
Gambar 4.2.12. Proses mengatur set role

4. Input dan atur windowing dengan label attribute tutup, ini digunakan untuk menentukan target yang akan kita prediksi



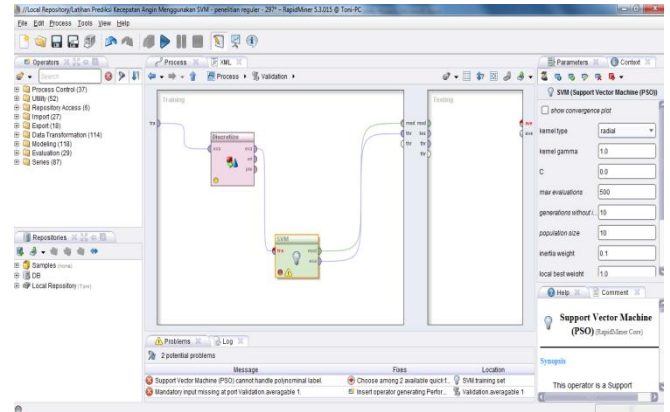
Gambar 4.2.13. Proses Input dan Mengatur Windowing

5. Proses penginputan dan pengaturan validation dengan training window width 20, training window step by step 5, test window width 20, horizon 5



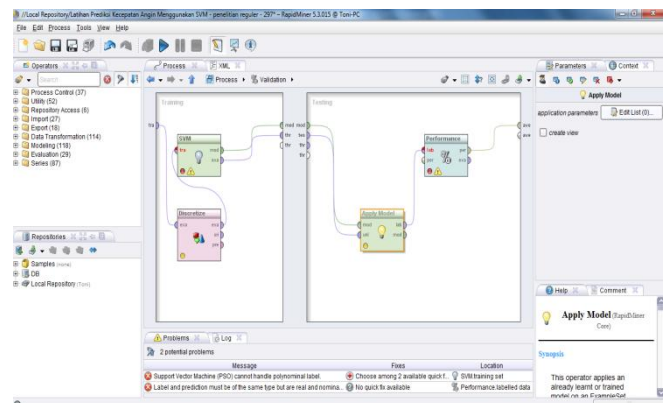
Gambar 4.2.14. Proses Input dan Atur Validation

6. Proses training dengan memasukkan model algoritma SVM menggunakan 297 data set dengan prediction trend accuracy



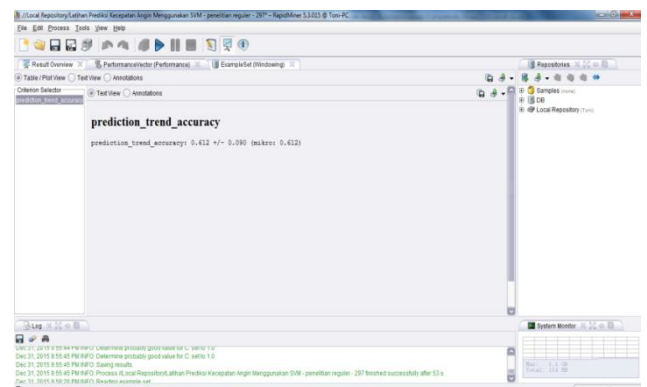
Gambar 4.2.15. Proses Training menggunakan algoritma SVM

7. Proses testing berapa performance prediksi algoritma SVM menggunakan 297 data set dengan prediction trend accuracy



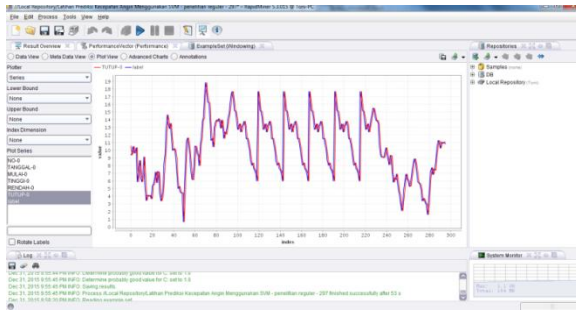
Gambar 4.2.16. Proses Testing

8. Performance prediction trend accuracy yang dihasilkan menggunakan algoritma SVM sebesar 0.612 +/- 0.090



Gambar 4.2.17. Performance Prediction Trend Accuracy

9. Grafik trend accuracy prediksi



Gambar 5.2.19 Grafik trend accuracy prediksi

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah dilakukan penerapan menggunakan algoritma Support Vector Machine untuk memprediksi kecepatan angin menggunakan data kecepatan angin yang diperoleh dari Stasiun Geofisika Kelas I Jogjakarta Jl. Wates Km.8, Gamping, Sleman, Jogjakarta tanggal 8 Agustus 2015 dengan besarnya kecepatan angin yang terdapat pada daerah Wonosari pantai Gunung Kidul Jogjakarta dari tanggal 1 Desember 2014 pukul 01.00 sampai dengan tanggal 11 Desember 2014 pukul 09.00 sebanyak 297 data lebih banyak dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang hanya 154 data, data tersebut berupa data yang terdiri atas atribut start, low, high, end. Tiap baris data adalah perubahan nilai besar kecepatan angin mulai dari kecepatan awal, kecepatan tinggi, kecepatan rendah, dan kecepatan akhir dalam selang waktu 60 menit. Dengan melalui proses Training, learning, dan kemudian dilanjutkan proses testing didapat hasil bahwa dengan data set sebanyak 154 trend akurasi prediksinya sebesar 0.576 ± 0.112 dan dengan menggunakan data set sebanyak 297 akurasi prediksinya sebesar 0.612 ± 0.090 , maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan data set lebih banyak maka dapat meningkatkan nilai trend akurasi prediksinya terbukti dengan pada saat percobaan pertama menggunakan data

sebanyak 154 dan pada saat percobaan kedua menggunakan data sebanyak 297 trend akurasi prediksinya meningkat sebesar 3% yaitu 0.036 ± 0.022 .

Saran

- Penelitian berikutnya diharapkan menggunakan data set yang lebih banyak sehingga dapat meningkatkan trend akurasi prediksi
- Penelitian berikutnya diharapkan mampu meningkatkan trend akurasi prediksi yang lebih tinggi lagi yaitu dengan menggunakan metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardjodinomo Soekirno.1975. *Ilmu Iklim Dan Pengairan*. Binacipta, Bandung.
- Lakitan, Benyamin. 2002. *Dasar Dasar Klimatologi*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Linsley K. Ray dan kawan-kawan. 1989. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Erlangga, Jakarta
- Marthen. 2002. *Fisika Dasar*. Erlangga : Jakarta.
- D.P. Bertsekas. *Nonlinear Programming*. Athena Scientific, Belmont, Massachusetts, 1999.
- N. Cristianini and J. Shawe-Taylor. *An Introduction to Support Vector Machines*. Cambridge University Press, 2000.
- T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman. *The Elements of Statistical Learning: data mining , inference, and prediction*. Springer-Verlag, New York, 2001.
- B. Scolkopf and A.J. Smola. *Learning with Kernels*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2002.
- V. Vapnik. *The Nature of Statistical Learning Theory*. Springer Verlag, 1995.
- A. J. Deppe, W. a. Gallus, and E. S. Takle, "A WRF Ensemble for Improved Wind Speed Forecasts at Turbine Height,"

- Weather Forecast.*, vol. 28, no. 1, p. 120604134554002, Feb. 2012.
- S. M. Giebel, M. Rainer, and N. S. Aydın, "Simulation and Prediction of Wind Speeds: A Neural Network for Weibull," vol. 12, no. 2, pp. 293–319, 2013.
- U. Cali, B. Lange, J. Dobschinski, M. Kurt, C. Moehrlen, and B. Ernst, "Artificial neural network based wind power forecasting using a multi-model approach," pp. 1–6.
- M. Arma, T. Model, and A. Boone, "Simulation of Short-term Wind Speed Forecast Errors using a," *Power*, 2005.
- P. Gomes, "Wind Speed and Wind Power Forecasting using Statistical Models: AutoRegressive Moving Average (ARMA) and Artificial Neural Networks (ANN)," vol. 1, no. June, pp. 36–45, 2012.
- D. K. Srivastava and L. Bhambhu, "Data Classification Using Support Vector Machine," 2009.
- D. B. A. Mezghani, S. Z. Boujelbene, and N. Ellouze, "Evaluation of SVM Kernels and Conventional Machine Learning Algorithms for Speaker Identification," vol. 3, no. 3, pp. 23–34, 2010.
- J. S. Cardoso, J. F. Pinto da Costa, and M. J. Cardoso, "Modelling ordinal relations with SVMs: An application to objective aesthetic evaluation of breast cancer conservative treatment," *Neural Netw.*, vol. 18, no. 5–6, pp. 808–17, 2005.
- F. Franch and D. Ph, "Artificial Learning And Support Vector Machines:," vol. 4, no. 2, 2011.
- J. Wang, "Support vector machines based on K-means clustering for real-time business intelligence systems Xindong Wu Chengqi Zhang," vol. 1, no. 1, pp. 54–64, 2007.
- P. Gaspar, J. Carbonell, and J. L. Oliveira, "On the parameter optimization of Support Vector Machines for binary classification.," *J. Integr. Bioinform.*, vol. 9, no. 3, p. 201, Jan. 2012.
- I. W. Tsang and J. T. Kwok, "Core Vector Machines: Fast SVM Training on Very Large Data Sets," vol. 6, pp. 363–392, 2005.
- P. Venkatesan and G. M. Devi, "Proximal Support Vector Machine for Disease Classification," vol. 2, no. 1, pp. 61–64, 2012.
- R. Chen and K. Cheng, "U Sing R Ough S Et And S Upport V Ector M Achine For N Etwork I Ntrusion D Etection," vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2009.
- P. Cortez, "Data Mining with Neural Networks and Support Vector Machines using the R / rminer Tool," 2006.
- I. Steinwart, "Sparseness of Support Vector Machines — Some Asymptotically Sharp Bounds."
- S. S. Keerthi and D. Decoste, "Building Support Vector Machines with Reduced Classifier Complexity," vol. 7, pp. 1493–1515, 2006.
- Y. Lee, Y. Lin, and G. Wahba, "Multicategory Support Vector Machines," *J. Am. Stat. Assoc.*, vol. 99, no. 465, pp. 67–81, Mar. 2004.