

Seleksi Atribut Pada Metode Support Vector Machine Untuk Menentukan Kelulusan Mahasiswa E-Learning

Rizqi Agung Permana

Program Studi Sistem Informasi, STMIK Antar Bangsa
rizqipermana@yahoo.co.id

Abstract - Learning is a system of web-based communication platform that enables learners, without limitation of time and place, to access a variety of learning tools, such as discussion forums, ratings, content repositories, and document sharing systems. E-Learning can be just as effective as face-to-face in a conventional classroom teaching and learning, if proper teaching techniques and well-organized (Oztekin et al. 2013). Based on the data processing that has been done by comparing the Naive Bayes algorithm, Neural Network, Decision Tree and Machine Support Vector Machine using log data from students. Later in the tests to get the accuracy and AUC values of each algorithm so that the highest test results obtained by using support vector machine.

Keywords: Data Mining, E-Learning, Support Vector Machine

Abstrak - Learning adalah sistem platform komunikasi berbasis web yang memungkinkan peserta didik, tanpa batasan waktu dan tempat, untuk mengakses berbagai alat pembelajaran, seperti forum diskusi, penilaian, repositori konten, dan sistem sharing dokumen. E-Learning bisa sama efektifnya dengan tatap muka dalam pengajaran di kelas konvensional dan belajar, jika teknik mengajar yang tepat dan terorganisir dengan baik (Oztekin et al. 2013). Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan dengan membandingkan algoritma Naive Bayes, Neural Network, Decision Tree dan Mesin Support Vector Machine menggunakan data log dari siswa. Kemudian di tes untuk mendapatkan akurasi dan AUC nilai masing-masing algoritma sehingga hasil tes tertinggi diperoleh dengan menggunakan mesin dukungan vektor.

Kata Kunci: Data Mining, E-Learning, Support Vector Machine.

A. PENDAHULUAN

Sistem e-learning adalah sebuah platform berbasis web komunikasi yang memungkinkan peserta didik, tanpa batasan tempat dan waktu, untuk mengakses beragam alat pembelajaran, seperti forum diskusi, penilaian, repositori konten, dan sistem sharing dokumen (Mohammadyari & Singh, 2015). E-Learning bisa sama efektifnya dengan tatap muka di kelas konvensional mengajar dan belajar, jika teknik pengajarannya tepat dan terorganisir dengan baik (Oztekin, Delen, Turkyilmaz, & Zaim, 2013).

Di Indonesia sendiri terkait dengan permen 24 tahun 2012, pemerintah mengeluarkan aturan tentang penyelenggaraan pendidikan jarak jauh (PJJ). Dimana dalam permen tersebut pembelajaran jarak jauh adalah pendidikan yang peserta didiknya terpisah dari pendidik dan pembelajarannya menggunakan berbagai sumber belajar melalui teknologi informasi dan komunikasi (kemendiknas.go.id). Hal ini menjadikan e-learning sangat penting untuk mendapat perhatian.

Proses identifikasi perilaku siswa di dalam e-learning sangat penting untuk meningkatkan kegunaan dari sistem (Firdausiah Mansur & Yusof, 2013).

Kegagalan dan kesuksesan akademi pelaksanaan pembelajaran e-learning merupakan bagian dari mahasiswa yang telah menjadi subyek dari perdebatan.

Banyak psikolog pendidikan telah mencoba untuk memahami masalah ini dan kemudian menjelaskannya, dan banyak ahli statistik telah mencoba untuk memprediksi hasil (Zafra, Romero, & Ventura, 2011). Platform E-learning menghasilkan file log yang mengumpulkan semua informasi yang tersedia yang kemudian memberi kita kesempatan untuk menerapkan metode data penambangan untuk menemukan pola-pola tersembunyi, asosiasi, dan anomali hadir dalam data pendidikan dan menggunakan pengetahuan ini untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan dalam sistem e-learning (Zafra et al., 2011). Peningkatan ini dapat membawa keuntungan seperti memaksimalkan efisiensi sistem pendidikan, mengurangi tingkat drop-out siswa, meningkatkan tingkat promosi siswa, meningkatkan retensi siswa, meningkatkan tingkat transisi siswa, meningkatkan rasio pendidikan, meningkatkan keberhasilan siswa, meningkatkan hasil belajar siswa, dan mengurangi biaya dari proses system (Zafra & Ventura, 2012).

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. e-Learning

Menurut Mohammadyari dan Singh (2015) e-learning adalah sebuah platform berbasis web komunikasi yang memungkinkan peserta didik, tanpa batasan tempat dan waktu untuk mengakses akses beragam alat pembelajaran,

seperti forum diskusi, penilaian, repositori konten, dan sistem sharing dokumen.

Menurut permen 24 tahun 2012 pembelajaran jarak jauh adalah pendidikan yang peserta didiknya terpisah dari pendidik dan pembelajarannya menggunakan berbagai sumber belajar melalui teknologi informasi dan komunikasi (kemendiknas.go.id).

2. Data Mining

Menurut Zafra dan Ventura (2012) data mining adalah proses penggalian pengetahuan yang berguna dan informasi dari kumpulan data. Saat ini data mining telah digunakan di banyak domain aplikasi seperti industri biomedis, ritel dan pemasaran, telekomunikasi, pertambangan web, audit komputer, industri keuangan, obat-obatan dan seterusnya.

3. Klasifikasi

Klasifikasi adalah proses menempatkan obyek atau konsep tertentu kedalam satu set kategori, berdasarkan sifat obyek atau konsep yang bersangkutan (Gorunescu, 2011). Metode klasifikasi ditujukan untuk pembelajaran fungsi-fungsi berbeda yang memetakan masing-masing data terpilih kedalam salah satu dari kelompok kelas yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses klasifikasi didasarkan pada komponen (Gorunescu, 2011):

- a) Kelas (*class*)
Variabel dependen dari model yang merupakan kategori variabel yang mewakili label-label yang diletakkan pada obyek setelah pengklasifikasian. Contoh: kelas bintang dan kelas gempa bumi.
- b) Prediktor (*predictors*)
Variabel independen dari model yang diwakili oleh karakteristik atau atribut dari data yang diklasifikasikan berdasarkan klasifikasi yang dibuat. Contoh: tekanan darah, status perkawinan dan musim.
- c) Dataset pelatihan (*training dataset*)
Merupakan dataset yang berisi dua komponen nilai yang digunakan untuk pelatihan untuk mengenali model yang sesuai dengan kelasnya, berdasarkan prediktor yang ada. Contoh: database penelitian gempa, database badai dan database pelanggan supermarket.
- d) Dataset pengujian (*testing dataset*)
Merupakan dataset baru yang akan diklasifikasikan oleh model yang dibangun sehingga dapat dievaluasi hasil akurasi klasifikasi tersebut.

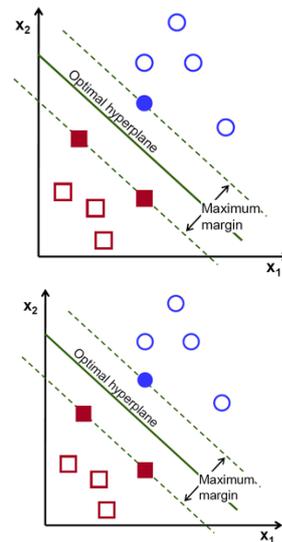
4. Algoritma Support Vector Machine

Menurut Prasetyo (2012) *Support Vector Machine* (SVM) adalah metode yang berakar

dari teori pembelajaran statistic yang hasilnya sangat menjanjikan untuk memberikan hasil yang lebih baik dari pada metode. SVM juga dapat bekerja dengan baik pada set data berdimensi tinggi, bahkan SVM yang menggunakan teknik kernel harus memetakan data asli dari dimensi asalnya menjadi dimensi lainya yang relative lebih tinggi lain.

Menurut Y. Yin, Han, & Cai, (2011) *Support Vector Machine* (SVM) didefinisikan sebagai seperangkat metode pembelajaran terkait yang menganalisis data dan mengenali pola, yang kemudian digunakan untuk klasifikasi dan analisis regresi. SVM mengambil satu set data input dan memprediksi untuk setiap masukan yang diberikan, yang berasal dari dua kelas yang kemudian di klasifikasikan dengan mencari nilai *hyperplane* terbaik.

Menurut Li, You, & Liu (2015) *Support Vector Machine* (SVM) merupakan pembelajaran yang mengarah ke pemrograman kuadratik dengan kendala linear. Berdasarkan minimalisasi risiko prinsip terstruktur, SVM berusaha untuk meminimalkan batas atas kesalahan generalisasi bukan kesalahan empiris, sehingga model prediksi baru efektif menghindari over-pas masalah. Selain itu, model SVM bekerja di ruang fitur berdimensi tinggi yang dibentuk oleh pemetaan nonlinear dari N-dimensi vektor input x ke dalam ruang fitur K-dimensi ($K > N$) melalui penggunaan fungsi ϕ nonlinear (x).



Sumber: Prasetyo (2012)

Gambar 1. Konsep SVM untuk mencari hyperplane terbaik

Hyperplane (batas keputusan) pemisah terbaik antara kedua kelas dapat ditemukan dengan mengukur margin *hyperplane* tersebut dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antara *hyperplane* tersebut dengan data terdekat dari masing-masing kelas. Data yang

paling dekat ini disebut support vector. Garis solid pada gambar di atas menunjukkan *hyperplane* yang terbaik, yaitu yang terletak tepat pada tengah-tengah kedua kelas, sedangkan data lingkaran dan bujur sangkar yang dilewati garis batas margin (garis putus-putus) adalah support vector. Usaha untuk mencari lokasi *hyperplane* ini merupakan inti dari proses pelatihan *Support Vector Machine* (SVM) (Prasetyo, 2012).

C. METODE PENELITIAN

1. Desain Penelitian

Dalam konteks sebuah penelitian, pendekatan metode yang digunakan untuk memecahkan masalah, diantaranya: mengumpulkan data, merumuskan hipotesis atau proposisi, menguji hipotesis, hasil penafsiran, dan kesimpulan yang dapat dievaluasi secara independen oleh orang lain (Berndtsson, Hansson, Olsson, & Lundell, 2010). Sedangkan menurut Dawson, (2011) terdapat empat metode penelitian yang umum digunakan, diantaranya: *Action Research, Experiment, Case Study, dan Survey*. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan metode penelitian sebagai berikut:

- a) Pengumpulan Data
Mengumpulkan data yang tersedia, memperoleh data tambahan yang dibutuhkan, mengintegrasikan semua data kedalam data set, termasuk variabel yang diperlukan dalam proses dan kemudian diseleksi dari data yang tidak sesuai
- b) Pengolahan awal data
Pada bagian ini dijelaskan tentang tahap awal persiapan data olah. Pengolahan awal data meliputi proses input data ke format yang dibutuhkan, pengelompokan dan penentuan atribut data, serta pemecahan data (split) untuk digunakan dalam proses pembelajaran (training) dan pengujian (testing).
- c) Model yang diusulkan
Penerapan Algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk meningkatkan tingkat kelulusan mahasiswa.
- d) Eksperimen dan pengujian model
Untuk eksperimen data penelitian, penulis menggunakan RapidMiner 5 untuk mengolah data. Sedangkan untuk pengujian metode, penulis membuat aplikasi menggunakan bahasa pemrograman PHP 5.4 dengan framework Code Igniter dan menggunakan Sublime Text sebagai editor.
- e) Evaluasi dan validasi hasil

Pada bagian ini dilakukan evaluasi dan validasi hasil penerapan terhadap model penelitian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian model.

2. Pengumpulan Data

Penulis menggunakan data yang di ambil dari database platform e-learning Moodle (Modular Object Oriented Developmental Learning Environment) yang digunakan untuk proses belajar mengajar di Bina Sarana Informatika. Moodle sendiri mempunyai sekitar 280 tabel dalam databasenya. Dalam hal ini moodle di instalasi dengan metode single database. Artinya hanya ada satu database sebagai sumber data penyimpanan. Sehingga kelengkapan dan akurasi data sangat terjamin.

3. Pengolahan Awal Data

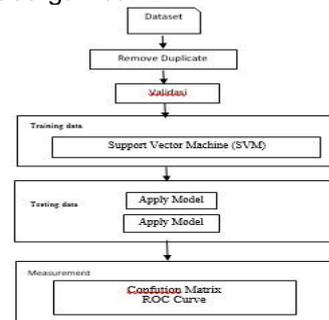
Jumlah data awal yang diperoleh dari pengumpulan data yaitu sebanyak 400 data, namun tidak semua data dapat digunakan dan tidak semua atribut digunakan karena harus melalui beberapa tahap pengolahan awal data (preparation data). Untuk mendapatkan data yang berkualitas, beberapa teknik yang dilakukan sebagai berikut

- a) Remove duplicate, menghapus data-data yang bernilai sama atau redundan.
- b) Data validation, untuk mengidentifikasi dan menghapus data yang ganjil (outlier/noise), data yang tidak konsisten, dan data yang tidak lengkap (missing value).

Data integration and transformation, untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi algoritma. Data yang digunakan dalam penulisan ini bernilai kategorikal. Data ditransformasikan kedalam software Rapidminer.

4. Model yang Diusulkan

Model yang diusulkan pada penelitian ini adalah menggunakan algoritma support vector machine dan algoritma support vector machine berbasis particle swarm optimization, yang terlihat pada gambar 2.



Sumber: Hasil Penelitian (2015)
Gambar 2. Model yang diusulkan

Pada Gambar 2. menunjukan proses yang dilakukan dalam Tahap modeling untuk menyelesaikan penentuan kelulusan mahasiswa e-learning dengan menggunakan dua metode yaitu algoritma support vector machine dan algoritma particle swarm optimization.

5. Eksperimen dan Pengujian Metode

Penelitian eksperimen melibatkan penyelidikan hubungan kausal menggunakan tes dikendalikan oleh si peneliti itu sendiri. Peneliti melakukan proses ekperimental menggunakan aplikasi RapidMiner 5.3. Sedangkan untuk pengujian model dilakukan menggunakan data file log e-learning Bina Sarana Informatika. Untuk implementasi model selain data training pada aplikasi RapidMiner, peneliti membuat aplikasi pengolahan file log menggunakan bahasa PHP dan HTML. Spesifikasi perangkat lunak dan perangkat keras sebagai alat bantu dalam penelitian pada Tabel 1:

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

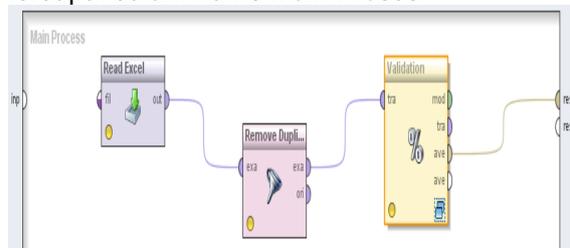
| | |
|--------------------|----------------------|
| Processor | Intel core i3-2,7Ghz |
| Memori | 2GB |
| Harddisk | 500GB |
| Sistem Operasi | Windows 8.1 |
| Perangkat Lunak | RapidMiner 5.3 |
| Editor | Sublime text 2 |
| Bahasa Pemrograman | PHP |

Sumber : Hasil penelitian (2015).

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Eksperimen dan Pengujian Metode SVM

Pada tahap pertama peneliti berekperiment dengan menguji data pada aplikasi Rapidminer menggunakan algoritma Support Vector Machine. Peneliti menggunakan fitur read excel untuk membaca data uji yang kemudian dihubungkan dengan remove duplicate dan validasi. Berikut gambar dari proses awal yang terdapat dalam frame *Main Proses*:

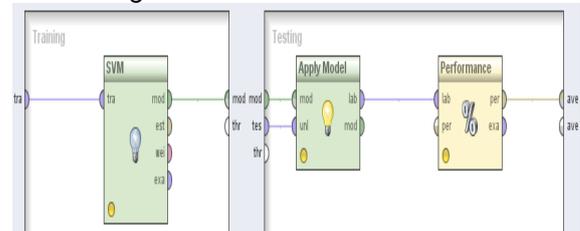


Sumber: Hasil penelitian (2015)

Gambar 3. Pengujian K-Fold Cross Validation

Di dalam validasi terbagi dalam dua frame yaitu *Training* dan *Testing*. Pada frame training peneliti menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) yang kemudian dihubungkan

dengan Apply Model dan Performance pada frame Testing. Berikut adalah gambar pengujian algoritma Support Vector Machine menggunakan RapidMiner pada frame *training* dan *testing* :



Sumber : Hasil peneliti (2015)

Gambar 4. Pengujian algoritma Support Vector Machine

Berdasarkan eksperimen diatas, data yang peneliti proses penunjukkan hasil akurasi 80,30%. Berikut hasil pengujian dengan Support Vector Machine (SVM).

Tabel 2. Hasil pengujian algoritma Support Vector Machine (SVM)

| | | | |
|---|--------|--------|-----------------|
| accuracy: 81.30% +/- 6.40% (mikror: 81.25%) | | | |
| | true L | true T | class precision |
| pred. L | 170 | 38 | 81.73% |
| pred. T | 4 | 12 | 75.00% |
| class recall | 97.70% | 24.00% | |

Sumber: Hasil penelitian (2015)

Hasil pengujian model adalah untuk mengukur tingkat akurasi dan AUC (Area Under Curve) dari penentuan kelulusan dengan metode cross validation.

2. Hasil Pengujian Metode Support Vector Machine

a) Confusion Matrix

Tabel 3. menunjukkan hasil dari confusion matrix metode support vector machine.

Tabel 3. Hasil Confusion Matrix untuk Metode Support Vector Machine

| Classification | Predicted Class | |
|----------------|-----------------|----|
| Observed Class | 170 | 38 |
| | 4 | 12 |

Sumber : Hasil penelitian (2015)

Keterangan dari hasil Confusion Matrix untuk Metode Support Vector Machine dapat dilihat dari table di atas. Nilai 170 menunjukkan bahwa hasil prediksi negative dan data sebenarnya negative. Nilai 38 menunjukkan hasil prediksi positif sedangkan nilai yang sebenarnya adalah negatif. Nilai 4 menunjukkan bahwa hasil prediksi negatif sedangkan nilai sebenarnya positif. Untuk yang terakhir nilai 12 menunjukkan bahwa hasil prediksi positif dan nilai sebenarnya positif. Tingkat akurasi yang

dihasilkan dengan menggunakan algoritma support vector machine adalah sebesar 81.02%, dan dapat dihitung untuk mencari nilai accuracy, sensitivity, specificity, ppv, dan npv pada persamaan dibawah ini:

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{170 + 12}{170 + 12 + 4 + 38} = 0,8125$$

$$\text{Sensitivity} = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{170}{170 + 38} = 0.8173$$

$$\text{Specificity} = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{12}{12 + 4} = 0,75$$

$$\text{PPV} = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{170}{170 + 4} = 0.9770$$

$$\text{NPV} = \frac{TN}{TN + FN} = \frac{12}{12 + 38} = 0,24$$

Hasil perhitungan terlihat pada tabel 4.4 dibawah ini:

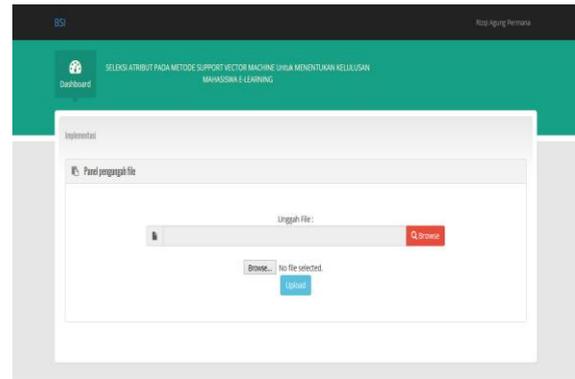
Tabel 4. Nilai accuracy, sensitivity, specificity, ppv dan npv metode svm

| | Nilai (%) |
|--------------------|--------------|
| Accuracy | 81.25 |
| Sensitivity | 81.73 |
| Specificity | 75 |
| PPV | 97.70 |
| NPV | 24 |

Sumber: Hasil penelitian (2015)

3. Penerapan Algoritma Terpilih

Penerapan dalam aplikasi sudah dapat dipastikan bahwa akan berpedoman pada nilai jumlah latihan sebagai atribut yang paling berpengaruh terhadap kelulusan mahasiswa e-learning. Untuk itu peneliti membuat prototype berupa aplikasi berbasis web untuk memudahkan dalam pemakain. Untuk tahapan penggunaannya, pertama user harus mengunggah file log mahasiswa dalam format Ms.excel 2003-2007 dengan cara mengklik tombol browse pada halaman web. Kemudian pilih tombol unggah maka file log akan di proses oleh palikasi, tunggu beberapa menit karena bisanya proses ini membutuhkan waktu sedikit lama. Estimasi waktu peoses tergantung dari jumlah data yang di upload. Interface dari aplikasi unggah file log tersebut bisa di lihat pada gambar



Sumber: Hasil penelitian (2015)

Gambar 5. Graphical User Interface (GUI) Aplikasi Prediksi Kelulusan Mahasiswa E-learning

Selanjutnya pada bagian bawah terdapat susunan table yang merinci setiap log file persiswa elearning. Pada tampilan ini bisa di atur jumlah data yang ditampilkan dalam satu page, selain itu tampilan ini juga dilengkapi dengan fasilitas pencarian mahasiswa berdasarkan data yang ada. Tampilan output ini dapat dilihat pada gambar 6.



Sumber: Hasil penelitian (2015)

Gambar 6. Graphical User Interface (GUI) Aplikasi Prediksi Kelulusan Mahasiswa E-learning

E. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data yang diproses dengan algoritma Support Vector Machine dengan menggunakan data log mahasiswa. Kemudian di uji untuk mendapatkan nilai accuracy dan AUC dari setiap algoritma sehingga didapat hasil pengujian **81.25%** dan nilai AUC sebesar **0.825**.

Dari 6 atribut yang digunakan dalam seleksi atribut yang peneliti gunakan yaitu jenis

kelamin, jumlah latihan, jumlah login, jumlah akses document, jumlah forum dan jumlah pesan diperoleh bahwa jumlah latihan sebagai atribut yang paling berpengaruh terhadap hasil kelulusan mahasiswa dengan nilai probabilitas 0.898. Hal ini membuktikan bahwa benar terjadi peningkatan akurasi ketika menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM)

Hasil pengujian ini membuktikan bahwa Support Vector Machine (SVM) memiliki kemampuan generalisasi yang sangat baik untuk memecahkan masalah walaupun dengan sampel yang terbatas. Akan tetapi, jumlah atribut dalam data akan mengurangi akurasi dan menambah kompleksitas dari algoritma Support Vector Machine (SVM) tersebut. Untuk mendukung penelitian dan sebagai kontribusi penulis membuat prototype aplikasi berbasis web guna mengembangkan dan memudahkan dalam menentukan kelulusan mahasiswa elearning menggunakan bahasa pemrograman PHP berplatform framework Code Igniter versi 2.2. Model prototype yang terbentuk diharapkan dapat membantu menganalisa tingkat kelulusan dengan cepat dengan memperhatikan atribut latihan dalam file log elearning.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdous, M., He, W., & Yen, C. J. (2012). Using data mining for predicting relationships between online question theme and final grade. *Educational Technology and Society*, 15(3), 77–88.
- [2] Akcapinar, G., Cosgun, E., & Altun, A. (2012). Mining Wiki Usage Data for Predicting Final Grades of Students, 1–6.
- [3] Berndtsson, M., Hansson, J., Olsson, B., & Lundell, B. (2010). *Thesis Guide - A Guide for Students in Computer Science and Information Systems*.
- [4] Colorado, J. T., & Eberle, J. (2010). Student demographics and success in online learning environments. *Emporia State Research Studies*, 46(1), 4–10.
- [5] Dawson, C. W. (2011). *Projects in Computing and Information Systems. Information Systems Journal* (Vol. 2). Retrieved from http://www.sentimentaltoday.net/National_Academy_Press/0321263553.Addison.Wesley.Publishing.Company.Projects.in.Computing.and.Information.Systems.A.Students.Guide.Jun.2005.pdf
- [6] Firdausiah Mansur, A. B., & Yusof, N. (2013). Social learning network analysis model to identify learning patterns using ontology clustering techniques and meaningful learning. *Computers & Education*, 63, 73–86.
- [7] Gorunescu, F. (2011). *Data mining: concepts and techniques. Chemistry &*
- [8] Grosan, C., Abraham, A., & Chis, M. (2006). Swarm Intelligence in Data Mining, 34(2006), 1–20.
- [9] Huang, C. L., & Dun, J. F. (2008). A distributed PSO-SVM hybrid system with feature selection and parameter optimization. *Applied Soft Computing Journal*, 8(4), 1381–1391.
- [10] Islam, a. K. M. N. (2016). E-learning system use and its outcomes: Moderating role of perceived compatibility. *Telematics and Informatics*, 33(1), 48–55.
- [11] Kumar, S. A., & Vijayalakshmi, M. N. (2013). Relevance of Data Mining Techniques in Edification Sector, 3(1), 4–6.
- [12] Larose, D. T. (2005). *Discovering Knowledge in Data. New Jersey: John Willey dan Sons, Inc.*
- [13] Li, G., You, J., & Liu, X. (2015). Support Vector Machine (SVM) based prestack AVO inversion and its applications. *Journal of Applied Geophysics*, 120, 60–68.
- [14] Maimon, O., & Lior, R. (2010). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*.
- [15] Mohammadyari, S., & Singh, H. (2015). Computers & Education Understanding the effect of e-learning on individual performance: The role of digital literacy. *Computers & Education*, 82, 11–25.
- [16] Oztekin, A., Delen, D., Turkyilmaz, A., & Zaim, S. (2013). A machine learning-based usability evaluation method for eLearning systems. *Decision Support Systems*, 56(1), 63–73.
- [17] Pandey, U. K., & Pal, S. (2011). Data Mining: A prediction of performer or underperformer using classification, 2(2), 5.
- [18] Pintar, R., Jereb, E., Vukovic, G., & Urh, M. (2015). Analysis of Web Sites for e-Learning in the Field of Foreign Exchange Trading. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197(February), 245–254.
- [19] Prasetyo, E. (2012). Data Mining : Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab. Indonesia: Andi Yogyakarta.
- [20] Sembiring, S., Zarlis, M., Hartama, D., Ramliana, S., & Wani, E. (2011). Prediction of Student Academic Performance By an Application of Data Mining Techniques. *International*

- Conference on Management and Artificial Intelligence (IPEDR)*, 6, 110–114.
- [21] Vercellis, C. (2011). *Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making (Google eBook). Methods.*
- [22] Yin, H., Jiao, X., Chai, Y., & Fang, B. (2015). Scene classification based on single-layer SAE and SVM. *Expert Systems with Applications*, 42(7), 3368–3380.
- [23] Yin, Y., Han, D., & Cai, Z. (2011). Explore Data Classification Algorithm Based on SVM and PSO for Education Decision. *Journal of Convergence Information Technology*, 6(10), 122–128.
- [24] Zafra, A., Romero, C., & Ventura, S. (2011). Multiple instance learning for classifying students in learning management systems. *Expert Systems with Applications*, 38(12), 15020–15031.
- [25] Zafra, A., & Ventura, S. (2012). Multi-instance genetic programming for predicting student performance in web based educational environments. *Applied Soft Computing Journal*, 12(8), 2693–2706.
- [26] Zhao, F., Liu, Y., Zhang, C., & Wang, J. (2015). A self-adaptive harmony PSO search algorithm and its performance analysis. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7436–7455.
- [27] *Eka Nanda Muttaqin, Bambang Eka Purnama, Analisa Dan Perancangan Sistem Komputerisasi Pembelajaran Dengan Media Video Menggunakan Software Adobe Premiere Di SMK Wisudha Karya Kudus, Vol 4, No 1 (2012): Speed 13 - 2012*
- [28] *Oza Oryza Al Aziz Hakim, Bambang Eka Purnama, Perancangan dan Implementasi Sistem Pembelajaran Aksara Jawa untuk SD Berbasis Multimedia Di SDN Bumirejo 02, Vol 4, No 2 (2012): Speed 14 - 2012*
- [29] *Praptiningsih ., Bambang Eka Purnama, Pembuatan Engine E-Learning Pada Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Kebonagung, Vol 4, No 1 (2015): IJNS Januari 2015*
- [30] *Fitro Nur Hakim, Rissal Efendi, Achmad Solechan, Kajian Kuantitatif Technology Acceptance Model Dalam Pemanfaatan Multimedia Learning (Studi Pada Perguruan Tinggi Swasta di Kota Semarang), Vol 3, No 2 (2014): IJNS April 2014*
- [31] *Yoyok Rohani, Rancangan Aplikasi E-Learning Pada Sekolah Menengah Pertama, Vol 3, No 2 (2015): Bianglala 2015*
- [32] *Vol 3, No 2 (2015): Bianglala 2015, PENGEMBANGAN E-LEARNING SEBAGAI PELENGKAP PEMBELAJARAN TATAP MUKA PADA PROGRAM DIPLOMA TIGA AMIK BSI YOGYAKARTA*