

TEACHER MODELING UNTUK MENDUKUNG ADAPTIVE LEARNING DALAM PROSES PEMBELAJARAN FACE TO FACE LEARNING ENVIRONMENTS (KASUS: KELAS X BIDANG STUDI KEAHLIAN TIK SMK NEGERI DI KABUPATEN PONOROGO)

Khafidurrohman Agustianto¹⁾, Adhistya Erna Permanasari²⁾, Indriana Hidayah³⁾

^{1), 2), 3)} Teknik Elektro dan Teknologi Informasi UGM

Jl Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281

Email : eross.delta@gmail.com¹⁾, adistya.erna@ugm.ac.id²⁾, indriana.hidayah@gmail.com³⁾

Abstrak

Setiap siswa memiliki kebutuhan dan karakteristik yang berbeda-beda, sebagai contoh *prior knowledge*, *intellectual level*, *cognitive traits*, dan *learning styles*, sehingga dibutuhkan proses pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa yang berupa *adaptive learning (AL)*. AL secara substantif berarti suatu pembelajaran yang berfokus pada *personal siswa*, *recommendation-based learning*, dan *inquire-based learning*. Dalam melakukan *personalised learning approach*, maka diperlukan personalisasi pada *learning object (LO)* (guru, modul dan mata pelajaran). Sehingga sangat penting untuk memodelkan guru dalam konteks AL, karena guru sebagai salah satu LO memiliki peranan penting terutama dalam konsep *blended-learning*.

Kata kunci: pemodelan, teacher modeling, learning style, adaptive learning.

1. Pendahuluan

Setiap siswa memiliki kebutuhan dan karakteristik yang berbeda-beda, sebagai contoh *prior knowledge*, *intellectual level*, *cognitive traits*, dan *learning styles*[1][2], sehingga dibutuhkan proses pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik siswa yang berupa *adaptive learning (AL)*. AL secara substantif berarti suatu pembelajaran yang berfokus pada *personal siswa*, *recommendation-based learning*, dan *inquire-based learning*. Dalam melakukan *personalised learning approach*, maka diperlukan personalisasi pada *learning object (LO)* (guru, modul dan mata pelajaran) [2] ditunjukkan oleh Gambar 1. Sehingga sangat penting untuk memodelkan guru dalam konteks AL, karena guru sebagai salah satu LO memiliki peranan penting terutama dalam konsep *blended-learning*.

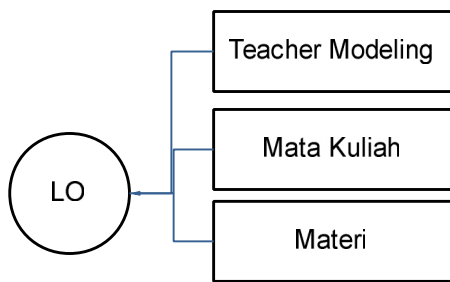
Learning style/model pembelajaran dapat diartikan pula sebagai pola yang digunakan untuk menyusun kurikulum, mengatur materi, dan memberi petunjuk kepada guru di kelas [1] sehingga sangat penting untuk menentukan model yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran. Dengan mengetahui model yang

harus digunakan untuk suatu kelas tertentu, guru mampu mengevaluasi jenis model tertentu yang harus digunakan untuk materi pembelajaran tertentu, mengetahui mekanisme pengajaran dengan metode tertentu, bentuk penugasan, dan bentuk evaluasi serta penilaian.

Penelitian ini berfokus pada penggalian aspek-aspek yang ada pada *learning style (LS)*, dari komponen ini penelitian akan memperoleh *knowledge* yang akan digunakan dalam menentukan *learning path (LP)* yang sesuai dengan kondisi pembelajaran tertentu. Hasil penelitian ditujukan untuk digunakan guru mengevaluasi proses pembelajarannya sehingga akan meningkatkan proses pembelajaran berupa AL. Dalam penelitian ini difokuskan pada *face to face class (f2f)*, fokus penelitian ini didasarkan pada konsep *blended learning (BL)*, BL merupakan suatu model pembelajaran yang efektif dewasa ini [3][4][5]. Model ini merupakan penggabungan dari model pembelajaran dengan menggunakan f2f model, pembelajaran dengan menggunakan internet, dan pembelajaran yang didukung dengan teknologi lain, dengan tujuan untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang paling efisien [3][4][5][6][7][8]. Dalam model ini peranan f2f tidak bisa sepenuhnya digantikan dengan teknologi, seperti *e-learning*, namun masih memerlukan guru di dalam proses pembelajarannya.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 tahun 2005 tentang Standar Pendidikan Nasional pasal 6 ayat 1 menyatakan, yang dimaksud pendidikan kejuruan meliputi SMK/MAK atau bentuk lain yang sederajat. Pendidikan kejuruan sebagai bagian dari sistem pendidikan, bertujuan mempersiapkan seseorang agar lebih mampu bekerja pada suatu kelompok kerja pada kelompok pekerjaan atau bidang pekerjaan tertentu. Dalam praktek di lapangan terdapat kesenjangan dengan tujuan pendidikan kejuruan, menyatakan, hasil observasi empirik di lapangan mengindikasikan, bahwa sebagian besar lulusan SMK di Kabupaten Ponorogo kurang mampu menyesuaikan diri dengan perubahan maupun perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sulit untuk bisa dilatih kembali, dan kurang bisa mengembangkan diri. Sehingga penting penelitian ini

untuk melakukan *teacher modeling* sebagai salah satu solusi peningkatan kualitas pendidikan di Ponorogo.



Gambar 1. Peta Penelitian

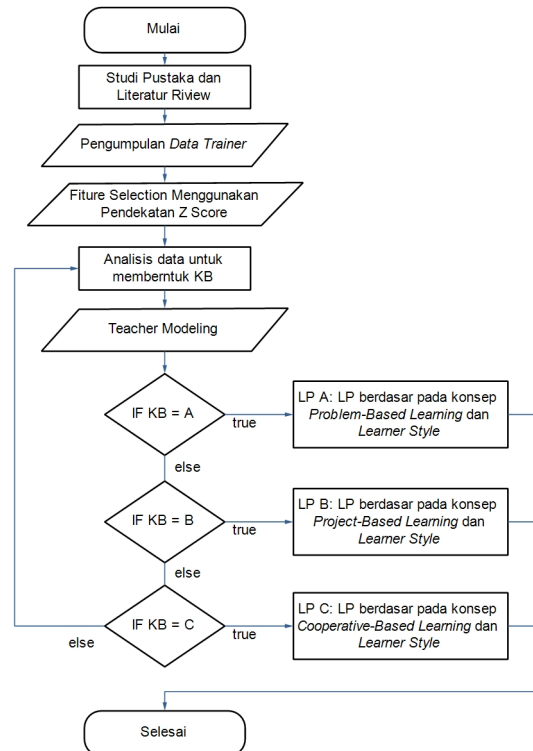
2. Pembahasan

Dalam beberapa tahun terakhir, analisis dari aktivitas siswa menjadi sangat penting dan menjadi topik penelitian yang banyak dikerjakan [2]. Obyek dari penelitian sebelumnya seperti memahami *learner behavior* [9], menentukan efektivitas lingkungan dari sistem pendidikan [10] atau mengukur kesuksesan dari *instructional efforts* [11], evaluasi dari struktur isi pembelajaran dan efektivitas dalam proses pembelajaran serta memprediksi performa dari siswa [12], *review adaptif feedback* untuk guru [13], dan PDinamet yang merupakan sebuah *tool* pendukung guru, *tools* ini digunakan untuk analisis kemungkinan interaksi siswa dengan menggunakan teknik *machine learning*, hasilnya berupa ekstraksi *interesting patterns* dari *student behaviour* dan untuk membantu guru dalam melakukan penilaian dalam pembelajaran [2].

Berdasarkan pada pendekatan *blended learning* peranan *real class* tidak bisa sepenuhnya di gantikan dengan teknologi, seperti *e-learning*, dengan kata lain guru memiliki peranan yang tidak bisa tergantikan sepenuhnya oleh *learning technology* (LT). Sehingga penelitian ini melakukan modeling terhadap guru untuk mengetahui LS yang digunakan, hasil dari penelitian ini dapat digunakan oleh guru untuk melakukan evaluasi dalam proses pembelajarannya, sehingga akan tercipta *adaptive learning* [3][4][5][14].

Modeling yang digunakan dilakukan dalam tiga tahapan ditunjukkan oleh Gambar 2., tahapan pertama adalah kajian teori yang digunakan untuk menyusun instrument penelitian, kemudian instrument digunakan untuk mengambil *data trainer*. Langkah selanjutnya adalah melakukan *feature selection* kepada 36 item, *feature selection* adalah proses penyeleksian subset dari fitur-fitur original. Pengoptimalan dari *feature selection* dari subset bertujuan untuk menyesuaikan ukuran subset yang sesuai dengan kriteria evaluasi [15]. Dalam penelitian ini digunakan angket dengan 36 item untuk mendapatkan data, 36 atribut yang disebut sebagai subatribut yang merupakan representasi dari 3 konsep pembelajaran *project-based learning* (ZP), *problem-based learning* (ZM), dan *cooperative learning* (ZK) ditunjukkan oleh Table 1 yang selanjutnya disebut sebagai atribut. Penelitian ini menggunakan *zscore* untuk

membandingkan posisi atribut dengan atribut lain dalam kelompok masing-masing, *zscore* adalah skor standar berupa jarak skor responden dari mean kelompoknya dalam *satuan Standard Deviasi* (SD).



Gambar 2. Metodologi Penelitian

Tabel 1. Hasil Feature selection Menggunakan *zscore*

No	ZP	ZM	ZK	MODEL
1	0,52158	-0,16922	0,6566	K
2	-0,49713	0,6366	0,96926	K
3	-2,12707	-2,38524	-1,84473	K
4	-1,10836	-1,57941	-2,78272	P
5	-0,29339	1,03951	0,03127	M
6	0,52158	2,04679	0,96926	M
7	-2,12707	-1,98232	-1,53206	K
8	0,31784	0,43514	0,6566	K
9	1,74404	1,64388	1,43826	P
10	-0,08965	0,23369	0,34393	K
11	-0,08965	0,03223	0,03127	M
12	0,72532	-0,16922	0,81293	K
13	0,72532	0,03223	0,81293	K
14	-1,10836	-0,57213	-0,90673	M
15	-0,29339	-0,37068	-0,43773	P
16	0,52158	0,03223	0,50026	P
17	0,52158	0,03223	0,50026	P
18	1,33655	0,83806	0,81293	P
19	0,92907	0,83806	0,81293	P
20	-0,29339	0,43514	0,03127	M
21	1,33655	0,6366	-0,90673	P
22	0,52158	-0,37068	-0,12507	P
23	0,1141	-0,37068	-0,59406	P
24	-1,3121	-0,37068	-0,43773	M
25	-0,49713	-0,57213	0,1876	K

Tahapan *preprocessing* selanjutnya adalah dengan memberikan score nilai untuk masing-masing zscore tiap-tiap atribut. Tahapan ini dilakukan dengan mengurutkan berdasarkan nilai relative masing-masing responden, ditunjukkan oleh Table 2.

Hasil *scoring zscore* kemudian diproses menggunakan NBC (Naive bayes Classifier). NBC merupakan salah satu algoritma yang digunakan dalam klasifikasi data mining. Klasifikasi atau yang disebut *supervised learning* adalah menentukan sebuah *record* data baru ke salah satu dari beberapa kategori (atau kelas) yang telah didefinisikan sebelumnya [15]. NBC berbasis pada probabilitas sederhana yang berdasar pada penerapan teorema bayes (atau aturan bayes) dengan asumsi independensi (ketidaktergantungan) yang kuat (naif). Dengan kata lain, dalam Naive Bayes, model yang digunakan adalah “model fitur independen”. Dalam Bayes (terutama Naive Bayes), maksud independensi yang kuat pada fitur adalah bahwa sebuah fitur pada sebuah data tidak berkaitan dengan ada atau tidaknya fitur lain dalam data yang sama [15]. Teori keputusan Bayes adalah pendekatan statistic yang fundamental dalam pengenalan pola (pattern recognition). Pendekatan ini didasarkan pada kuantifikasi trade-off antara berbagai keputusan klasifikasi dengan menggunakan probabilitas dan ongkos yang ditimbulkan dalam keputusan-keputusan tersebut. Berikut adalah persamaan-persamaan dari teorema Bayes [15] yang ditunjukkan oleh persamaan (1) dan (2):

$$\text{posterior} = \frac{\text{likelihood} \times \text{prior}}{\text{evidence}} \dots\dots\dots (1)$$

$$P(Y|X) = \frac{P(X|Y) P(Y)}{P(X)} \dots\dots\dots (2)$$

Tabel 2. Hasil Scoring Atribut

No.	ZP	ZM	ZK	MODEL
1	2	1	3	K
2	1	2	3	K
3	2	1	3	K
4	3	2	1	P
5	1	3	2	M
6	1	3	2	M
7	1	2	3	K
8	1	2	3	K
9	3	2	1	P
10	1	2	3	K
11	1	3	2	M
12	2	1	3	K
13	2	1	3	K
14	1	3	2	M
15	3	2	1	P
16	3	1	2	P
17	3	1	2	P
18	3	2	1	P
19	3	2	1	P
20	1	3	2	M
21	3	2	1	P
22	3	1	2	P
23	3	2	1	P

24	1	3	2	M
25	2	1	3	K

Konsep NBC menyatakan keterkaitan naive bayes dengan klasifikasi, korelasi hipotesis, dan bukti dengan klasifikasi adalah bahwa hipotesis dalam teorema bayes merupakan label kelas yang menjadi target pemetaan dalam klasifikasi, sedangkan bukti merupakan fitur-fitur yang menjadi masukan dalam model klasifikasi. Jika X adalah vector masukan yang berisi fitur dan Y adalah label kelas, Naive Bayes dituliskan dengan P(Y|X). Notasi tersebut berarti probabilitas label kelas Y didapatkan setelah fitur-fitur X diamati. Notasi ini disebut juga probabilitas akhir (*posterior probability*) untuk Y, sedangkan P(Y) disebut probabilitas awal (*prior probability*) Y. Formulasi Naive Bayes untuk klasifikasi ditunjukkan oleh persamaan (3) [15]:

$$P(Y|X) = \frac{P(Y) \prod_{i=1}^q P(X_i|Y)}{P(X)} \dots\dots\dots (3)$$

Pengujian dengan menggunakan *cross-validation fold* 10 menghasilkan hasil seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.

Correctly Classified Instances	25	100%
Incorrectly Classified Instances	0	0%
Mean absolute error	1	
Root mean squared error	0,0001	
Relative absolute error	0,0073%	
Root relative squared error	0,0205%	
Total Number of Instances	25	

Attribute	Class		
	K	P	M
	(0,36)	(0,39)	(0,25)
ZP			
mean	1,5556	3	1
std. dev.	0,4969	0,1667	0,1667
weight sum	9	10	6
precision	1	1	1
ZM			
mean	1,4444	1,7	3
std. dev.	0,4969	0,4583	0,1667
weights sum	9	10	6
precision	1	1	1
ZK			
Mean	3	1,3	2
std. dev.	0,1667	0,4583	0,1667
weights sum	9	10	6
precision	1	1	1

Gambar 3. Hasil Pengujian dengan NBC

3. Kasus

Hasil penelitian menggunakan gabungan analisis *zscore* menggunakan NBC menunjukkan model pembelajaran yang digunakan pada mata pelajaran produktif kelas X bidang studi keahlian TIK SMK Negeri di Kabupaten

Ponorogo terdiri dari model pembelajaran *project-based learning*, *problem-based learning*, dan *cooperative learning*, dengan keadaan penyebaran masing-masing model pembelajaran dijelaskan dalam pemaparan di bawah.

3.1. Model Pembelajaran *Project-Based Learning*

Model pembelajaran *project-based learning* merupakan model pembelajaran dengan jumlah penerapan sepuluh orang responden, skor penerapan tertinggi model ini adalah 44 sedangkan skor penerapan terendah adalah 30. Responden yang cenderung menggunakan model pembelajaran *project-based learning* juga memiliki ciri-ciri penerapan model pembelajaran *problem-based learning* dengan skor penerapan tertinggi 50 dan skor penerapan terendah 34. Responden juga memiliki ciri-ciri penerapan model pembelajaran *cooperative learning* dengan skor penerapan tertinggi 58 dan skor penerapan terendah 31. Lebih lanjut untuk nilai *Zscore* nya model pembelajaran *project-based learning* mengungguli model pembelajaran lainnya ditunjukkan oleh Table 3..

Tabel 3. Hasil Penelitian dengan Hasil Model Pembelajaran *Project-Based Learning*

No	P	M	K	ZP	ZM	ZK	MAX
1	30	34	31	-1,10836	-1,57941	-2,78272	-1,10836
2	44	50	58	1,74404	1,64388	1,43826	1,74404
3	34	40	46	-0,29339	-0,37068	-0,43773	-0,29339
4	38	42	52	0,52158	0,03223	0,50026	0,52158
5	38	42	52	0,52158	0,03223	0,50026	0,52158
6	42	46	54	1,33655	0,83806	0,81293	1,33655
7	40	46	54	0,92907	0,83806	0,81293	0,92907
8	42	45	43	1,33655	0,6366	-0,90673	1,33655
9	38	40	48	0,52158	-0,37068	-0,12507	0,52158
10	36	40	45	0,1141	-0,37068	-0,59406	0,1141

Keterangan:

- P : model pembelajaran *project-based learning*
- M : model pembelajaran *problem-based learning*
- K : model pembelajaran *cooperative learning*
- ZP : *Zscore* model pembelajaran *project-based learning*
- ZM : *Zscore* model pembelajaran *problem-based learning*
- ZK : *Zscore* model pembelajaran *cooperative learning*

3.2. Model Pembelajaran *Problem-Based Learning*

Variabel model pembelajaran *problem-based learning* memiliki lima sub variabel yang terdiri dari sub variabel memberikan orientasi tentang permasalahan kepada peserta didik, sub variabel mengorganisirkan peserta didik untuk meneliti, sub variabel membantu investigasi mandiri dan kelompok, sub variabel mengembangkan dan mempresentasikan artifak dan exhibit, dan sub variabel menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah. Data hasil penelitian menunjukkan

responden penelitian yang menggunakan model pembelajaran *problem-based learning* memiliki mean dan standar deviasi sebesar 44 dan 4,86.

Sedangkan untuk masing-masing sub variabel ditemukan, nilai mean, standar deviasi, dan persentasenya dimulai dari sub variabel memberikan orientasi tentang permasalahan kepada peserta didik adalah: 10,3, 1,21, dan 23%. Sub variabel mengorganisirkan peserta didik untuk meneliti adalah: 7,7, 0,82, dan 17%. Sub variabel membantu investigasi mandiri dan kelompok adalah: 9,8, 1,33, dan 22%. Sub variabel mengembangkan dan mempresentasikan artifak dan exhibit adalah: 5,8, 1,33, dan 13%. Dan sub variabel menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah adalah: 10,3, 1,51, dan 23%. Keadaan penyebaran nilai masing-masing sub variabel dominan dari responden yang menerapkan model pembelajaran *project-based learning* adalah sub variabel menganalisis dan mengevaluasi proses mengatasi masalah dengan mean 10,3, standar deviasi 1,51, dan persentase 23%.

Tabel 4. Hasil Penelitian dengan Hasil Model Pembelajaran *Problem-Based Learning*

No.	P	M	K	ZP	ZM	ZK
1	34	47	49	-0,29339	1,03951	0,03127
2	38	52	55	0,52158	2,04679	0,96926
3	35	42	49	-0,08965	0,03223	0,03127
4	30	39	43	-1,10836	-0,57213	-0,90673
5	34	44	49	-0,29339	0,43514	0,03127
6	29	40	46	-1,3121	-0,37068	-0,43773

Keterangan:

- P : model pembelajaran *project-based learning*
- M : model pembelajaran *problem-based learning*
- K : model pembelajaran *cooperative learning*
- ZP : *Zscore* model pembelajaran *project-based learning*
- ZM : *Zscore* model pembelajaran *problem-based learning*
- ZK : *Zscore* model pembelajaran *cooperative learning*

3.3. Model Pembelajaran *Cooperative Learning*

Model pembelajaran *cooperative learning* merupakan model pembelajaran dengan jumlah penerapan sembilan orang responden, skor penerapan tertinggi model ini adalah 55 sedangkan skor penerapan terendah adalah 37. Responden yang cenderung menggunakan model pembelajaran *cooperative learning* juga memiliki ciri-ciri penerapan model pembelajaran *project-based learning* dengan skor penerapan tertinggi 39 dan skor penerapan terendah 25. Responden juga memiliki ciri-ciri penerapan model pembelajaran *problem-based learning* dengan skor penerapan tertinggi 45 dan skor penerapan terendah 30. Lebih lanjut untuk nilai *zscore* nya model pembelajaran *problem-based learning* mengungguli model pembelajaran lainnya ditunjukkan oleh Table 5.

Tabel 5. Hasil Penelitian dengan Hasil Model Pembelajaran Coperative Learning

No.	P	M	K	ZP	ZM	ZK
1	38	41	53	0,52158	0,16 922	0,6566
2	33	45	55	- 0,49 713	0,6366	0,96926
3	25	30	37	- 2,12 707	- 2,38 524	- 1,84 473
4	25	32	39	- 2,12 707	- 1,98 232	- 1,53 206
5	37	44	53	0,31784	0,43514	0,6566
6	35	43	51	- 0,08 965	0,23369	0,34393
7	39	41	54	0,72532	0,16 922	0,81293
8	39	42	54	0,72532	0,03223	0,81293
9	33	39	50	- 0,49 713	- 0,57 213	0,1876

Keterangan:

- P : model pembelajaran *project-based learning*
- M : model pembelajaran *problem-based learning*
- K : model pembelajaran *cooperative learning*
- ZP : Zscore model pembelajaran *project-based learning*
- ZM : Zscore model pembelajaran *problem-based learning*
- ZK : Zscore model pembelajaran *cooperative learning*

3. Kesimpulan

Penggunaan *feature selection* dengan pendekatan *zscore* terbukti mampu memberikan solusi untuk data yang memiliki korelasi yang kecil tiap *item*-nya, permasalahan ini terutama ditemukan pada kasus *data set* yang dikembangkan sendiri oleh peneliti, dengan catatan bahwa *data set* bisa dikelompokkan berdasarkan variabelnya. Sehingga dengan pendekatan ini diperoleh akurasi 100% ketika diuji menggunakan NBC.

Hasil studi kasus terhadap model pembelajaran pada mata pelajaran produktif kelas X SMK Negeri di Kabupaten Ponorogo menemukan model pembelajaran yang digunakan pada bidang studi keahlian TIK adalah model pembelajaran *project-based learning*, *problem-based learning*, dan *cooperative learning*. Rincian model pembelajaran yang digunakan adalah sebanyak sembilan orang menggunakan model pembelajaran *cooperative learning* atau 36% dari populasi responden, sebanyak enam orang menggunakan model pembelajaran *problem-based learning* atau 24% dari populasi responden, dan sebanyak 10 orang menggunakan model pembelajaran *project-based learning* atau 40% dari populasi responden.

Daftar Pustaka

- [1] Suprijono, *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi PAIKEM*, vol. 36. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012.
- [2] E. Gaudioso, M. Montero, and F. Hernandez-del-Olmo, "Supporting teachers in adaptive educational systems through predictive models: A proof of concept," *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 1, pp. 621–625, Jan. 2012.
- [3] J. Bersin, *The Blended Learning Handbook*, vol. 36. New York: Wiley, 2004.
- [4] N. H. Campus and F. Shan, "Blended Learning Strategy Design and Practice," pp. 3003–3006, 2011.
- [5] D. Bath and J. Bourke, *Blended Learning*. Griffith University, 2010.
- [6] R. B. Sachin and M. S. Vijay, "A Survey and Future Vision of Data Mining in Educational Field," *2012 Second Int. Conf. Adv. Comput. Commun. Technol.*, pp. 96–100, Jan. 2012.
- [7] C. Romero and S. Ventura, "Educational Data Mining: A Review of the State of the Art," *IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Part C (Applications Rev.)*, vol. 40, no. 6, pp. 601–618, Nov. 2010.
- [8] G.-Z. Liu, N.-W. Wu, and Y.-W. Chen, "Identifying emerging trends for implementing learning technology in special education: a state-of-the-art review of selected articles published in 2008-2012.," *Res. Dev. Disabil.*, vol. 34, no. 10, pp. 3618–28, Oct. 2013.
- [9] E. Kurilovas, I. Zilinskiene, and V. Dagiene, "Recommending suitable learning scenarios according to learners' preferences: An improved swarm based approach," *Comput. Human Behav.*, vol. 30, pp. 550–557, Jan. 2014.
- [10] A. Guney and S. Al, "Effective Learning Environments in Relation to Different Learning Theories," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 46, pp. 2334–2338, Jan. 2012.
- [11] O. Akdemir and T. a. Koszalka, "Investigating the relationships among instructional strategies and learning styles in online environments," *Comput. Educ.*, vol. 50, no. 4, pp. 1451–1461, May 2008.
- [12] T. Adeyinka and S. Mutula, "A proposed model for evaluating the success of WebCT course content management system," *Comput. Human Behav.*, vol. 26, no. 6, pp. 1795–1805, Nov. 2010.
- [13] M. Thurlings, M. Vermeulen, T. Bastiaens, and S. Stijnen, "Understanding feedback: A learning theory perspective," *Educ. Res. Rev.*, vol. 9, pp. 1–15, Jun. 2013.
- [14] N. Hoic-bozic, V. Mornar, I. Boticki, and S. Member, "A Blended Learning Approach to Course Design and Implementation," vol. 52, no. 1, pp. 19–30, 2009.
- [15] "Data mining: concepts and techniques," *Choice Rev. Online*, vol. 49, no. 06, pp. 49–3305–49–3305, Feb. 2012.

Biodata Penulis

Khafidurrohman Agustianto, memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Teknik Informatika (S.Pd.), Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang, lulus tahun 2014. Saat ini menjadi mahasiswa pascasarjana Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

Adhitya Erna Permasari, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.), Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2003. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.), Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2006. Memperoleh gelar Doctor of Philosophy (Ph.D.), Information Technology Universiti Teknologi PETRONAS Malaysia, lulus tahun 2011. Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Indriana Hidayah, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.), Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2001. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.), Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2007. Saat ini menjadi Dosen di Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.