

Sistem Pakar Berbasis Aturan untuk Otomatisasi Penyusunan Angka Kredit Instruktur Berbasis Web

Rule Based Expert System for Otomation of Instructor Grade Arrangement Based on Web

Cahyani Windarto¹⁾, Hanung Adi Nugroho²⁾, Indriana Hidayah³⁾

¹Balai Besar Latihan Kerja Industri Surakarta, Ditjen Bina Lattas Kemnakertrans

^{2,3}Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

¹Jl. Bhayangkara No. 38 Surakarta

^{2,3}Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281

cahyaniwindarto@gmail.com¹⁾, adinugroho@ugm.ac.id²⁾, indriana.h@ugm.ac.id³⁾

Diterima: 23 Desember 2013 || Revisi: 19 April 2014 || Disetujui: 2 Juni 2014

Abstrak – Efisiensi penyelenggaraan birokrasi telah menjadi salah satu parameter penilaian kinerja kelembagaan. *Intelligent* Penyusunan Angka Kredit (iPAK) merupakan sistem cerdas dalam penyusunan angka kredit instruktur yang diaplikasikan dengan pendekatan *rule based* untuk mendapatkan angka kredit yang mencerminkan prestasi kerja instruktur. Aturan disusun berdasarkan persyaratan angka kredit yang tercantum dalam peraturan perundangan dan pengalaman praktek penyusunan angka kredit. Kegiatan administrasi dalam penyusunan angka kredit berupa pengumpulan dokumen memberikan peluang mengoptimalkan penggunaan kertas dengan penerapan metoda *six sigma* untuk menghilangkan pemborosan dan kesalahan pencetakan. Prototipe aplikasi iPAK (*Intelligent* Penyusunan Angka Kredit) dibangun dengan bahasa pemrograman PHP, database MySQL dan CSS untuk tampilan antar muka. Implementasi otomatisasi penyusunan angka kredit akan meningkatkan *sigma level* dari 2,81 menjadi 4,53 yang artinya kontrol dan penggunaan teknologi telah meningkat.

Kata Kunci: sistem pakar, *rule based*, angka kredit, otomasi, *six sigma*

Abstract – *The efficiency of bureaucracy has become one of the institutional performance assessment parameters. Intelligent Formulation of Credit (iPAK) is an intelligent system in preparation of credit rate for instructor with the rule-based approach to obtain the number of credits that reflect their performance. Rules are prepared based on the specified requirements of credit numbers in legislation and practical experience during drafting credit score. Administrative activities in preparation of a credit score of collecting paper documents provide optimization opportunities to make efficiency by implementing six sigma method to eliminate waste and errors that occurred, which in turn will improve efficiency and can save budget. The application iPAK prototype built with the PHP programming language, MySQL database and CSS to make interface display. Implementation of this automation will increase the sigma level of 2.81 into 4.525, which means the control and use of technology has increased.*

Keywords: expert system, *rule based*, credit rate, automation, *six sigma*

PENDAHULUAN

Tantangan ketenagakerjaan ke depan diperkirakan semakin berat dan kompleks. Ketersediaan kesempatan kerja yang sesuai dengan tingkat pendidikan tenaga kerja menunjukkan peningkatan seiring dengan semakin terbukanya pasar bebas. Maka upaya peningkatan kualitas agar mampu bersaing di pasar internasional maupun pasar dalam negeri menjadi hal yang wajib dilakukan (Permenakertrans Nomor 12, 2012). Instruktur merupakan elemen utama dalam sistem pelatihan kerja nasional yang menjadi ujung tombak pelatihan di balai latihan kerja. Minimnya jumlah instruktur Unit Pelaksana Teknis Pusat Balai Latihan Kerja yang hanya sebanyak 632 orang (Pusdatin, 2013) dan beban program pelatihan

yang banyak di setiap Balai Latihan Kerja, maka kegiatan menyusun angka kredit bisa memakan waktu dan tenaga yang tidak sedikit. Direktorat Bina Instruktur dan Tenaga Pelatihan telah melaksanakan sistem informasi instruktur dan angka kredit yang masih dilakukan secara manual. Walaupun sudah tersedia komputer tetapi pemanfaatannya belum optimal. Selain memakan waktu lama juga sering terjadi kesalahan penghitungan pembobotan angka kredit. Banyaknya dokumen yang harus dicetak menjadi salah satu penyebab tidak tertibnya instruktur untuk mengirimkan perhitungan angka kredit dalam bentuk daftar usul penetapan angka kredit (DUPAK) setiap semesternya. Selain itu, kegiatan administrasi berupa pencetakan dokumen memberikan peluang

cukup besar terjadinya kecacatan akibat kesalahan yang terjadi ketika proses pencetakan dokumen.

Dari uraian di atas dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut.

- a. Instruktur mengalami kesulitan dalam menyusun pengajuan angka kredit secara manual.
- b. Perbedaan pemahaman instruktur terhadap aturan penyusunan angka kredit menyebabkan terjadinya kesalahan dalam penghitungan pembobotan pembobotan kegiatan yang dinilai.
- c. Tim penilai angka kredit mengalami kesulitan dalam verifikasi angka kredit.
- d. Biaya cetak dokumen besar.

Terdapat dua faktor utama yang memotivasi organisasi bisnis untuk melakukan otomasi pada sebagian atau seluruh pekerjaan rutinnya. Yang pertama adalah kebutuhan penting untuk meningkatkan produktivitas karyawan kantor baik administrasi dan manajerial. Alasan kedua untuk kepentingan dalam otomatisasi kantor adalah meningkatnya kompleksitas pengambilan keputusan organisasi dan kebutuhan informasi (Olson & Lucas, 1982). Di masa depan, teknologi informasi menjadi pilihan tepat untuk menangani pengolahan informasi dalam semakin kompleks dan cepat berubah lingkungan organisasi.

Perubahan yang terjadi dalam organisasi dapat dilihat dari perspektif asimilasi teknologi. Ini adalah proses belajar dan berubah menuju asimilasi sistem pakar dalam bisnis proses. Sistem pakar klasifikasi dokumen dirancang untuk memenuhi kelayakan dari sisi teknis, ekonomi, dan lingkungan kerja yang terkait (Savic, 1994). Hasil dari penelitian ini adalah prototipe aplikasi klasifikasi otomatis dokumen dimana terdapat fungsi pemilihan dokumen berdasarkan judul tanpa bantuan manusia dan memberikan nomor klasifikasi yang akan menghemat biaya, waktu, dan memberikan kesempatan pegawai untuk melakukan tugas-tugas kreatif yang lain.

Beberapa organisasi yang sukses dengan penerapan sistem pakar bergerak ke berbagai aplikasi yang lebih luas. Karena bertujuan untuk memperluas pemahaman, pengetahuan, dan teknologi sistem pakar atau untuk merealisasikan keuntungan (Watson & Mann, 1988). Konvergensi teknologi internet dan bidang sistem pakar telah menawarkan cara-cara baru untuk berbagi dan mendistribusikan pengetahuan terkait dengan desain, pengembangan, dan penggunaan sistem pakar berbasis web dari sudut

pandang manfaat dan tantangan untuk mengembangkan dan menggunakannya. Penggunaan sistem pakar berbasis web dalam industri, kedokteran, ilmu pengetahuan dan pemerintahan telah tersedia secara luas (Grove, 2000). Untuk memudahkan distribusi maka aplikasi sistem pakar yang pada awalnya berdiri sendiri dengan *personal computer* berkembang menjadi aplikasi terdistribusi berbasis jaringan *local area network*. Perubahan ini didukung oleh cepatnya perkembangan teknologi internet (Duan, Edwards, & Xu, 2004).

Penelitian ini menambahkan aplikasi sistem pakar berbasis web dalam rangka otomasi kegiatan perkantoran, yaitu meningkatkan efisiensi dalam pembuatan laporan angka kredit instruktur. Berdasarkan latar belakang masalah dan metode yang telah dipilih, maka dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Otomasi pembuatan laporan daftar usulan angka kredit akan menghemat biaya, waktu, mengurangi kesalahan dalam penyajian laporan angka kredit.
2. Metode *rule based* dengan teknik inferensi *forward chaining* dapat merepresentasikan pengetahuan instruktur dalam membuat angka kredit secara tepat.
3. Penggabungan sistem pakar dan rekayasa *web* dalam aplikasi otomasi memberikan kemudahan instruktur menyelesaikan pembuatan laporan angka kredit.
4. Prototipe aplikasi dapat merepresentasikan fungsi cara kerja dalam membuat laporan angka kredit dengan tampilan yang memberikan kemudahan, kenyamanan, dan efisien bagi instruktur.

Perkembangan sistem pakar diikuti dengan banyaknya metode yang dipakai untuk mengembangkan sistem pakar. Terdapat sebelas metodologi sistem pakar disertai aplikasinya, yaitu : *rule-based, knowledge-based, neural networks, fuzzy, objectoriented methodology, case-based reasoning, system architecture, intelligent agent systems, database methodology, modeling, dan ontology* (Liao, 2005). Metode-metode tersebut digunakan sesuai dengan aplikasi penelitian dan ruang lingkup permasalahan yang akan diselesaikan. Dalam penelitian ini sistem pakar dirancang agar dapat menyelesaikan pembuatan laporan angka kredit dengan meniru cara kerja instruktur. Bagi para instruktur, sistem ini juga akan membantu aktivitasnya sebagai asisten yang berpengalaman.

Dipilih *rule based* karena metode ini merupakan metode yang paling banyak dipakai untuk merepresentasikan pengetahuan dalam sistem pakar dan banyak diaplikasikan dalam industri yang berbeda (Sasikumar, Ramani, Raman, Anjaneyulu, & Chandrasekar, 2007), (Blaz & Albert Mo Kim, 1997). Sebagian besar sistem pakar komersial dibuat dalam *rule based* dimana pengetahuan disimpan dalam bentuk aturan-aturan (Kusumadewi, 2003). Sistem menggunakan aturan seperti paradigma representasi utama disebut sistem berbasis aturan. Struktur sistem pakar berbasis aturan telah dimodelkan sebagaimana cara kerja seorang pakar. Para pakar menggunakan pengetahuan mereka dalam domain yang diberikan ditambah dengan informasi spesifik tentang masalah untuk mendapatkan solusi (Durkin, 1990). Selain dalam kedokteran, terdapat aplikasi sistem berbasis aturan pada sistem pakar meliputi: analisis keadaan transisi, perawatan psikiatris, perencanaan produksi, sistem penasihat, pengajaran, perencanaan daya elektronik, proses perencanaan mobil, *hipergraf* representasi, pengembangan sistem, pengetahuan verifikasi / validasi, produksi alkohol, histogram DNA interpretasi, pemeliharaan pengetahuan dasar, strategi penjadwalan, penilaian manajemen penipuan, akuisisi pengetahuan, representasi pengetahuan, sistem komunikasi kesalahan diagnosis, *bioseparation*, desain pengolahan bahan, pemanfaatan sumber daya, nanoteknologi biokimia, kesalahan diagnosis probabilistik, perencanaan pertanian, penjadwalan beban, pemeliharaan lebah, sistem bimbingan belajar, *geoscience*, dan sensor kontrol (Liao, 2005).

Sasikumar, dkk. (2007) menyebutkan beberapa keunggulan menggunakan *rule based*, antara lain :

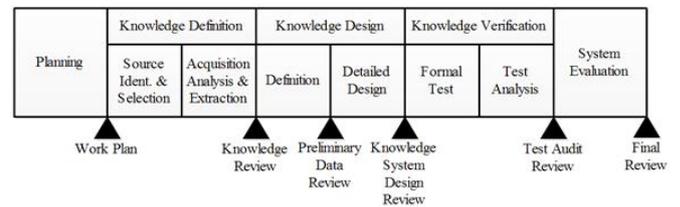
- a. Homogen
 Karena memiliki *syntax* yang seragam maka makna dan interpretasi setiap aturan dapat dengan mudah dianalisa.
- b. Sederhana
 Karena *syntax* sederhana, mudah untuk memahami arti dari aturan pakar tanpa terjemahan eksplisit sehingga dapat didokumentasikan ke tingkat yang baik.
- c. Tidak terikat
 Penambahan pengetahuan baru tidak perlu khawatir di mana peraturan tersebut ditambahkan, atau bagaimana berinteraksi dengan aturan lain. Secara teori, setiap aturan adalah sepotong pengetahuan tentang domain tertentu.
- d. Modularitas

Ketidakterikatan aturan mengarah ke modularitas dalam basis aturan. Prototipe sistem dapat dibuat dengan membuat beberapa aturan. Selain itu kualitas dapat ditingkatkan dengan memodifikasi aturan berdasarkan kinerja dan menambahkan aturan baru.

- e. Pengetahuan terpisah dari penggunaan dan control
 Pemisahan aturan dasar dari mesin inferensi berarti bahwa mesin inferensi yang sama dapat digunakan dengan basis aturan yang berbeda dan peraturan dasar dapat digunakan dengan mesin inferensi yang berbeda.

METODOLOGI PENELITIAN

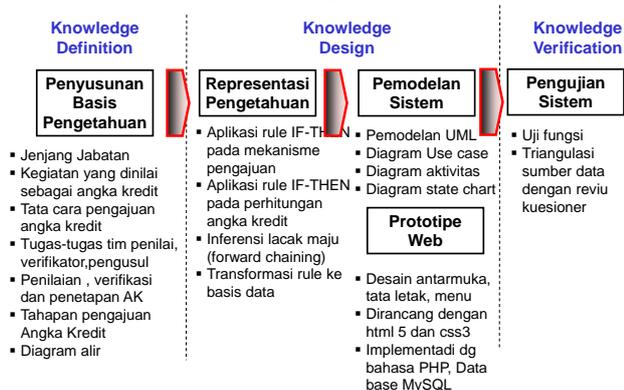
Untuk merancang sistem otomasi penyusunan angka kredit instruktur dengan pendekatan sistem pakar berbasis aturan dilakukan melalui tahapan-tahapan *Linear Model of Expert System Development Life Cycle (LMESDLC)* (Giarratano, 1998). Tahapan tersebut sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 *Linear Model of Expert System Development Life Cycle (LMESDLC)*.

Sasaran tahapan perencanaan ditujukan untuk menangkap kebutuhan agar ditetapkan dan dipahami dengan baik. Teknik yang digunakan adalah studi peraturan perundangan dan proses bisnis angka kredit. Dalam tahapan analisis, terdapat dua bagian: identifikasi dan seleksi sumber dan analisis, akuisisi dan ekstraksi. Identifikasi dan seleksi sumber merupakan aktivitas dalam fase pendefinisian pengetahuan atau serupa dengan fase analisis. Analisis akuisisi adalah proses mendapatkan pengetahuan untuk membuat stok basis pengetahuan sistem pakar. Tujuan dari tahapan desain pengetahuan adalah untuk menghasilkan desain detil dari sistem pakar. Terdapat dua komponen yang berkaitan dalam tahapan ini, definisi pengetahuan dan desain detil. Hasil desain detil adalah dokumen desain dasar yang dari dokumen tersebut sehingga pengkodean program dapat dilakukan. Dokumen desain dasar mengalami tinjauan terhadap desain sistem pengetahuan desain sebagai pemeriksaan terakhir sebelum pemrograman dimulai. Tujuan dari tahap verifikasi pengetahuan

adalah untuk menentukan kebenaran, kelengkapan dan konsistensi dari sistem. Tahapan terakhir adalah evaluasi sistem, yang bertujuan untuk merangkum pembelajaran dengan rekomendasi untuk perbaikan dan koreksi kesalahan. Evaluasi dilakukan dengan menguji prototype yang telah dibuat dimana tujuan dari pengujian ini untuk mengevaluasi fungsi dari sistem, ketersediaan, keandalan, kinerja dan dukungan. Pengujian yang dilakukan menggunakan pengujian fungsional (*black box functionality testing*). Pengujian fungsional merupakan pengujian yang berdasarkan pada skenario sistem yang sudah dibuat. Tahapan proses dapat dirangkum dalam Gambar 2.



Gambar 2 Tahapan penelitian sistem pakar angka kredit

Selain itu untuk meyakinkan bahwa aturan-aturan yang didefinisikan adalah sah, dilakukan validasi dengan menggunakan triangulasi. Triangulasi adalah validasi silang secara kualitatif untuk menilai kecukupan data dengan berbagai sumber data atau beberapa prosedur pengumpulan data. Digunakan untuk melakukan pengecekan data dari berbagai sumber dengan berbagai cara, dan berbagai waktu (Cohen, Manion, & Morison, 2007). Metode ini dilakukan untuk memastikan validitas data dengan cara memanfaatkan sesuatu yang lain di luar data itu sendiri, untuk keperluan pengecekan atau sebagai pembandingan terhadap data itu (Sugiyono, 2009). Dalam pengujian ini dilakukan triangulasi sumber data dengan para pihak yang berhubungan dengan proses penyusunan angka kredit dengan data yang didapat penulis melalui kuesioner. Sebagai pelengkap evaluasi dilakukan pengukuran terhadap kesalahan dalam penyajian laporan penyusunan angka kredit dengan analisis *six sigma*. *Six sigma* merupakan falsafah manajemen yang berfokus untuk menghapus cacat dengan cara menekankan pemahaman, pengukuran, dan perbaikan proses. Cacat (*defect*) ialah ciri yang dapat diukur dari suatu proses atau outputnya yang tidak berada di dalam batas-batas

yang dapat diterima pelanggan, yakni tidak sesuai dengan spesifikasi. Metode ini digunakan untuk menghilangkan cacat dan menghasilkan produk dan jasa yang memenuhi spesifikasi pelanggan dengan menghitung tingkat sigma dari suatu proses berkaitan dengan jumlah cacat dalam rasio terhadap jumlah peluang untuk cacat (LGEIN, 2004). Hal mendasar bagi Six Sigma adalah menentukan dengan jelas apa yang diinginkan oleh para pelanggan sebagai suatu kebutuhan eksplisit. Kebutuhan ini sering disebut *Critical To Quality* (CTQ). Kemudian organisasi menghitung jumlah defect yang terjadi sehingga akan diperoleh hasil proses persentase item tanpa *defect* dan menggunakan sebuah tabel untuk menentukan level sigma. Level sigma ini sering disebut kesalahan per sejuta peluang (*Defects Per Million Opportunities / DPMO*). DPMO mengindikasikan berapa banyak kesalahan yang akan muncul jika sebuah aktivitas diulang hingga satu juta kali. DPMO juga merupakan cara sederhana untuk menggambarkan kualitas dan kapabilitas dari sebuah proses seperti yang tertera dalam Tabel 1.

Tabel 1 Konversi *Sigma*

Hasil Proses (Persentase Item Tanpa Defect)	Defects per Million Opportunities (DPMO)	Level Sigma (Kemampuan Proses)
30,90 %	690.000,0	1
69,20 %	308.000,0	2
93,30 %	66.800,0	3
99,40 %	6.210,0	4
99,98 %	320,0	5
99,99 %	3,4	6

HASIL DAN PEMBAHASAN

Akuisisi pengetahuan merupakan proses untuk mengumpulkan data pengetahuan terhadap suatu bidang dari sumber pengetahuan. Dalam hal ini sumber pengetahuan berasal dari peraturan-peraturan yang dipakai instruktur sebagai dasar penyusunan angka kredit. Sumber pengetahuan berupa unsur kegiatan instruktur, jumlah angka kredit, mekanisme pengajuan DUPAK, penilaian, dan penetapan DUPAK akan didokumentasikan untuk diolah, dipelajari dan diorganisasikan menjadi basis pengetahuan. Pengetahuan yang telah dikumpulkan pada sub bagian di atas kemudian ditransfer ke dalam basis pengetahuan yang menggambarkan perilaku kepakaran instruktur dalam menyusun angka kredit. Proses pengajuan sampai dengan penetapan angka

kredit instruktur dilandasi dengan perlakuan yang sama, penilaian secara objektif dan dilakukan tepat waktu sesuai ketentuan yang berlaku.

Metodologi sistem pakar dengan pendekatan *rule based* pada otomasi penyusunan angka kredit instruktur akan menghemat biaya, waktu, mengurangi kesalahan dalam penyajian laporan, meningkatkan produktivitas dan meningkatkan kualitas laporan angka kredit. Metode *rule based* dengan teknik inferensi *forward chaining* dapat merepresentasikan pengetahuan instruktur dalam membuat angka kredit secara tepat. Sehingga penggabungan sistem pakar dan rekayasa web dalam aplikasi otomasi memberikan kemudahan instruktur menyelesaikan pembuatan laporan angka kredit.

Metode representasi pengetahuan dalam sistem pakar untuk otomasi penyusunan angka kredit instruktur ini menggunakan kaidah produksi yang berupa aplikasi *rule* (aturan) berupa **IF** (kondisi) **THEN** (aksi) dimana kondisi merupakan bagian awal yang mengekspresikan situasi atau premis (pernyataan berawal dengan **IF**) dan aksi (pernyataan yang berawalan dengan **THEN**) merupakan bagian yang menyatakan tindakan tertentu atau kesimpulan yang diharapkan bila suatu kondisi awal atau premis bernilai benar. Representasi pengetahuan angka kredit dibangun dari aturan yang menjadi basis pengetahuan pada sistem yang akan dibangun dengan menggunakan operator logika dalam bentuk **IF – THEN**.

Representasi pengetahuan dengan **rule** pada penyusunan angka kredit instruktur dibagi menjadi dua, yaitu **rule** pada basis pengetahuan tentang aturan mekanisme pengajuan angka kredit dan **rule** pada basis pengetahuan perhitungan angka kredit. Dihasilkan 18 **rule** pada basis pengetahuan tentang aturan mekanisme pengajuan angka kredit dan 77 **rule** pada basis pengetahuan tentang aturan perhitungan angka kredit.

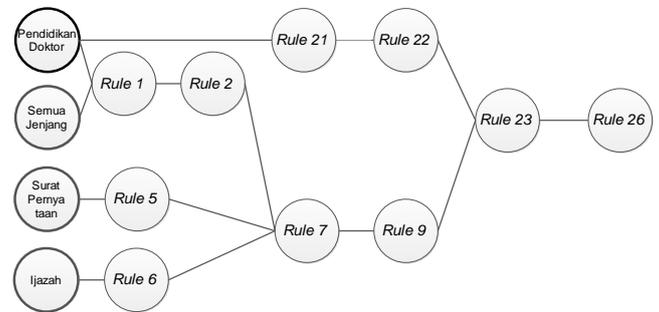
Contoh :

Rule 11 (IF Tim penilai menerima DUPAK **AND** Lengkap **THEN** Verifikasi kegiatan **AND** Verifikasi Bobot **AND** Verifikasi Bukti.)

Rule 43 (IF Membuat modul pelatihan **THEN** Memperoleh angka kredit 0,44 untuk instruktur muda **OR** Angka kredit 0,22 untuk instruktur pertama **OR** Angka kredit 0,44 untuk instruktur penyelia.)

Penalaran / inferensi yang digunakan dalam membangun sistem ini adalah pelacakan ke depan (*forward chaining*). Pelacakan ke depan adalah

pendekatan berdasarkan data. Dalam pendekatan ini pelacakan dimulai dari informasi masukan, dan selanjutnya disimpulkan. Digunakan pelacakan ke depan karena metode pelacakan ini sesuai dengan proses yang dialami instruktur dalam menyusun angka kredit. Instruktur mengawali penyusunan angka kredit dengan mengumpulkan data dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan beserta bukti yang mendukung kegiatan tersebut. Dengan dukungan bukti yang valid dan sah maka diperoleh bobot angka kredit sesuai dengan peraturan yang berlaku. Kumpulan bukti dan bobot angka kredit akan membentuk angka kredit yang diajukan instruktur pada setiap periode pengajuan DUPAK. Gambar 3 menunjukkan contoh proses pelacakan pada mekanisme pengajuan angka kredit ketika instruktur dari semua jenjang melakukan kegiatan dari unsur pendidikan dan memperoleh jenjang doktor dengan melampirkan bukti dan surat pernyataan maka akan diberikan nilai angka kredit sebanyak 50.



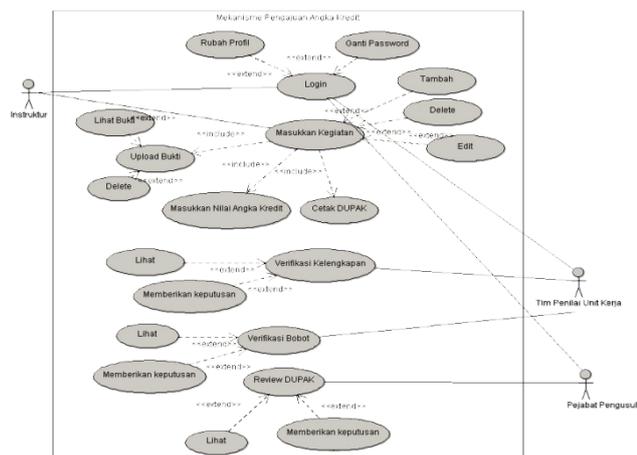
Gambar 3 Pelacakan inferensi pengajuan angka kredit pendidikan doktor

Sistem pakar ini akan bekerja dengan mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh instruktur yang akan diajukan untuk dinilai sebagai angka kredit. Selanjutnya sistem akan menampilkan pilihan kegiatan yang mungkin dilakukan oleh instruktur dalam bentuk pilihan langkah-langkah sistematis yang harus dikerjakan oleh instruktur ketika menyusun angka kredit. Pemasukan informasi dan data dilakukan sesuai logika yang didasarkan pada rule yang telah ditentukan dan dikumpulkan dalam tabel basis data. Proses perancangan tabel-tabel yang digunakan di dalam aplikasi ini dilakukan pada bagian basis data yang nantinya akan dikembangkan, sehingga penyimpanan informasi akan lebih terorganisir. Pada prinsipnya, basis data dapat dianggap sebagai desain logis dari struktur basis data yang digunakan untuk menyimpan data. Dalam model relasional ini adalah tabel dan

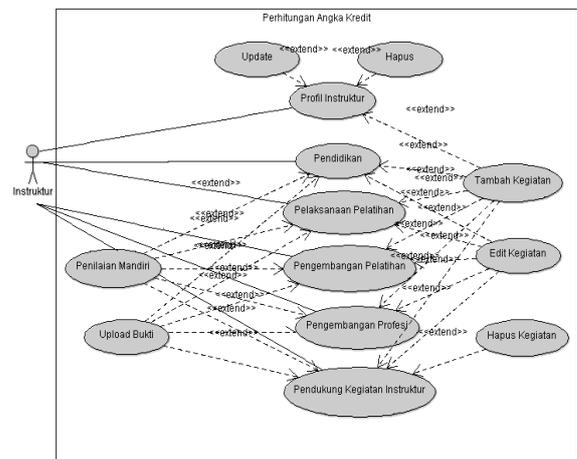
tampilan. Dalam sebuah basis data objek entitas dan hubungan peta langsung ke objek kelas dan bernama hubungan. Namun, desain basis data juga dapat digunakan untuk keseluruhan proses perancangan, bukan hanya struktur basis data, tetapi juga bentuk dan *query* yang digunakan sebagai bagian dari aplikasi basis data secara keseluruhan dalam sistem manajemen basis data.

Proses rancangan aplikasi merupakan tahapan lanjutan setelah didapatkan representasi pengetahuan sistem pakar angka kredit instruktur yang akan dikembangkan. Pada tahap rancangan aplikasi, digunakan bahasa pemodelan *Unified Modeling Language (UML)*. Sistem dibagi menjadi beberapa subsistem yang mana setiap subsistem dimodelkan menggunakan *use case diagram*, *activity diagram*, dan *state chart diagram*.

Diagram *use case* merupakan proses pemodelan fungsi-fungsi sistem dalam proses bisnis, pelaku yang menggunakannya, dan bagaimana sistem/perangkat lunak tersebut merespon kondisi tersebut. Diagram ini memperlihatkan gambaran secara umum tentang apa yang sistem lakukan dan apa yang aktor dapat lakukan pada sistem. Dalam aplikasi ini terdapat tiga pengguna utama, yaitu instruktur, tim penilai angka kredit unit kerja, dan pejabat pengusul. Secara umum, instruktur dapat melakukan beberapa hal pada sistem, diantaranya memasukkan profil instruktur, melakukan kegiatan pendidikan, pelaksanaan pelatihan, pengembangan pelatihan, pengembangan profesi, dan kegiatan pendukung kegiatan instruktur, melampirkan bukti, melakukan penilaian angka kredit secara mandiri, mengajukan persetujuan kegiatan, bukti dan angka kreditnya, dan mencetak DUPAK yang telah disetujui pejabat pengusul. *Use case* dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

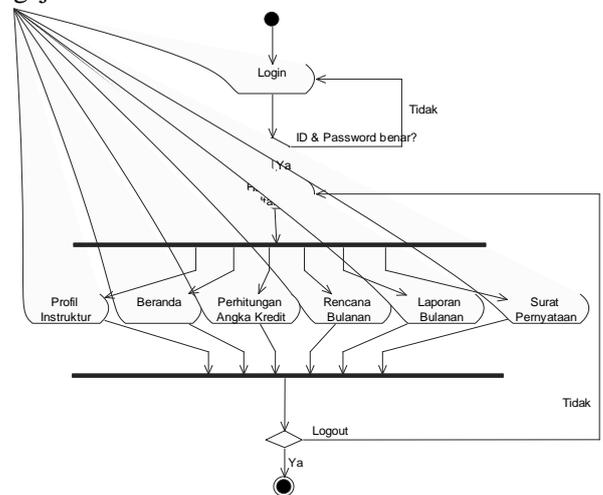


Gambar 4 Use case pengajuan angka kredit



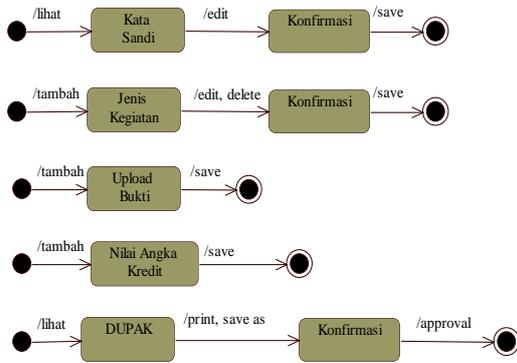
Gambar 5 Use case perhitungan angka kredit

Pada aktivitas pemodelan utama instruktur yang menyusun angka kredit sebagaimana pada Gambar 6 instruktur memiliki aktivitas utama melakukan perhitungan angka kredit dengan memasukkan kegiatan-kegiatan dalam rencana bulanan dan laporan bulanan yang secara akumulasi akan terkumpul menjadi DUPAK pada tiap semester periode pengajuan DUPAK.



Gambar 6 Diagram aktivitas penyusunan angka kredit

Diagram *state chart* menunjukkan pengklasifikasian dan pemodelan kondisi berikut aksi-aksinya yang merupakan representasi dari suatu aktivitas yang ada dalam aplikasi ini nantinya, yang meliputi kondisi aktor pada pengelolaan pengguna, pengelolaan instruktur, pengelolaan tim penilai/verifikasi unit kerja, dan pengelolaan pejabat pengusul dari unit kerja. Diagram pengelolaan instruktur meliputi pengelolaan kata sandi, profil instruktur, menambah kegiatan, upload bukti, penilaian mandiri dan melihat hasil DUPAK. digambarkan dalam Gambar 7.



Gambar 7 Diagram state chart pengelolaan instruktur

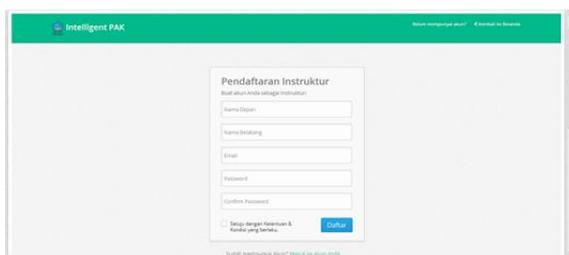
Desain Antar Muka Web

Web antarmuka (*interface*) dirancang dengan mempertimbangkan kesederhanaan dan kejelasan desain agar mudah digunakan oleh user. Pertama kali untuk masuk ke web iPAK (*Intelligent Pengajaran Angka Kredit*) harus *LOG IN* terlebih dahulu, tampilan *LOG IN* dirancang seperti Gambar 8. Jika user salah memasukkan *username* ataupun *password* ketika *log in*, *web* akan mengingatkan bahwa *username* atau *password* yang dimasukkan salah.



Gambar 8 Desain login

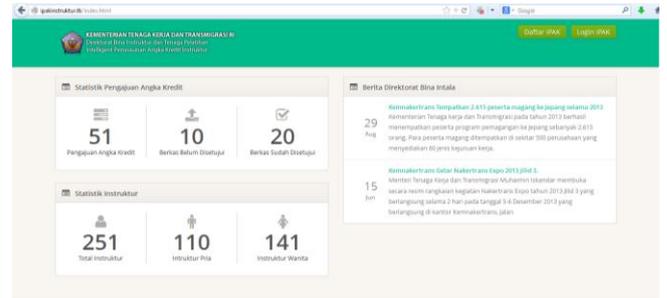
User akan klik *button* *Masuk* dan web link ke *LOG IN*, dengan klik *daftar* maka akan muncul form *web* pendaftaran dan user harus mengisi terlebih dahulu agar user terdaftar di web. Desain web pendaftaran dapat dilihat di Gambar 9.



Gambar 9 Desain pendaftaran

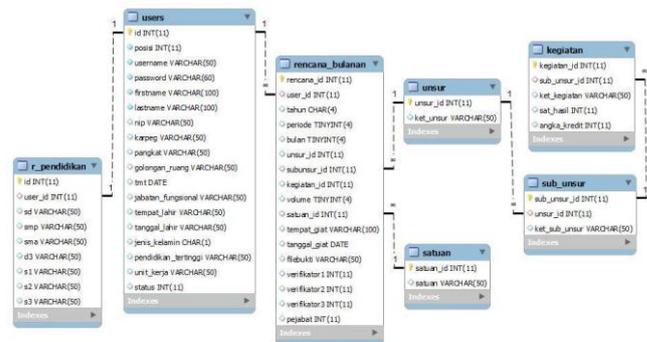
Setelah user mendaftarkan diri, berarti telah tercatat dalam *server* web, untuk masuk ke dalam situs web user harus login kembali dengan menuliskan ID dan password yang telah diisikan. Setelah *log in* berhasil akan muncul halaman *web* angka kredit. Tampilan halaman utama *web* dirancang terbagi menjadi tiga bagian, yaitu baris header, menu pilihan, dan bagian

isi menu utama. Header berisi nama halaman, logo. Menu pilihan berisi Profil Instruktur, beranda, perhitungan angka kredit, rencana bulanan, laporan bulanan, surat pernyataan, dan keluar. Menu utama berisi tampilan dari menu pilihan. Antar muka halaman utama dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Tampilan halaman utama

Dalam pengembangan sistem diperlukan desain basis data yang terdiri dari beberapa tabel sehingga penyimpanan akan lebih tertata dengan baik. Kelas-kelas tersebut merupakan basis data yang menjadi dasar penyusunan rancangan aplikasi dengan hubungan antar kelas seperti digambarkan dalam Gambar 11.



Gambar 11 Kelas diagram basis data

Pengujian yang dilakukan menggunakan pengujian fungsional (*black box functionality testing*). Pengujian fungsional merupakan pengujian yang berdasarkan pada skenario sistem yang sudah dibuat. Pengujian ini memastikan bahwa fungsi setiap skenario sistem sudah berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan sesuai dengan kebutuhan fungsional tertentu. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa prototipe yang sudah dibuat sesuai dengan aktivitas pengelolaan yang sudah dirancang sebelumnya.

Pengujian fungsional diawali dengan meng-*upload* prototipe ke jaringan internet dengan domain *www.ipakinstruktur.tk*. Pengujian dilakukan sesuai aktivitas yang dilakukan dalam pengajuan angka kredit, yaitu aktivitas pengajuan angka kredit dan aktivitas perhitungan angka kredit. Pada aktivitas

pengajuan angka kredit terdapat 8 aktivitas yang menjadi kriteria utama pengujian fungsional, sedangkan pada aktivitas perhitungan angka kredit terdapat 7 aktivitas yang menjadi kriteria utama pengujian fungsional.

Pengembangan sistem otomatisasi dengan pendekatan sistem pakar berbasis aturan pada proses penyusunan angka kredit instruktur memiliki perbedaan dengan proses penyusunan angka kredit yang selama ini dilakukan instruktur. Sistem otomatisasi yang berbasis internet memiliki fleksibilitas tinggi, artinya dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Perbedaan mendasar ini diharapkan menjadi pertimbangan bagi Direktorat Bina Intala dalam mengembangkan sistem penyusunan angka kredit yang efektif dan efisien. Selain itu terdapat beberapa keunggulan otomatisasi berbasis internet, diantaranya :

- tersedia profil instruktur yang bisa diperbaharui secara langsung oleh instruktur yang bersangkutan;
- kemudahan penyusunan angka kredit dalam bentuk pilihan unsur, sub unsur dan kegiatan yang didukung dengan bobot nilai angka kredit yang tersimpan dalam basis data berdasarkan aturan;
- penyimpanan dokumen dalam bentuk digital yang telah diverifikasi dan diteliti kebenarannya oleh tim verifikasi angka kredit;
- tersedia rekaman prestasi instruktur dalam bentuk rekaman angka kredit.

Pertimbangan dilakukan dengan membandingkan kondisi sistem lama dengan sistem baru dan dilakukan evaluasi apakah sistem yang baru akan menggantikan ataukah menambah sistem lama. Demikian pula pertimbangan berdasarkan perbandingan teknologi yang digunakan pada sistem lama dan sistem baru apakah akan dilakukan pergantian atau penambahan teknologi.

Validasi pada pengujian ini dilakukan dengan triangulasi sumber data dengan para pihak yang berhubungan dengan sistem penyusunan angka kredit, dalam hal ini adalah Kepala Balai Besar Latihan Kerja Industri sebagai pejabat eselon II pengusul angka kredit, Kepala Bagian Tata Usaha sebagai ketua tim verifikasi angka kredit di unit kerja, anggota tim verifikasi, dan instruktur. Triangulasi sumber ini dilakukan dengan melakukan review terhadap hasil kuesioner. Dari hasil kuesioner yang diajukan kepada sembilan responden pemangku kepentingan dalam

penyusunan angka kredit diperoleh hasil sebagai berikut.

- Pemodelan prototipe otomatisasi angka kredit iPAK sudah menggambarkan semua proses pengajuan angka kredit sesuai dengan peraturan angka kredit instruktur.
- Pemodelan prototipe otomatisasi angka kredit iPAK dapat digunakan untuk memudahkan penyusunan angka kredit instruktur.
- Pemodelan iPAK dapat digunakan untuk pelaksanaan pengajuan angka kredit instruktur.
- Masih terdapat bagian dari pemodelan iPAK yang belum sesuai dengan proses sesungguhnya.

Dengan aplikasi otomasi penyusunan angka kredit memberikan dampak efisiensi penggunaan kertas untuk dokumen angka kredit sebesar 75% konsumsi kertas. Selain itu juga mengurangi waktu yang dibutuhkan instruktur untuk menyusun angka kredit. Berikut perhitungan yang bisa dikumpulkan yang bisa memberikan gambaran efisiensi yang terjadi dengan mengurangi jumlah kertas yang digunakan.

Bila Gaji pegawai (Staff) Rp.2.000.000 berarti setara dengan Rp. 3.02/Detik (23 Hari kerja/bulan, 8 jam/hari). Bila harga tinta refill Rp. 150.000 untuk 2500 lembar maka biaya tinta per lembar Rp. 60. Bila harga kertas Rp. 70/lembar dan waktu pencetakan dokumen 5 detik per lembar maka biaya pencetakan per lembar = harga kertas + (gaji karyawan per detik * lama print)+harga tinta per lembar. Sehingga biaya pencetakan per lembar = $70+(3.02 \times 5)+70 = \text{Rp. } 155$. Pemakaian kertas untuk dokumen angka kredit diperkirakan setara dengan 2 rim (1000 lembar) kertas. Dengan dampak efisiensi sebesar 75% maka akan dihemat penggunaan kertas sebanyak 750 lembar. Atau setara dengan Rp. 116.250 per instruktur pada tiap periode pengajuan angka kredit.

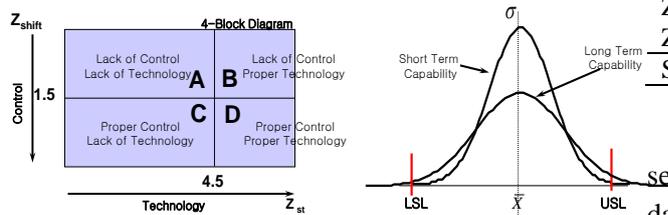
Kapabilitas proses yang ditunjukkan dengan besarnya nilai sigma akan menentukan arah analisa dan improvement yang akan dilakukan. Data realisasi besarnya jumlah kertas yang cacat pada pencetakan dokumen selama sebulan akan disimulasikan untuk mengetahui nilai *Defect per Unit* (DPU), *Defect per Opportunity* (DPO), *Defect per Million Opportunity* (DPMO), *Yield* (Yrt) dan Level Sigma. Bila terdapat 10 orang instruktur yang mengajukan angka kredit pada periode pengajuan semester I bulan Januari sampai dengan Juni diperoleh kapabilitas awal proses sebesar 2,81.

Tabel 2 Kapabilitas awal proses

Nama	Rumus	Hasil
Defect	Def	750
Unit	U	7500
DPU	Def/U	0,1
DPO	(Def/U)*Opportunity	0,01
DPMO	DPO*1.000.00	10.000
Yrt	$2,718^{(-DPU)}$	0,90483
Zlt	Zinverse(Yrt)	1,30962
Zshift	1,5	1,5
Sigma Level (Zst)	$Zst=Zlt + Zshift$	2,80962

Setelah mendapatkan *Sigma Level* pada Tabel 2 kemudian di gunakan pada 4-Blok Diagram yang menunjukkan tingkat Kontrol (Zshift) dan pengaruh Teknologi (Zst) terdiri atas :

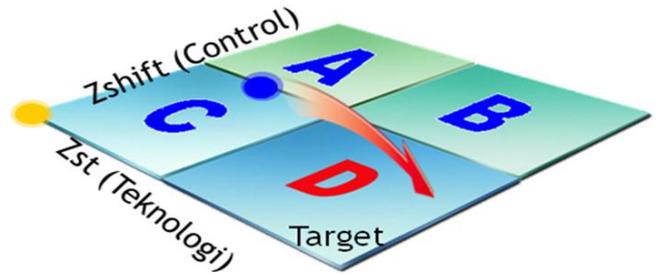
- Area A, menunjukkan area dengan kontrol jelek dan teknologi jelek (*Bad Control & Bad Technology*)
- Area B, menunjukkan area dengan kontrol bagus dan pengaruh teknologi cukup (*Good Control & Proper Technology*)
- Area C, menunjukkan area dengan kontrol bagus namun penggunaan teknologi jelek (*Good Control & Bad Techology*)
- Area D, menunjukkan area dengan kontrol bagus dan teknologi bagus (*Good Control & Good Technology*)



Gambar 12 Diagram 4-Blok kapabilitas proses

Gambar 12 menunjukkan pembagian area dalam diagram 4-blok. Pada kapabilitas *short term* terdapat 6 level *sigma* (standard deviasi) yang berada diantara X dan SL (*specification limit*). Bila kapabilitas proses telah mencapai 6 *sigma* maka $Zst = 6$ dan $Zlt = 4,5$, sehingga estimasi reduksi antara kapabilitas *short term* dan kapabilitas *long term* sebesar 1,5 *sigma*

Gambar 13 menunjukkan letak kapabilitas poses awal berada pada area A (kontrol jelek dan penggunaan teknologi kurang), sehingga harus didorong dengan *improvement* positif agar menuju area D.



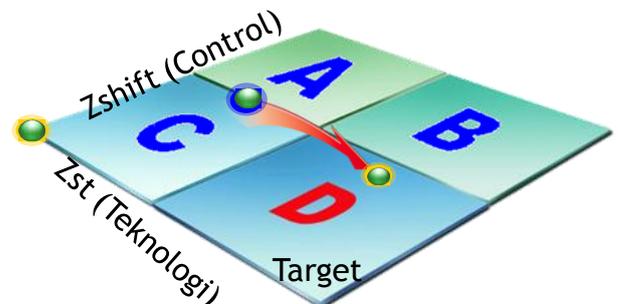
Gambar 13 4-Blok diagram kapabilitas proses sebelum

Pemakaian web otomasi penyusunan angka kredit instruktur dengan sistem pakar berbasis aturan menjadi solusi atas penggunaan teknologi yang kurang. Bila 10 orang instruktur menggunakan web otomasi penyusunan angka kredit dan hanya menggunakan laporan DUPAK sebanyak 22 lembar dan dokumen-dokumen yang lain sudah disimpan dalam bentuk digital. Dalam pencetakan dokumen hanya 17 lembar yang rusak akibat salah cetak maupun kebutuhan rangkap dokumen maka kapabilitas proses yang setelah dilakukan perbaikan untuk mengurangi dokumen ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kapabilitas setelah proses

Nama	Rumus	Hasil
Defect	Def	17
Unit	U	220
DPU	Def/U	0,08
DPO	(Def/U)*Opportunity	0,008
DPMO	DPO*1.000.00	8000
Yrt	$2,718^{(-DPU)}$	0,9987
Zlt	Zinverse(Yrt)	3,0245
Zshift	1,5	1,5
Sigma Level (Zst)	$Zst=Zlt + Zshift$	4,5245

Gambar 14 menunjukkan letak kapabilitas poses setelah perbaikan berada pada area D (kontrol bagus dan penggunaan teknologi bagus).



Gambar 14 4-Blok diagram kapabilitas proses sebelum

Setelah dilakukan perbaikan didapat kapabilitas proses berada pada level 4,525 yang berarti fungsi control proses dan penerapan teknologi sudah bagus.

KESIMPULAN

Makalah ini telah memaparkan pengembangan sistem pakar dengan pendekatan rule based untuk otomasi pengajuan angka kredit instruktur berbasis web. Kasus studi tersebut mengilustrasikan penggunaan web otomatisasi penyusunan angka kredit untuk memberikan pemecahan masalah terhadap permasalahan yang dihadapi instruktur dalam menyusun angka kredit. Setelah diuji secara online prototipe aplikasi berjalan sesuai dengan skenario aktifitas yang diharapkan pemangku kepentingan baik dari sisi fungsi dan tampilan yang mendorong pemangku kepentingan merekomendasikan untuk mengembangkan aplikasi dalam skala sesungguhnya untuk melakukan otomatisasi dalam penyusunan angka kredit instruktur di tingkat unit kerja. Peningkatan efisiensi ditandai dengan meningkatnya kapabilitas proses pencetakan dokumen di sebuah Balai Latihan Kerja. Kapabilitas awal berdasarkan analisa six sigma di level 2,809 sigma yang berada pada area A pada diagram 4-Blok. Ini berarti fungsi control dan penggunaan teknologi masih jelek. Setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan web otomatisasi penyusunan angka kredit didapat kapabilitas proses berada pada level 4,525 yang berarti fungsi kontrol proses dan penerapan teknologi sudah bagus. Prototipe penelitian ini dapat digunakan untuk membantu instruktur membuat laporan pengajuan DUPAK dengan tepat dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada penyandang dana penelitian ini selaku pelaksana program beasiswa *Chief Information Officer* Kominfo RI. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para mitra bestari yang telah memberikan komentar terhadap makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Blaz, Z., & Albert Mo Kim, C. (1997). Optimization of Rule-Based Systems Using State Space Graphs.

IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering.

- Cohen, L., Manion, L., & Morison, K. (2007). *Research Methods in Education*. New York: Roudledge Taylor & Francis Group.
- Duan, Y., Edwards, J., & Xu, M. (2004). Web Based Expert Systems: Benefits and Challenges. *Elsevier, Information and Management* 42, 799-811.
- Durkin, J. (1990). Research Review: Application of Expert Systems in the Sciences. *The Ohio Journal of Science*, 90, 171-179.
- Grove, R. (2000). Internet Based Expert Systems. *Expert Systems*, Vol. 17 (No. 3), 129-135.
- Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intellegence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- LGEIN. (2004). *Modul Six Sigma untuk Green Belt*. Tangerang: Training Center LG Electronics Indonesia.
- Liao, S. H. (2005). Expert system methodologies and applications—a decade Review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*, 28, 93-103.
- Olson, M. H., & Lucas, H. C. (1982). The Impact of Office Automation on the Organization: Some Implications for Research and Practice. *Association for Computing Machinery*, 25, 838-847.
- Permenakertrans Nomor 12. (2012). *Rencana Pembangunan Jangka Panjang Bidang Ketenagakerjaan dan Ketransmigrasian Tahun 2012 - 2025*.
- Pilada, W. (2011). A Simple Web-based Expert System for a Supplier Assessment: A Case of a JIT production environments. *International Conference on System Science and Engineering (ICSSE)*, 96-100.
- Pusdatin. (2013). *Instruktur Pelatihan Kerja Indonesia Tahun 2012*. Retrieved Maret 20, 2013, <http://pusdatinaker.balinfo.depnakertrans.go.id/katalog/download.php?g=1&c=3>
- Sasikumar, M., Ramani, S., Raman, S. M., Anjaneyulu, K., & Chandrasekar, R. (2007). *A Practical Introduction to Rule Based Expert Systems*. New Delhi: Narosa Publishers.
- Savic, D. (1994). Designing an Expert System for Classifying Office Document. *ARMA Records Management Quarterly*.
- Sugiyono. (2009). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung : Alfabeta.
- Watson, H. J., & Mann, R. I. (1988). Expert Systems: Past, Present and Future. *Journal of Information Systems Management*, 39-46.