

Pengembangan Rules-Driven Workflow Management System (RDWfMS) dengan Menggunakan Teknik Data Mining untuk Sistem Informasi Research Center

Shaufiah

School of Computing, *Telkom University*
Jl. Telekomunikasi No. 1, Ters. Buah Batu, Bandung Indonesia

shaufiah@telkomuniversity.ac.id

Abstract

Seiring dengan ketatnya persaingan bisnis dan teknologi saat ini membuat organisasi harus mampu beradaptasi sesuai dengan tuntutan perkembangan yang ada. Tuntutan perkembangan tersebut dapat menyebabkan perubahan proses bisnis dan yang selanjutnya bisa mempengaruhi sistem informasi yang sudah dimiliki oleh organisasi. Perubahan yang mungkin terjadi ini tentunya bukanlah hal yang mudah dan memerlukan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Oleh karenanya, dalam pengembangan sistem informasi diperlukan desain yang tepat agar mudah untuk menghadapi perubahan proses bisnis, sehingga biaya pengembangan dan pemeliharaan sistem informasi dapat ditekan. Lebih lanjut, kebutuhan organisasi saat ini juga bertambah dengan adanya kebutuhan informasi dan knowledge dari pelaksanaan bisnis dan organisasi. Salah satu pendekatan yang memungkinkan sistem informasi untuk dapat beradaptasi dengan mudah terhadap perubahan proses bisnis adalah dengan mendesain dan mengimplementasikannya berbasis workflow, sedangkan untuk mendapatkan informasi dan knowledge adalah dengan memanfaatkan teknik data mining dalam implementasinya. Oleh sebab itu maka penelitian ini mengembangkan sistem informasi dengan pendekatan hibrid yaitu kombinasi antara pengembangan berbasis proses *workflow* dan berdasarkan data yaitu teknik data mining, dengan studi kasus organisasi *research center*. Sistem informasi ini dinamakan dengan SIMPLER yang dibangun dengan mengadopsi penerapan *rules-driven workflow* yang dikombinasikan dengan teknik data mining untuk pengolahan informasi dan *knowledge*. Pengujian SIMPLER dilakukan dengan mengukur kemampuan SIMPLER terhadap karakteristik sebuah workflow management system dan mengukur kualitas aplikasi berdasarkan kepuasan dan persepsi end user dengan menggunakan metode WebQual. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa SIMPLER telah mampu memenuhi kebutuhan untuk pelaksanaan proses bisnis *research center XYZ*, mampu beradaptasi jika terjadi perubahan proses bisnis tanpa dilakukannya perubahan pada kode program dan mendapatkan kepuasan end user sebesar 81.81% dan akurasi sistem sebesar 85%.

Kata kunci: sistem informasi, workflow, rules-driven workflow, data mining

Abstrak

The tight competition of business and technology today makes the organisation must be able to adapt to changes. The changes could affect not only business process model of the organisation but also their information system, which lead to high cost and time-consuming. Therefore, the design and implementation of an information system should handle with care. Furthermore, the organisation also needs to process data into information and knowledge to support their business. Hence, this research is developed to undertake those problems by developing the information system using hybrid approach of the workflow system and data mining technique with research centre organisation as a case study. The system named as SIMPLER which applying rules-driven workflow and data mining to process data into information and knowledge from research data. SIMPLER tested by measuring its ability as a workflow management system as well as measuring the quality based on end-user satisfaction and perception by using WebQual. Based on the test results indicate that the SIMPLER been able to satisfy the need for business process execution XYZ research centre, able to adapt to changes without reconstructing the source code and gained end users satisfaction of 81.81% and 85% of accuracy.

Keyword: *information system, workflow, rules-driven workflow, data mining*

I. PENDAHULUAN

Sistem informasi di era informasi saat ini merupakan salah satu ujung tombak dalam pelaksanaan proses bisnis sebuah organisasi. Banyak peran dari sistem informasi yang dapat membantu organisasi dan tentu saja banyak faktor yang menentukan kemampuan sistem informasi tersebut. Faktor-faktor tersebut diantaranya kesesuaian sistem informasi dengan kebutuhan bisnis, kehandalan dari sisi performansi dan juga yang paling penting adalah bagaimana sistem informasi dapat bersifat adaptif terhadap perubahan organisasi. Tercapainya faktor-faktor tersebut dapat diupayakan sejak dimulainya siklus manajemen proyek perangkat lunak mulai dari studi kelayakan, sampai diimplementasikannya proyek. Tentu saja hal tersebut harus memperhatikan karakteristik kebutuhan bisnis dari organisasi masing-masing.

Research center merupakan organisasi yang cukup unik dan memerlukan dukungan sistem informasi yang dapat mendukung performansinya mulai dari tahapan inisiasi penelitian sampai dengan publikasi atau rilis produk penelitian. Seiring dengan mulai bergesernya kebutuhan organisasi dari hanya sekedar *business process workflow centric* menjadi lebih kaya dengan *data centric* maka sistem informasi untuk *research center* ini dapat dikembangkan dengan pendekatan hibrid baik *process* maupun *data centric*.

Process centric yang dapat digunakan adalah dengan rules-driven workflow sedangkan *data centric* dapat memanfaatkan teknik data mining untuk mendapatkan informasi dan *knowledge* misalnya mengenai *researcher* yang cocok untuk sebuah penelitian dan topik-topik penelitian yang dapat dikembangkan lebih lanjut lagi, serta mendapatkan pola-pola tersembunyi yang menarik untuk dijadikan sebagai pendukung pengambilan keputusan oleh pihak manajemen.

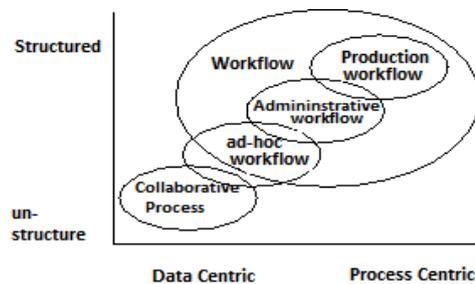
Oleh karenanya penelitian ini mengimplementasikan sebuah sistem informasi manajemen penelitian yang mampu bersifat fleksibel terhadap perubahan aliran kerja atau proses bisnis dan dapat menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk pendukung pengambilan keputusan dengan memanfaatkan kombinasi teknik dan metode yang sudah dikenal sebelumnya seperti rules driven workflow

II. STUDI LITERATUR

A. *Workflow Management System (WfMS)*.

Workflow adalah otomatisasi proses bisnis, baik itu secara keseluruhan maupun sebagian saja saat dokumen, informasi atau tugas diteruskan dari satu partisipan ke partisipan lainnya untuk dilakukan aksi sesuai dengan prosedur yang berlaku (*Workflow handbook 1997*, 1997). Partisipan disebut juga sebagai aktor atau *resources* yang dapat berupa mesin maupun manusia. Penelitian terkait dengan workflow telah banyak dilakukan dengan berbagai motivasi diantaranya adalah mampu meningkatkan profit yang secara khusus diteliti pada (Gruber & Huemer, 2009) dan disebutkan pada (Caverlee et al., 2007) bahwa workflow dapat membantu transformasi perusahaan menuju arah lebih baik karena dengan workflow dimungkinkan untuk meningkatkan proses kontrol dan fleksibilitas serta memperbaiki jalannya proses bisnis. Jadi workflow dapat berfungsi untuk mengatur aliran kerja sesuai dengan standar atau aturan-aturan alur kerja yang ada pada organisasi.

Dalam pembangunan sistem informasi workflow tidak dimasukkan ke dalam source code sistem informasi tersebut, dan dikelola secara terpisah untuk memudahkan pemeliharaan dan antisipasi terhadap perubahan yang mungkin terjadi. Pengembangan dan pengimplementasian workflow memerlukan tools yang lazim disebut sebagai Workflow Management System (WfMS). Saat ini WfMS dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar yaitu yang berorientasi pada proses, dan yang kedua kelompok yang berorientasi pada data. Contoh sistem *workflow* bisnis yang berorientasi pada proses adalah *Business Process Management (BPM)* dan yang berorientasi pada data seperti *sistem InforSense(Calvo)*. Gambaran mengenai dua kelompok ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Klasifikasi WfMS (Calvo)

Sebuah sistem workflow dapat dikatakan sebagai WfMS jika memiliki fungsi yang diantaranya adalah: pembuatan atau pemodelan workflow, kemampuan mengkoordinasikan dan pengaturan saat running workflow sampai dengan administrasi dan monitoring proses workflow (status workflow) (Hollingsworth & Hampshire, 1995).

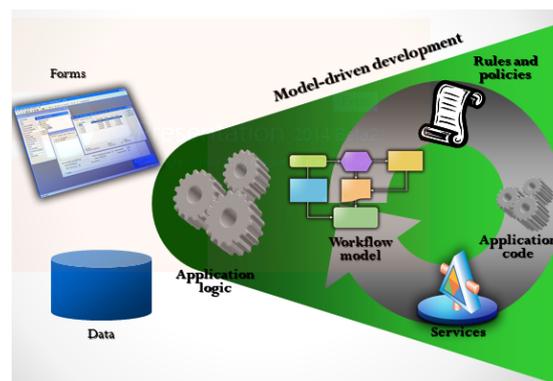
Penelitian mengenai WfMS ini telah banyak dikembangkan dalam berbagai bidang misalnya untuk perpustakaan (Places, Fariña, Luaces, Pedreira, & Seco, 2014), web service (Fernandez, Tedeschi, & Priol, 2016), teknologi cloud (Marozzo, Talia, & Trunfio, 2016), bioinformatika (Mariette et al., 2016), sains (Deelman et al., 2015) dan lain sebagainya.

B. Rules-Driven Workflow

Rules-Driven Workflow adalah *workflow* yang pelaksanaan aktifitasnya dikendalikan oleh *rule* atau sejumlah *rule* yang disebut juga dengan *Ruleset*(Wilis, 2005). Merupakan pengembangan *workflow* untuk aplikasi *window* yang dapat dijalankan pada WfMS produk Microsoft yaitu Window Workflow Foundation.

Komponen dalam *Rules-Driven Workflow* ini adalah *rule* dan *policy*. *Rule* merupakan aturan yang digunakan untuk mengendalikan sebuah *workflow*. *Rule* ditentukan berdasarkan analisis fungsi dan alur kerja pada proses bisnis. *Rule* ini akan disimpan dan didefinisikan dalam bentuk “ *if <condition> then <action > else <action>*”. Kumpulan *rule* akan menjadi *Ruleset* pada saat pemodelan *workflow*. *Policy* adalah kebijakan yang berasal dari tepat satu *ruleset*. *Policy* diterapkan pada *workflow* untuk mengatur jalannya *workflow*. *Policy* bersifat *atomic* jadi jika kondisi yang ada hanya mampu memenuhi sebagian saja dari *rule* yang ada, maka *workflow* dapat berada pada kondisi *halt* (belum selesai)(Wilis, 2005).

Motivasi penggunaan *rules* dalam *workflow* adalah karena pemodelan *rule* yang handal dan mudah diinterpretasikan dan diimplementasikan serta mudah untuk diubah. Gambar 2 menunjukkan ilustrasi bagaimana penerapan *rules-driven workflow* pada pengembangan aplikasi dengan menggunakan Window Workflow Foundation.



Gambar 2. Ilustrasi Penerapan Rules-Driven Workflow pada pengembangan aplikasi (Wilis, 2005)

Pada penelitian ini WfMS akan dikembangkan sendiri dengan mengadopsi konsep *rules-driven workflow* pada Windows Workflow Foundation.

C. Data Mining

Secara sederhana data mining adalah penambangan informasi atau *knowledge* yang baru dan sebelumnya tidak ketahui dari data yang sangat besar. Secara khusus ada yang menyatakan proses data mining dapat dilakukan baik secara semi maupun *full* otomatis. Data mining, sering juga disebut sebagai Knowledge Discovery in Database (KDD). KDD adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data, historis untuk menemukan keteraturan, pola atau hubungan dalam set data berukuran besar (Jiawei, Micheline, & Jian, 2011).

Penerapan data mining dapat meliputi berbagai bidang seperti kesehatan, marketing, pendidikan dan lain sebagainya. Penerapan di berbagai bidang ini dengan memanfaatkan *task* yang ada contohnya klasifikasi, analisis asosiasi, *clustering* atau deteksi anomali.

D. Analisis Asosiasi

Analisis asosiasi adalah *task* dalam data mining yang bertujuan untuk mencari kesamaan pola data yang sering muncul secara bersamaan, atau menemukan korelasi diantara objek-objek pada data (Jiawei et al., 2011). Analisis asosiasi menghasilkan *rule* asosiasi yang dapat digambarkan melalui bentuk “IF-THEN” yang menyatakan hubungan *co-occurrence* dan sifatnya probabilistik. Rule asosiasi berbeda dengan aturan if-then logik pada umumnya yang menyatakan hubungan kausalitas. Pada rule asosiasi bagian “IF” disebut dengan *antecedent* sedangkan bagian “THEN” disebut dengan *consequent*, di mana *rule* asosiasi merupakan kombinasi objek (itemsets) yang setiap itemnya berbeda.

Contoh *rule* asosiasi yang didapatkan pada proses analisis data adalah “IF Pendidikan = S3 THEN penelitian=3”. Artinya bahwa dari data yang ada ditemukan pola bahwa objek dengan Pendidikan = S3 memiliki penelitian sebanyak tiga buah sehingga rule asosiasi ini dapat dimanfaatkan untuk menganalisis pola data yang menarik untuk diketahui.

Untuk mengukur kualitas atau seberapa penting tidaknya suatu aturan asosiatif dapat diketahui dengan dua parameter : *Support* dan *Confidence*.

- a. *Support*: rasio antara jumlah transaksi yang memuat *antecedent* dan *consequent* terhadap jumlah transaksi.
- b. *Confidence*: Rasio antara jumlah transaksi yang memuat *antecedent* dan *consequent* terhadap jumlah transaksi yang meliputi semua item dalam *antecedent*

Untuk mendapatkan rule asosiasi dapat digunakan algoritma asosiasi data mining dan beberapa algoritma diantaranya algoritma apriori dan varian pengembangannya, FP-Growth dan pengembangannya seperti algoritma CT-Pro dan lain sebagainya. Pada penelitian ini analisis asosiasi dilakukan dengan menggunakan algoritma apriori, karena apriori merupakan algoritma asosiasi yang telah terbukti banyak digunakan, mudah, sederhana dan memiliki performansi yang baik dalam berbagai implementasi. Implementasi algoritma apriori pada penelitian ini memanfaatkan tools data mining yang sudah ada yaitu WEKA (Mark et al., 2009).

E. Klasifikasi dan Naïve Bayes Classifier

Klasifikasi adalah proses pencarian sekumpulan model atau fungsi yang menggambarkan dan membedakan kelas data dengan tujuan agar model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi kelas dari suatu obyek yang belum diketahui kelasnya (Mark et al., 2009). Terdapat dua proses utama pada klasifikasi yaitu pembangunan klasifikasi dan penggunaan model tersebut. Model klasifikasi dapat disajikan dalam berbagai macam model klasifikasi seperti Naïve Bayes, decision trees, Bayesian classification, k-nearest-neighbourhood *classifier*, neural network dan lain sebagainya. Pada penelitian ini digunakan Naïve Bayes karena *classifier* ini sederhana untuk diimplementasikan namun terbukti cukup baik dalam melakukan proses klasifikasi.

Naïve Bayes merupakan salah satu metode *machine learning* yang menggunakan perhitungan probabilitas yang dikemukakan oleh Thomas Bayes, yaitu menghitung nilai probabilitas kategori dan semua data yang ada. Perhitungan probabilitas tersebut menggunakan persamaan (Jiawei et al., 2011):

$$p(k_x) = \frac{f_j(k_x)}{|j|}, \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan:

$p(k_x)$ = probabilitas kelas k_x dalam data *training*

$f_j(k_x)$ = jumlah nilai atribut dengan kategori k_x

$|j|$ = jumlah nilai atribut dalam *data*

Pada penelitian ini Naïve Bayes Classifier dihasilkan dengan menggunakan tools WEKA(Mark et al., 2009).

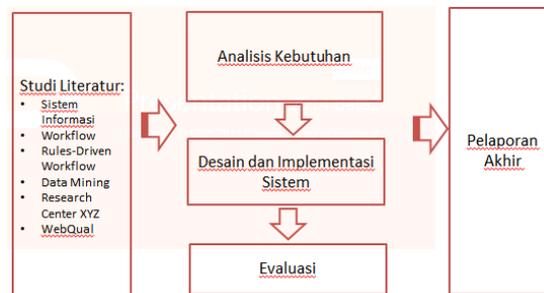
F. Pengukuran Kepuasan Website

Pengembangan aplikasi website tentunya harus dievaluasi agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan, khususnya saat ini di mana *end user* menjadi sasaran utamanya. Pengukuran kepuasan website sendiri banyak digunakan dengan berbagai pendekatan misalnya. Adapun untuk tingkat penerimaan workflow sistem dapat juga dievaluasi dengan pendekatan misalnya UTAUT yang dilakukan (Mosweu, Bwalya, & Mutshewa, 2016), namun pada penelitian ini tingkat penerimaan user terhadap sistem workflow akan dievaluasi dengan menggunakan webQual. WebQual merupakan teknik pengukuran kualitas *website* berdasarkan persepsi *end user* berdasarkan tiga area yaitu, (1) kualitas informasi, (2) interaksi dan kualitas layanan, (3) *usability* dari human computer interaction, serta dan kepuasan secara menyeluruh (*overall impression*) (Barnes & Vidgen, 2000).

Persepsi end user yang dimaksud pada WebQual dibedakan menjadi persepsi mutu layanan yang dirasakan secara aktual dengan tingkat harapan yang ideal. Untuk mendapatkan data persepsi tersebut diperlukan pengumpulan data dengan metode survei. Selanjutnya hasil survei harus diolah dan diuji dari sisi validitas dan realibilitas. Dalam penelitian ini, butir pertanyaan pada survei akan menggunakan skala likert yang dengan lima tingkatan yang terdiri dari sangat tidak puas (1), tidak puas (2), biasa (3), puas (4), sangat puas (5).

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam jenis *action research*, yaitu penelitian yang berupaya melakukan penyelesaian masalah melalui proses reflektif untuk meningkatkan strategi, praktek dan pengetahuan dalam lingkup tertentu (Riel., 2010-2017). Adapun langkah-langkahnya adalah studi literatur, analisis kebutuhan desain dan implementasi, evaluasi dan pelaporan akhir yang digambarkan pada pada gambar 3.



Gambar 3. Metodologi Penelitian

A. Studi literatur

Merupakan tahapan untuk mengkaji literatur yang relevan dengan penelitian ini seperti mengenai: sistem informasi, *workflow*, data mining dan WebQual yang didapatkan dari berbagai sumber buku cetak, paper, jurnal, dokumen internal organisasi dan referensi yang berasal dari internet dan telah dipaparkan pada bagian II jurnal ini.

B. Analisis Kebutuhan

Merupakan tahapan untuk mengumpulkan dan mengkonfirmasi kebutuhan sistem informasi yang dibangun sesuai dengan hasil studi literatur dan wawancara dengan stakeholder terkait. Adapun proses bisnis *Research Center XYZ* yang telah dikumpulkan adalah sebagai berikut:

Research Center XYZ merupakan sebuah divisi yang bertanggung jawab terhadap riset baik yang bersifat *basic science* maupun riset untuk pengembangan layanan serta produk teknologi. Riset yang dilaksanakan pada Research Center XYZ dapat dibedakan menjadi 2 yaitu:

- Riset yang merupakan usulan dari *researcher*
- Riset yang merupakan ketentuan sesuai roadmap riset organisasi dan kebutuhan bisnis yang ada.

Adapun sumber pendanaan riset ini berasal baik dari internal organisasi maupun dari pihak eksternal. Sedangkan jangka waktu riset sendiri baik untuk riset yang berasal dari usulan *researcher* maupun yang merupakan ketentuan organisasi dapat berlangsung tahun tunggal maupun multi tahun.

Tak dapat dipungkiri sistem informasi tentunya sangat diperlukan dalam rangka pengelolaan, monitoring dan analisis untuk pengukuran dan peningkatan performansi riset yang ada. Selain itu sistem informasi dibutuhkan sebagai sarana komunikasi antara *researcher*, *project manager*, pemangku dana dan stakeholder lainnya.

Kepentingan pihak manager misalnya agar manager dapat memonitor sejauh mana progress projek/riset yang dikerjakan. Dan khusus untuk riset yang bersifat strategis sesuai ketentuan organisasi membutuhkan sistem informasi untuk memilih *researcher* yang memiliki kompetensi yang tepat dan cocok untuk mengerjakan sebuah projek riset. Permasalahan yang terkadang muncul adalah pemilihan *researcher* yang tidak sesuai dengan projek riset yang ada, sehingga mengakibatkan riset tersebut berjalan tidak seperti yang diharapkan. .

Kebutuhan lain yang diperlukan untuk ada dalam sistem informasi adalah fasilitas untuk melihat tingkat partisipasi dan keterlibatan seorang *researcher* dalam rangka penilaian kinerja. Selain itu juga perlu adanya penjadwalan riset dan jadwal *project researcher* sehingga pemangku kepentingan (manager dan lainnya yang terkait) dapat memonitor jadwal harian dan jadwal *project researcher*. Pemetaan user dan kebutuhannya terhadap sistem dapat dipetakan ke dalam pengguna seperti pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Daftar Pengguna SIMPLER

Kategori Pengguna	Tugas	Hak Akses ke aplikasi	Kemampuan yang harus dimiliki
Direktur	Manage data View activity Execute activity	User Direktur	Dapat menggunakan komputer beserta web browsernya
Manager	Manage data View activity Execute activity	User Manager	Dapat menggunakan komputer beserta web browsernya
Researcher	Manage data View activity Execute activity	User Researcher	Dapat menggunakan komputer dan web browsernya
IT Staff	Manage Data	Admin	Memahami database dan jaringan yang digunakan
RWDS SIMPLER	Inferensia Workflow	Aplikasi Eksternal	Berkomunikasi dan sinkronisasi dengan SIMPLER

Adapun detail dari fungsionalitas yang sesuai dengan kebutuhan proses bisnis Research Center XYZ yang harus dipenuhi oleh SIMPLER adalah sebagai berikut:

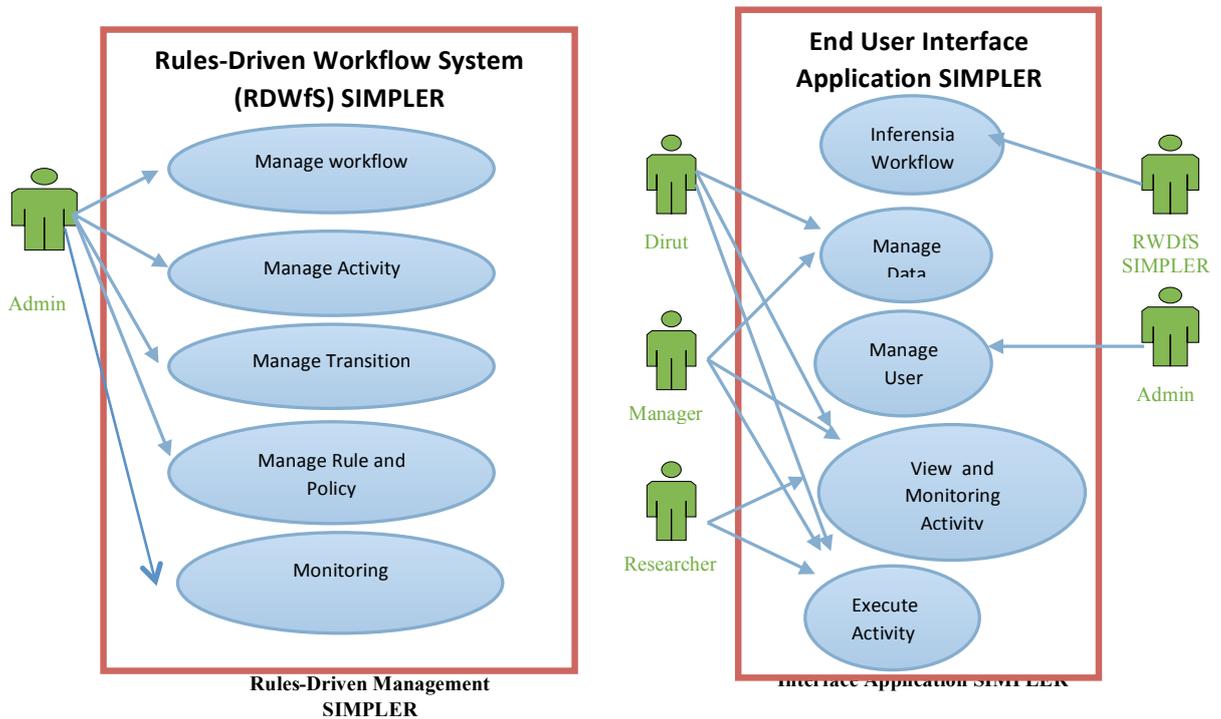
1. Registrasi di dalam SIMPLER
2. LogIn dan Logout
3. Create, Update, Read, Delete *project research* yang sedang dikerjakan
4. Create, Update, Read, Delete semua researcher (termasuk CV, sertifikasi, dan track record researcher).
5. Create, Update, Read, Delete jadwal *project research*
6. Create, Update, Read, Delete *job research*
7. Create, Update, Read, Delete jadwal *job research* harian
8. Create, Update, Read, Delete *progress*
9. Create, Update, Read, Delete wbs *project research*
10. Analisis penentuan researcher
11. *Report project research*
12. *Report performansi researcher*
13. Monitoring dan Search *project researcher* tertentu
14. Monitoring dan Search *job researcher* tertentu
15. Monitoring dan Search *project research* semua researcher
16. Monitoring dan Search *project researcher* tertentu
17. Monitoring dan Search profil researcher tertentu

C. *Desain dan implementasi sistem*

Tahapan ini merupakan fase memodelkan dan merancang sistem informasi yang dibangun berdasarkan tahapan analisis kebutuhan yang sudah didapatkan sebelumnya. Hasil desain digambarkan melalui diagram use case, diagram aktivitas dan diagram *deployment* untuk selanjutnya diimplementasikan, Sistem Informasi yang dikembangkan ini dinamakan dengan SIMPLER dengan yang terdiri dari dua bagian: *rule driven-workflow system development* dan yang kedua *end user interface application*. Adapun dokumen yang harus dicreate oleh SIMPER adalah *research proposal, reporting document (progress and final report), researcher performance report*.

Sesuai dengan gambar 4 WfMS yang dikembangkan pada penelitian ini adalah *Rules-driven workflow* yang mengadopsi *rules-driven workflow* pada Windows Workflow Foundation. Terdiri dari beberapa use case yaitu:

1. *Manage workflow* yang akan bertanggung jawab untuk pembentukan model workflow yang akan digunakan pada organisasi
2. *Manage Activity* yang bertanggung jawab mendefinisikan aktivitas-aktivitas yang ada pada proses bisnis. *Activity* yang didefinisikan ini akan berperan pada pengeksekusian data pada *end user interface application* SIMPLER
3. *Manage Transition* bertanggungjawab terhadap hubungan antar aktivitas dan merupakan dasar dari sebuah *workflow*.
4. *Manage Rule and Policy* yang bertanggung jawab untuk pendefinisian *rule* dan *policy* yang digunakan sebagai acuan pelaksanaan proses bisnis. Termasuk di dalamnya *rule* yang didapatkan dari proses data mining terhadap data di *research center XYZ*.
5. *Monitoring* yang bertanggungjawab untuk memonitor keseluruhan proses yang ada.

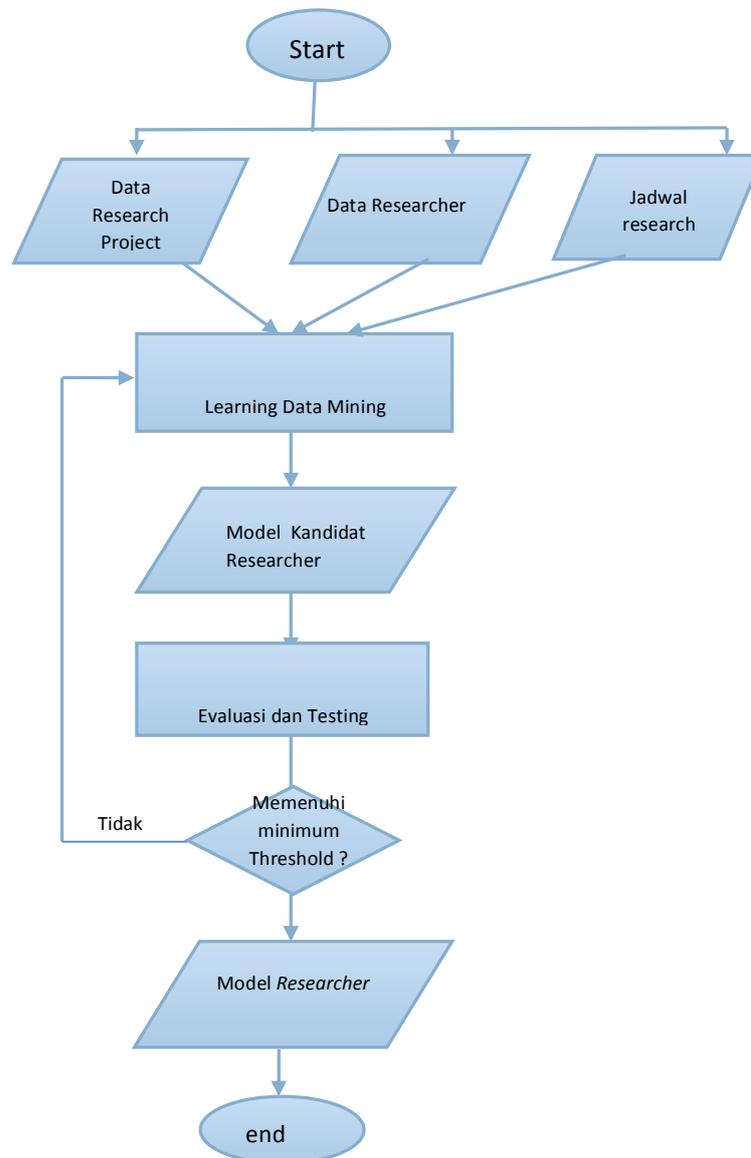


Sesuai dengan gambar 5 *end user interface application SIMPLER* terdiri dari use case:

1. *Inferensia workflow* yang akan bertanggung jawab untuk pengaturan workflow
2. *Manage data* yang bertanggung jawab untuk mengelola data yang diperlukan pada sistem SIMPLER.
3. *Manage user* bertanggung jawab terhadap pengelolaan user dan otoritasnya pada SIMPLER.
4. *View and Monitoring activity* yang bertanggung jawab untuk melihat dan memonitor aktivitas workflow.
5. *Execute activity* yang bertanggung jawab untuk mengeksekusi aktivitas pada workflow.

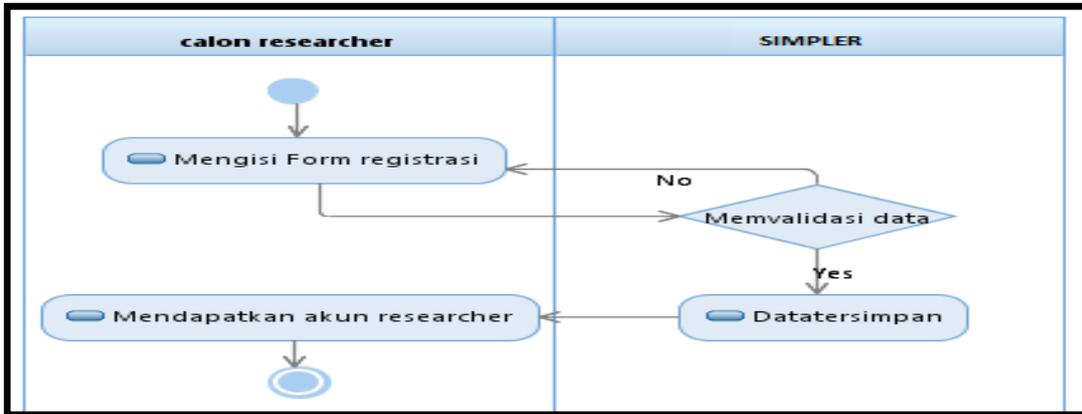
Desain data mining untuk fungsionalitas analisis penentuan *researcher* dilakukan terpisah dan hasil akhir berupa model saja yang disimpan pada SIMPLER untuk diimplementasikan. Desain data mining untuk penentuan *researcher* disajikan pada gambar 6, dimana terdapat beberapa proses dimulai dari:

1. Data proyek riset, data researcher dan data jadwal riset yang sebelumnya sudah mengalami proses preprocessing yaitu stopword, stemming dan tokenisasi data yang dilakukan di luar sistem akan menjadi data training untuk proses data mining
2. Learning data mining adalah proses pengaplikasian data mining yaitu asosiasi dan klasifikasi untuk data training dengan menggunakan algoritma naïve bayes dan apriori, yang akan mengeluarkan output berupa model kandidat researcher.
3. Model yang dihasilkan pada proses 2 akan dievaluasi apakah sudah memenuhi standar minimal atau belum, jika sudah maka akan dipilih untuk digunakan sebagai model researcher. Jika tidak sesuai standar minimal maka proses learning data mining akan diulang dari awal. Output model researcher ini selanjutnya akan digunakan sebagai *rule researcher* pada sistem *workflow*.

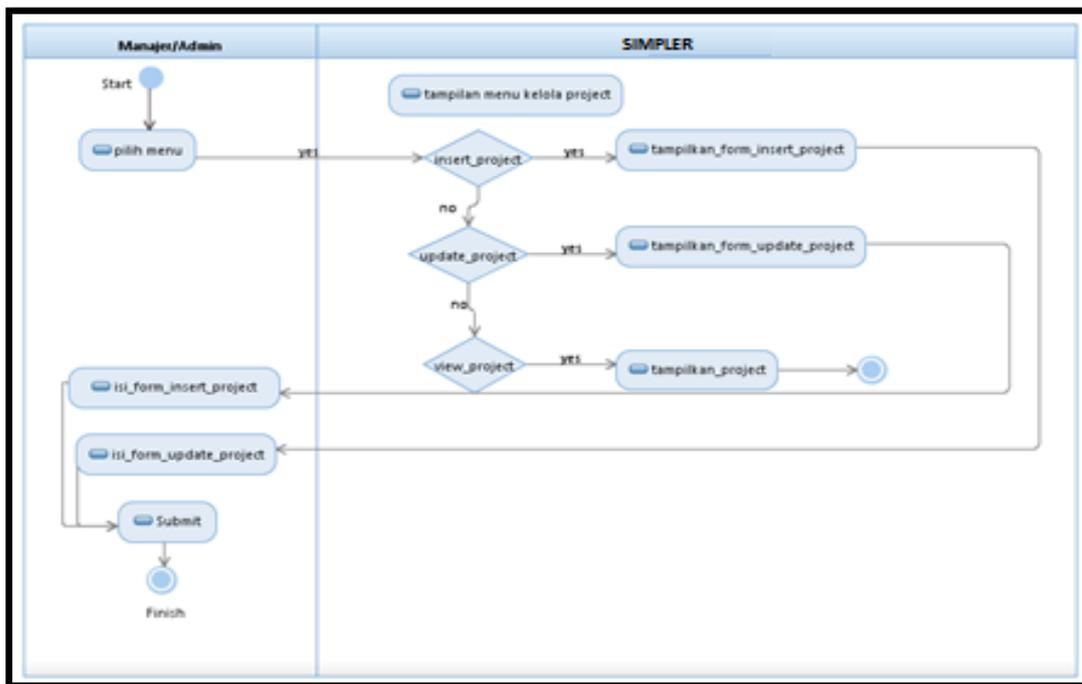


Gambar 6. Gambaran Proses Analisis Penentuan Researcher dengan teknik Data Mining

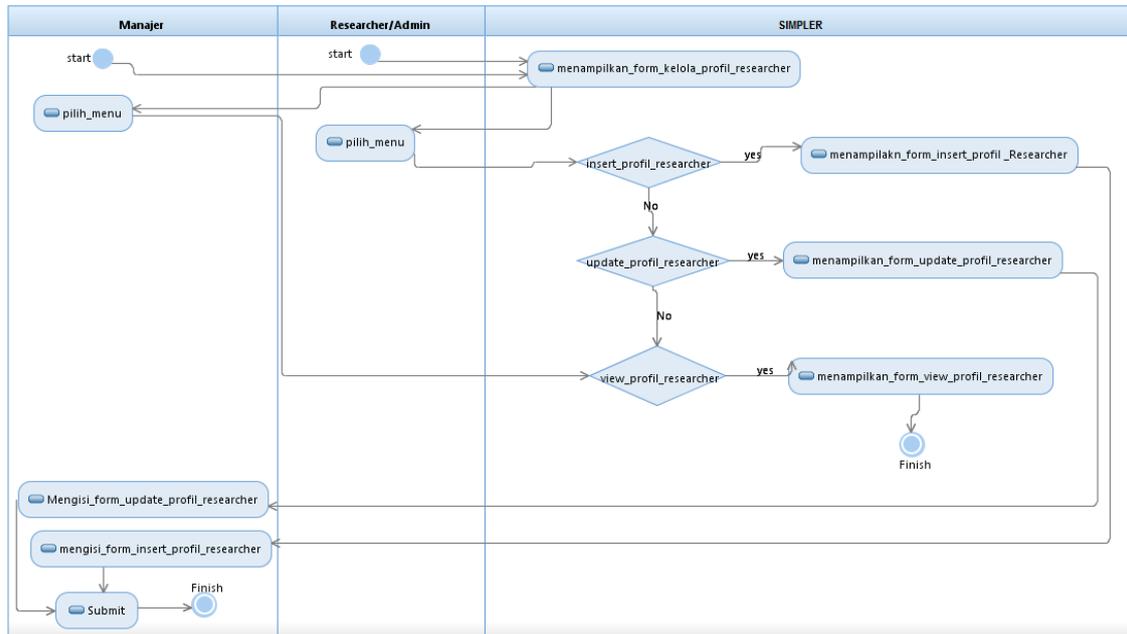
Selanjutnya, beberapa contoh desain SIMPLER berdasarkan proses bisnis dapat dilihat pada gambar 7 memperlihatkan bagaimana data calon researcher akan disimpan dan selanjutnya akan digunakan untuk tahapan analisis data. Selanjutnya, gambar 8 menunjukkan proses bisnis kelola activity project di mana usernya adalah manager/ admin yang akan dapat melihat dan memilih menu pengelolaan project yang disediakan oleh SIMPLER sedangkan gambar 9 memperlihatkan urutan aktivitas yang melibatkan manager, researcher dan SIMPLER dalam pengelolaan activity researcher. Proses bisnis ini memungkinkan user manager untuk melihat, menambahkan dan mengubah data researcher pada SIMPLER.



Gambar 7. Proses Bisnis Pendaftaran akun researcher pada SIMPLER

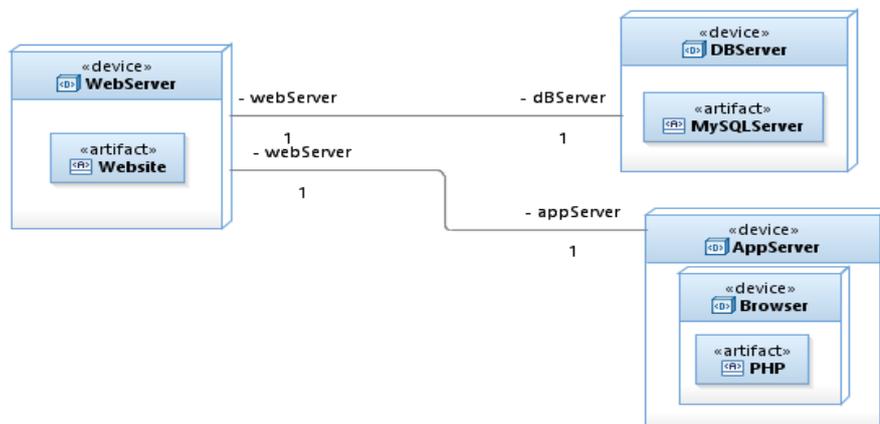


Gambar 8. Proses Bisnis Kelola Activity Project SIMPLER



Gambar 9. Proses Bisnis Kelola Activity Researcher SIMPLER

Secara umum implementasi dari SIMPLER ini digambarkan dengan diagram deployment pada gambar 10 berikut. Dapat terlihat bahwa komponen hardware yang terlibat dalam SIMPLER ini adalah web server, database server dan application server.



Gambar 10. Deployment Diagram SIMPLER

D. Evaluasi dan Analisis

Pada tahapan ini dilakukan pengujian dan analisis terhadap SIMPLER. Pengujian SIMPLER dilakukan untuk mengetahui apakah SIMPLER sudah memenuhi syarat sebagai WfMS seperti yang sudah dijelaskan

pada sub bab 2 bagian A ditambah dengan pengujian untuk mengukur kepuasan SIMPLER sebagai produk sistem informasi. Adapun tahapan dan tujuan pengujian SIMPLER, yaitu:

1. Pengujian untuk menjamin kualitas dan kelengkapan fungsionalitas Rules-Driven Workflow (RDWfS) SIMPLER yang terdiri dari:
 - a. Pengujian kemampuan memodelkan workflow
 - b. Pengujian kemampuan untuk mengkoordinasikan dan mengatur saat workflow dieksekusi
 - c. Pengujian penanganan *exception*
 - d. Pengujian adaptasi terhadap perubahan alur proses.
2. Pengujian kesesuaian fungsionalitas dan aktivitas pada workflow dengan kebutuhan proses bisnis yang ada
3. Pengujian kepuasan dan persepsi *end user* terhadap SIMPLER. Dalam penelitian ini digunakan metode WebQual. Kuesioner disampaikan kepada responden yaitu *end user* SIMPLER pada Research Center XYZ sejumlah 5 orang yang dan pengujian penggunaan SIMPLER secara langsung.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka didapatkan hasil sebuah wfms SIMPLER yang mengadopsi *rules driven workflow* yang dikombinasikan dengan teknik data mining yaitu asosiasi dan klasifikasi untuk sebuah *research center* XYZ. Berdasarkan skenario 1 yang sudah dipaparkan sebelumnya, SIMPLER diuji dengan beberapa tahapan, dan hasilnya adalah sebagai berikut:

A. Evaluasi dan Analisis Rules-Driven Workflow (RDWfS) SIMPLER

Pengujian kemampuan RDWfS SIMPLER dilakukan dengan mengimplementasikan alur kerja proyek riset di Research Center XYZ ke dalam RDWfS SIMPLER. Yang dianalisis adalah hasil aktivitas dan transisi dengan rincian pada tabel 2. Hasil pengujian kemampuan untuk mengeksekusi alur kerja sesuai dengan aktivitas *workflow* yang telah didefinisikan sebelumnya dan kemampuan menangani eksepsi ditunjukkan pada tabel 3, dan hasil pengujian beradaptasi terhadap perubahan proses bisnis pada tabel 4.

Tabel 2 Hasil Pengujian kemampuan RDWfS SIMPLER memodelkan wokflow

No	Alur Kerja	Hasil Eksekusi Pemodelan	Status Acitivity
1	Inisiasi Proyek riset lalu penentuan personel <i>researcher</i> sampai dengan terbitnya proposal riset	Berhasil	Sesuai dengan urutan yang diharapkan
2	Monitoring dan Evaluasi proyek riset sampai dengan terbitnya dokumen laporan riset dan dokumen performansi riset dan researchernya	Berhasil	Sesuai dengan urutan yang diharapkan

No	Alur Kerja	Hasil Eksekusi Pemodelan	Status Acitivity
3	Edit dan Koreksi terhadap proyek riset	Berhasil	Sesuai dengan urutan yang diharapkan

Berdasarkan hasil pada tabel 2 terlihat bahwa RDWfS SIMPLER berhasil memodelkan *workflow* sesuai dengan urutan yang diharapkan dari 3 skenario yang diujikan yaitu inisiasi proyek riset sampai rilis, monitoring dan evaluasi royek riset dan juga edit dan koreksi terhadap proyek riset. Hal ini menunjukkan RDWfS SIMPLER telah memenuhi kriteria pertama sebuah sistem *workflow*.

Tabel 3 Hasil Pengujian kemampuan RDWfS SIMPLER Menangani Exception

No	Skenario Alur Kerja	Hasil Eksekusi dan Recovery
1	Proses Inisiasi Proyek riset lalu penentuan personel <i>researcher</i> terhenti di tengah jalan sebelum proses akhir terbitnya proposal riset selesai dijalankan	Berhasil
2	Monitoring dan Evaluasi proyek riset terhenti di tengah jalan sebelum proses akhir sampai dengan terbitnya dokumen laporan riset dan dokumen performansi riset dan researchernya sebelum proses selesai dijalankan	Berhasil
3	Edit dan Koreksi terhadap proyek riset terhenti di tengah jalan sebelum proses selesai dijalankan	Berhasil

Berdasarkan hasil pada tabel 3 terlihat bahwa RDWfS SIMPLER mampu menanggapi *exception* berdasarkan tiga skenario, di mana masing-masing skenario mengindikasikan proses atau aktivitas berhenti di tengah jalan. Hasilnya didapatkan bahwa RDWfS SIMPLER mampu mengidentifikasi eksekusi yang terhenti di tengah jalan tersebut dan berhasil untuk melakukan recovery sesuai dengan dengan urutan yang diharapkan. Hal ini menunjukkan RDWfS SIMPLER telah memenuhi kriteria kedua dari sebuah sistem *workflow*.

Tabel 4 Hasil Pengujian kemampuan Adaptasi RDWfS SIMPLER Terhadap Perubahan Alur Kerja

No	Skenario Awal Alur Kerja	Skenario Perubahan Alur Kerja	Hasil Eksekusi
1	Aktivitas 1--> Aktivitas 2--> Aktivitas 3--> Aktivitas 4 --> Aktivitas 5 --> Aktivitas 6--> Aktivitas 7	Aktivitas 1--> Aktivitas 2--> Aktivitas 3--> Aktivitas 4 --> Aktivitas 5 --> Aktivitas 6--> Aktivitas 7	Berhasil

No	Skenario Awal Alur Kerja	Skenario Perubahan Alur Kerja	Hasil Eksekusi
2	Aktivitas 1--> Aktivitas 2--> Aktivitas 7--> Aktivitas 6 --> Aktivitas 4 --> Aktivitas 3--> Aktivitas 5	Aktivitas 1--> Aktivitas 2--> Aktivitas 3--> Aktivitas 4 --> Aktivitas 5 --> Aktivitas 6--> Aktivitas 7	Berhasil
3	Aktivitas 8--> Aktivitas 9--> Aktivitas 10--> Aktivitas 11 --> Aktivitas 12 --> Aktivitas 13--> Aktivitas 14--> Aktivitas 15	Aktivitas 8--> Aktivitas 9--> Aktivitas 13--> Aktivitas 14 --> Aktivitas 15 --> Aktivitas 10--> Aktivitas 11--> Aktivitas 12	Berhasil

Tabel 4 menunjukkan bahwa RDWfS SIMPLER mampu beradaptasi terhadap perubahan proses bisnis yang diwakili oleh perubahan urutan aktivitas dengan dicobakan pada tiga skenario alur kerja. Perubahan urutan aktivitas ini dapat diatur pada RDWfS SIMPLER dan hasilnya dapat berjalan dengan baik seperti pada skenario 2, awalnya aktivitas dimulai dengan urutan 1-2-7-6-4-3-5, kemudian diasumsikan ada perubahan proses bisnis yang diwakili oleh aktivitas 1-2-3-4-5-6-7, dan hasil eksekusi menunjukkan bahwa perubahan urutan aktivitas tersebut tetap dapat dijalankan tanpa melakukan perubahan pada kode program pada aplikasi SIMPLER. Hal ini menunjukkan RDWfS SIMPLER telah memenuhi kriteria ketiga dari sebuah sistem *workflow*.

Secara keseluruhan dari hasil pengujian berdasarkan tabel 2 sampai dengan tabel 4 menunjukkan bahwa RDWfS SIMPLER dapat dikatakan sebagai sebuah WfMS karena telah memiliki kemampuan yang menjadi kriteria dasar sebuah WfMS dan dapat menangani perubahan alur kerja tanpa memerlukan pengkodean ulang pada aplikasi yang sudah ada.

B. Pengujian kesesuaian fungsionalitas dan aktivitas pada workflow dengan kebutuhan proses bisnis yang ada

Untuk mencapai kesesuaian fungsionalitas dan aktivitas pada workflow dengan kebutuhan proses bisnis yang ada, maka dapat ditampilkan dengan matrik yang menunjukkan kebutuhan proses bisnis yang ada dengan fungsionalitas yang sudah disediakan oleh RDWfS SIMPLER seperti pada tabel 5 yang dapat disimpulkan bahwa RDWfS SIMPLER ini telah memenuhi fungsionalitas yang dibutuhkan oleh Research Center XYZ dan masih memungkinkan untuk beradaptasi terhadap perubahan proses yang terjadi pada Research Center XYZ di masa yang akan datang.

Tabel 5 Matriks Pemetaan Kesesuaian Fungsional FRDWfS SIMPLER dengan Kebutuhan Proses Bisnis

Fungsional Sistem Kebutuhan Bisnis	Manage Data	Manage User	View and Monitoring Activity	Execute Activity	Inferensia Workflow
1. Registrasi di dalam SIMPLER	x	x			x
2. LogIn dan Logout	x	x			x
3. Create, Update, Read, Delete <i>project research</i> yang sedang dikerjakan	x		x	x	x
4. Create, Update, Read, Delete semua researcher (termasuk CV, sertifikasi, dan track record researcher).	x		x	x	x
5. Create, Update, Read, Delete jadwal <i>project research</i>	x		x	x	x
6. Create, Update, Read, Delete <i>job research</i>	x		x	x	x
7. Create, Update, Read, Delete jadwal <i>job research</i> harian	x		x	x	x
8. Create, Update, Read, Delete <i>progress</i>	x		x	x	x
9. Create, Update, Read, Delete wbs <i>project research</i>	x		x	x	x
10. Analisis penentuan <i>researcher</i>			x		x
11. <i>Report project research</i>			x	x	x
12. <i>Report performansi researcher</i>			x	x	x
13. Monitoring dan Search <i>project researcher</i> tertentu			x	x	

Fungsional Sistem Kebutuhan Bisnis	Manage Data	Manage User	View and Monitoring Activity	Execute Activity	Inferensia Workflow
14. Monitoring dan Search <i>job researcher</i> tertentu			x	x	
15. Monitoring dan Search <i>project research</i> semua <i>researcher</i>			x	x	
16. Monitoring dan Search <i>project researcher</i> tertentu			x	x	
17. Monitoring dan Search profil <i>researcher</i> tertentu			x	x	

C. Pengujian Modul Data Mining untuk RDWfS SIMPLER

Modul data mining yang digunakan pada RDWfS SIMPLER ini menggunakan dua teknik yaitu analisis asosiasi dan klasifikasi yang ditanam pada use case Manage Rule and Policy. Analisis asosiasi dievaluasi dengan menggunakan parameter minimum support dan confidence, sedangkan evaluasi klasifikasi dilakukan dengan menggunakan 10-fold cross validation untuk mendapatkan nilai akurasi.

Dari hasil pengujian minimum support dan minimum confidence yang terbaik untuk analisis asosiasi researcher yang tepat pada sebuah proyek di Research Center XYZ adalah minsup = 0.2 dan minconf = 0.6. Sedangkan akurasi klasifikasi terbaik yang didapatkan adalah sebesar 85%. Hal ini menunjukkan bahwa rule yang dihasilkan oleh teknik data mining asosiasi dan klasifikasi sudah cukup baik dalam menunjang analisis data *researcher* pada RDWfS SIMPLER.

D. Pengujian kepuasan dan persepsi *end user* terhadap SIMPLER

Pengujian kepuasan dan persepsi *end user* terhadap SIMPLER dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada sejumlah 5 orang *end user* SIMPLER. Dari semua atribut yang diteliti, responden menyatakan penilaian puas pada keseluruhan variabel. Rincian tingkat kepuasan pada keempat dimensi yang ada ditunjukkan pada tabel 6 – tabel 9.

Tabel 6 Tingkat Kepuasan RDWfS SIMPLER Berdasarkan Dimensi Usability

No	Atribut Dimensi Usability	Mean Kepuasan
1.	Kemudahan aplikasi untuk dipelajari	3.75
2.	Kemudahan untuk dioperasikan	4.25

3.	Kemudahan untuk navigasi	4.25
4.	Loading aplikasi yang cepat	3.75

Pada dimensi *Information Quality*, mayoritas responden menyatakan penilaian puas pada 3 variabel dan penilaian sangat puas pada 1 variabel. Hasil analisis tingkat kepuasan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7 Tingkat Kepuasan RDWfS SIMPLER pada Dimensi Information Quality

No	Atribut Information Quality	Mean Kepuasan
1.	Menyediakan informasi yang akurat	4.25
2.	Menyediakan informasi secara cepat (realtime)	4
3.	Menyediakan informasi yang mudah dimengerti	3,75
4.	Menyediakan informasi dengan format yang tepat	4,75

Pada dimensi *Interaction Quality*, mayoritas responden menyatakan penilaian puas pada 2 variabel, dan penilaian cukup puas pada 1 variabel. Hasil analisis ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8 Tingkat Kepuasan RDWfS SIMPLER pada Dimensi Interaction Quality

No	Atribut Interaction Quality	Mean Kepuasan
1.	Merasakan kenyamanan dengan aplikasi	4
2.	Rancangan aplikasi yang menarik	4
3	Keinteraktifan fitur yang membantu mencapai tujuan	4.25

Pada dimensi kepuasan secara keseluruhan atau *overall impression*, mayoritas responden menyatakan puas, dengan nilai median 4. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9 Tingkat Kepuasan RDWfS SIMPLER pada Dimensi Overall Impression

No	Atribut Dimensi Overall Impression	Mean Kepuasan
1.	Kepuasan secara menyeluruh terhadap aplikasi	4

Jika dirata-ratakan maka kepuasan terhadap RDWfS SIMPLER adalah sebesar: 4.1 dari 5 atau sebesar 81.81%. Hasil ini dapat dikatakan end user merasa puas dengan RDWfS SIMPLER.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. RDWfS SIMPLER dapat dikategorikan sebagai sebuah WfMS karena berdasarkan pengujian sudah memenuhi kriteria minimum sebuah WfMS yaitu dapat memodelkan workflow, dapat

- mengkoordinasikan dan mengatur saat workflow dieksekusi mengatur aktivitas, dan mampu menangani *exception* pada saat eksekusi aktivitas .
2. RDWfS SIMPLER terbukti mampu beradaptasi terhadap perubahan alur proses bisnis yang mungkin terjadi pada research center XYZ sehingga pengelolaan sistem informasi ini dapat lebih mudah untuk dilakukan karena tidak harus merubah dan mengkodekan ulang aplikasi.
 3. Data Mining dapat diintegrasikan dengan rules driven workflow untuk menghasilkan *rule* dan *knowledge* yang dapat menunjang proses bisnis sebuah *research center*
 4. *End user* dari RDWfS SIMPLER merasa puas dengan prosentase sebesar 81.81% dengan pengukuran berdasarkan WebQual.
 5. Implementasi data mining yaitu *task* asosiasi untuk kasus ini optimal pada saat nilai *minimum support* sebesar 0.2 dan *minimum confidence* sebesar 0.6 dan akurasi dari klasifikasi Naïve Bayes yang dihasilkan untuk modul analisis *researcher* adalah sebesar 85%.

REFERENSI

- Barnes, S., & Vidgen, R. (2000). WebQual: an exploration of website quality. *ECIS 2000 Proceedings*, 74.
- Calvo, R. A. Workflow Management Systems [Powerpoint slides]. Retrieved from <http://mark.aufflick.com/files/view/talks/5.1-workflows.ppt>
- Caverlee, J., Bae, J., Wu, Q., Liu, L., Pu, C., & Rouse, W. B. (2007). Workflow management for enterprise transformation. *Information Knowledge Systems Management*, 6(1, 2), 61-80 %@ 1389-1995.
- Deelman, E., Vahi, K., Juve, G., Rynge, M., Callaghan, S., Maechling, P. J., . . . Wenger, K. (2015). Pegasus, a workflow management system for science automation. *Future Generation Computer Systems*, 46, 17-35. doi:10.1016/j.future.2014.10.008
- Fernandez, H., Tedeschi, C., & Priol, T. (2016). A Chemistry-Inspired Workflow Management System for Decentralizing Workflow Execution. *IEEE Transactions on Services Computing*, 9(2), 213-226. doi:10.1109/tsc.2013.27
- Gruber, H., & Huemer, C. (2009). Profitability Analysis of Workflow Management Systems. 233-238. doi:10.1109/cec.2009.34
- Hollingsworth, D., & Hampshire, U. K. (1995). Workflow management coalition: The workflow reference model. *Document Number TC00-1003*, 19.
- Jiawei, H., Micheline, K., & Jian, P. (2011). *Data Mining: Concepts and Techniques*: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Mariette, J., Escudie, F., Bardou, P., Nabihoudine, I., Noirot, C., Trotard, M. S., . . . Klopp, C. (2016). Jflow: a workflow management system for web applications. *Bioinformatics*, 32(3), 456-458. doi:10.1093/bioinformatics/btv589
- Mark, H., Eibe, F., Geoffrey, H., Bernhard, P., Peter, R., & Ian, H. W. (2009). The WEKA data mining software: an update. *SIGKDD Explor. Newsl.* %@ 1931-0145, 11(1), 10-18. doi:10.1145/1656274.1656278
- Marozzo, F., Talia, D., & Trunfio, P. (2016). A Workflow Management System for Scalable Data Mining on Clouds. *IEEE Transactions on Services Computing*, 1-1. doi:10.1109/tsc.2016.2589243
- Mosweu, O., Bwalya, K., & Mutshewa, A. (2016). Examining factors affecting the adoption and usage of document workflow management system (DWMS) using the UTAUT model. *Records Management Journal*, 26(1), 38-67. doi:10.1108/rmj-03-2015-0012
- Places, Á. S., Fariña, A., Luaces, M. R., Pedreira, Ó., & Seco, D. (2014). A workflow management system to feed digital libraries: proposal and case study. *Multimedia Tools and Applications*, 75(7), 3843-3877. doi:10.1007/s11042-014-2155-3
- Riel, M. (2010-2017, (Last revision Jan, 2017). Understanding Action Research. (Last revision Jan, 2017). (Last revision. Retrieved from <http://cadres.pepperdine.edu/ccar/define.html>
- Willis, J. (2005). Developing Rules Driven Workflows in Windows Workflow Foundation [Powerpoint slides]. Retrieved from http://www.blog.blanar.net/files/COM318_Willis.ppt
- . *Workflow handbook 1997*. (1997): John Wiley & Sons, Inc.

