

# Pendekatan *Agile Scrum* pada Pengembangan Aplikasi Analitik Akademik dan Kemahasiswaan

Faisal Rahutomo<sup>1</sup>, Sutrisno<sup>2</sup>, Meiyanto Eko Sulisty<sup>3</sup>, Bambang Harjito<sup>4</sup>, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,5</sup>Teknik Elektro, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

<sup>4</sup>Informatika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

Email: *faisal\_r@staff.uns.ac.id*<sup>1</sup>, *sutrisno@staff.uns.ac.id*<sup>2</sup>, *mekosulistyo@staff.uns.ac.id*<sup>3</sup>, *bambangharjito@staff.uns.ac.id*<sup>4</sup>, *jtetukoss@staff.uns.ac.id*<sup>5</sup>

**Abstrack** - To make the right decisions and policies, university management often requires data. The problem that often arises is scattered data in various existing applications. To get the right point of view, it requires data analysts who master the situation broadly, including the business processes that occur in the organization and the various applications that run in it. People who can handle the problem are very limited or even non-existent, even though the need for data from management is increasingly. It can overcome these problems by building a data analytics system that works in a data warehouse. So that this paper proposes to study the design and implementation of academic and student data analytics applications. Utilization of existing data warehouses can be used as data visualization, data reporting, trend analytics, association analytics, group analytics, decision support systems, forecasting systems, and expert systems. The existing approach uses the Agile Scrum framework to get around time constraints and limited people. The test results show that this application can be built with this framework. A sizable application can be built within 1 month with 1 scrum master, 4 programmers and 2 tester-documentator.

**Keywords** – agile scrum, analytic application, academic data.

**Intisari** - Dengan tujuan untuk mengambil keputusan dan kebijakan yang tepat, manajemen perguruan tinggi seringkali memerlukan data. Permasalahan yang seringkali muncul adalah keberadaan data yang tersebar di berbagai aplikasi yang ada. Untuk mendapatkan sudut pandang yang tepat diperlukan analisis data yang menguasai keadaan secara luas, meliputi proses bisnis yang terjadi di organisasi berikut berbagai aplikasi yang berjalan di dalamnya. Orang yang mampu menangani masalah itu sangat terbatas atau bahkan tidak ada, padahal kebutuhan data dari manajemen semakin sering terjadi. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan membangun sebuah sistem analitik data yang bekerja pada gudang data (*data warehouse*). Sehingga di dalam penelitian ini, diusulkan adanya studi desain dan implementasi aplikasi analitik data akademik dan kemahasiswaan. Pemanfaatan gudang data yang ada dapat berupa visualisasi data, pelaporan data, analitik tren, analitik asosiasi, analitik kelompok, sistem pendukung keputusan, sistem peramalan, dan sistem pakar. Pendekatan yang ada menggunakan kerangka kerja *Agile Scrum* untuk menyiasati sempitnya waktu dan terbatasnya orang. Hasil pengujian menunjukkan aplikasi ini dapat dibangun dengan kerangka kerja tersebut. Aplikasi yang cukup besar dapat dibangun dalam waktu 1 bulan dengan 1 *scrum master*, 4 *programmer* dan 2 *tester-documentator*.

**Kata Kunci** – *agile scrum*, aplikasi analitik, data akademik.

## I. PENDAHULUAN

Sistem informasi akademik yang ada di sebuah universitas anonim terdiri atas beberapa aplikasi yang dikembangkan pada waktu terpisah. Gambar 1 menunjukkan sistem informasinya berawal dari proses penerimaan mahasiswa baru, registrasi mahasiswa, proses pendidikan, pembelajaran online, penjadwalan, hingga pelaporan akademik. Aplikasi-aplikasi yang dibangun memiliki sistem manajemen basis data yang terpisah. Selain tahapan proses yang

berbeda, unit penanggung jawab pada proses-proses tersebut juga berbeda. Unit yang terlibat di dalamnya adalah: UPT Sistem Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB), Biro Akademik dan Kemahasiswaan (Biro Akma), Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan (LPPMP), Bagian Akademik Fakultas, dan semua Program Studi yang ada.

Sebagaimana layaknya lembaga pemerintah lainnya, perguruan tinggi selalu diminta laporan kinerjanya. Baik itu instansi vertikal langsung (Kemdikbudristek) atau instansi lainnya semacam Kementerian Keuangan, Badan Akreditasi Nasional Pendidikan Tinggi (BAN-PT), atau LAM-PT. Harapan manajemen untuk memberi laporan yang maksimal, termasuk upaya pengembangan berkelanjutan dari perguruan tinggi yang dikelola menjadi urgen. Umpan balik kepada manajemen berbasis data menjadi hal yang sangat penting. Sistem pendukung keputusan berbasis data yang kuat diyakini memiliki pengaruh bagi berkembangnya organisasi dan juga bisnis tidak terkecuali lembaga pendidikan [1][2].

Untuk itu di dalam penelitian ini ditelaah pengembangan dan pemanfaatan gudang data untuk pendukung keputusan manajemen perguruan tinggi. Penelitian yang telah dilakukan tim peneliti menunjukkan kemungkinan ini baik dari pengembangan gudang datanya [2] maupun pada pemanfaatannya untuk aplikasi manajemen [1]. Pada skema penelitian ini fokusnya ada pada pengembangan aplikasi manajemen untuk data akademik dan kemahasiswaan. Langkah pertama adalah mempelajari kebutuhan-kebutuhan manajemen yang ada dan dipasangkan dengan skema aplikasi analitik data yang memungkinkan. Skema aplikasi yang ada antara lain visualisasi, pelaporan, analitik pengelompokan, analitik pengenalan pola, sistem pendukung keputusan, analitik asosiasi, dll. Setiap skema aplikasi yang mungkin untuk dibangun, direalisasikan dengan teknik dan teknologi yang berkesesuaian. Untuk itu diteliti teknologi yang tersedia untuk diujikan diimplementasikan ke dalam kebutuhan yang ada. Penelitian terkait kehandalan sistem dipelajari lebih lanjut untuk memastikan sistem dapat sungguh-sungguh dimanfaatkan oleh perguruan tinggi.

## II. SIGNIFIKANSI STUDI

Pada bab ini dijelaskan pendekatan yang dilakukan pada pengembangan aplikasi analitik data akademik dan kemahasiswaan. Hal menarik yang dibahas pada bagian ini adalah, bagaimana sebuah aplikasi analitik dapat dibangun secara cepat. Pendekatan *Agile Scrum* sudah dikenal tangguh dimanfaatkan pada pengembangan aplikasi yang cepat [3]. Tetapi lingkungan kerja aplikasi analitik, yang memanfaatkan algoritma-algoritma yang kompleks dengan berbagai variasi metoda yang ada, cukup menantang di dalam lingkungan daur hidup *Agile* [4]–[8]. Umumnya, berbagai metoda yang ada masih terus dikaji dan ditelaah kinerjanya pada berbagai kasus yang tersedia. Metoda tersebut dapat dikategorikan ke dalam dunia kecerdasan buatan [9][10], terkadang masuk ke pembelajaran mesin [11]. Padahal satu pendekatan algoritma yang ada seringkali spesifik digunakan pada suatu kasus tertentu.

### A. Studi Literatur

#### 1. Agile Scrum

*Agile* Manifesto berisi empat nilai penting dalam pengembangan perangkat lunak. Pertama, mengedepankan individu dan interaksi dibandingkan proses dan *tools*. Kedua, mengedepankan software yang berfungsi dibandingkan dokumentasi yang lengkap. Ketiga, mengedepankan kerjasama dengan konsumen dibandingkan negosiasi kontrak. Keempat, mengedepankan tanggap perubahan dibanding mengikuti rencana secara kaku [3].

Sedangkan *scrum* merupakan salah satu pendekatan *agile* yang iteratif. *Scrum* adalah metode *agile* yang berfokus pada pengembangan perangkat lunak kompleks. Pada *scrum*, pekerjaan dibagi menjadi beberapa proses kecil yang disebut dengan *sprints*. Satu *sprint* berfokus menyelesaikan satu fitur tertentu. Agar *scrum* berjalan dengan lancar, setiap anggota tim diberikan peran khusus.

Pertama *product owner*. Ia bertugas memaksimalkan nilai *software* yang dikembangkan. Ia juga memastikan bahwa list fitur produk telah disusun dengan baik. Kedua adalah *scrum master*. Ia bertugas memfasilitasi dan memastikan bahwa tim paham dengan proses *scrum*. Ia juga berkoordinasi dengan *product owner* agar bisa memaksimalkan hasil produk. Ketiga adalah *development team*. Sekumpulan orang yang memiliki skill tertentu untuk menjalankan proyek. Misalnya, *programmer*, *designer*, *tester*, dan sebagainya. Gambar 1 menunjukkan kerangka kerja iteratif tersebut dengan melibatkan tiap personal secara spesifik.



Gambar 1. Kerangka kerja *Scrum* [3]

## 2. *Analitik Data*

Analitik data mengubah data mentah menjadi pengetahuan yang dapat ditindaklanjuti. Ia data mencakup berbagai alat, teknologi, dan proses yang digunakan untuk menemukan tren dan memecahkan masalah dengan memanfaatkan data yang ada. Analitik data dapat membentuk proses bisnis, meningkatkan kualitas pengambilan keputusan, dan mendorong pertumbuhan organisasi. Analitik data membantu sebuah organisasi mendapatkan lebih banyak visibilitas dan pemahaman secara mendalam pada proses serta layanan organisasi tersebut. Organisasi dapat menciptakan pengalaman pelanggan yang personal, membangun produk digital diri, mengoptimalkan operasi, dan meningkatkan produktivitas [12][13].

Analitik data merupakan proses pencarian pola, tren, dan hubungan dalam set data yang ada. Analitik kompleks ini memerlukan alat dan teknologi tersendiri, kemampuan komputasi, dan penyimpanan data yang memadai. Terdapat beberapa langkah berikut untuk menganalisis data dalam jumlah besar. Pengumpulan data, penyimpanan data, pemrosesan data, pembersihan data, baru analisis data [14].

Pengumpulan data mencakup identifikasi sumber data dan pengumpulan data dari sumber tersebut. Pengumpulan itu mengikuti proses *ETL* atau *ELT*. *ETL* singkatan dari *Extract Transform Load* (Ekstraksi, Ubah, Muat) sedangkan. Pada proses *ETL*, data dari sumber disesuaikan menjadi format standar lalu dimuat ke dalam penyimpanan. Sedangkan *ELT* singkatan *Extract Load Transform* (Ekstraksi, Muat, Ubah). Di *ELT*, data dimuat dulu ke dalam penyimpanan baru diubah ke dalam format yang dibutuhkan [15].

Penyimpanan data ditempatkan pada skema gudang data (*data warehouse*) yang berbeda dari skema relasional. Struktur dan skema gudang data ditentukan sebelumnya untuk

mengoptimalkan pencarian dan pelaporan yang cepat. Data dibersihkan, diperkaya, dan disesuaikan sehingga berfungsi sebagai sumber yang dapat dipercaya [15].

Pemrosesan data dapat dilakukan bila data sudah ada. Data harus dikonversikan dan diatur untuk mendapatkan hasil yang akurat dengan menggunakan *query* analitik. Pemrosesan dapat dilakukan terpusat, terjadi di server khusus yang menyimpan semua data. Pemrosesan dapat pula secara terdistribusi dan disimpan di server yang berbeda. Dari waktunya, pemrosesan dapat berupa batch atau waktu nyata.

Pembersihan data termasuk membersihkan setiap kesalahan seperti duplikasi, inkonsistensi, redundansi, atau format yang keliru. Pembersihan data juga memfilter data yang tidak diinginkan [16].

Analisis data merupakan proses data mentah dikonversikan menjadi pengetahuan yang dapat ditindaklanjuti. Terdapat beberapa proses analitik. Analitik deskriptif untuk mengetahui peristiwa yang telah atau sedang terjadi di lingkungan data. Analitik ini dicirikan dengan visualisasi data seperti diagram lingkaran, diagram batang, diagram garis, tabel, atau narasi yang dihasilkan. Analitik diagnostik merupakan pemeriksaan data yang mendalam atau terperinci untuk memahami alasan terjadinya sesuatu. Analitik ini dicirikan dengan teknik seperti penelusuran, penemuan data, penambahan data, dan korelasi. Di setiap teknik ini, beberapa operasi dan transformasi data digunakan. Analitik prediktif menggunakan data historis untuk membuat prakiraan tren masa depan. Analitik ini dicirikan dengan teknik seperti pembelajaran mesin, peramalan, pencocokan pola, dan pemodelan prediktif. Sedangkan analitik preskriptif membawa data prediktif ke level berikutnya menyarankan respons optimal untuk hasil tersebut [12].

## B. Bahan

Masukan dari sistem yang dibangun ini terdiri atas beberapa sistem informasi akademik yang berjalan di perguruan tinggi. Sistem yang dimaksud adalah sistem penerimaan mahasiswa baru, sistem registrasi, sistem pencatatan akademik, sistem pembangkit jadwal perkuliahan, sistem pencatatan prestasi mahasiswa, sistem manajemen pembelajaran, sistem wisuda. Sistem manajemen basis data dari masing-masing sistem informasi transaksional tersebut digudangkan ke dalam 3 warehouse, yang dibahas di Bagian II.C.3. Langkah-langkah metodologi pengembangan aplikasinya dipaparkan di Bagian II.C.

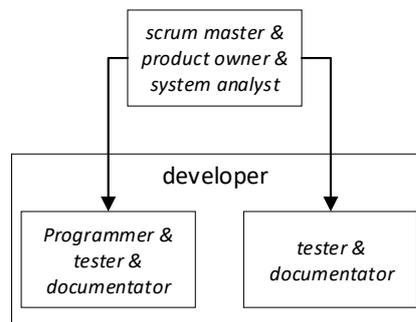
## C. Metode Penelitian

Bagian ini memaparkan pengalaman yang dijalani di dalam pengembangan aplikasi analitik data akademik dan kemahasiswaan. Aspek yang dipaparkan di dalamnya menyangkut penerapan kerangka kerja *agile scrum* di dalam pengembangan aplikasi analitik data berupa struktur pengembang, analisa kebutuhan, struktur gudang data. Termasuk di dalamnya membahas implementasi cepat dengan memanfaatkan modul-modul program yang tersedia, baik gratis maupun berbayar. Hingga terbangun sebuah aplikasi sistem bisnis cerdas yang memiliki kemampuan analitik baik deskriptif, diagnostik, prediktif, maupun preskriptif dengan kekhususan fungsinya masing-masing.

### 1. Struktur Pengembang

Gambar 2 menunjukkan struktur pengembang ditata sesuai dengan kerangka kerja *agile scrum* yang disederhanakan. Seorang Doktor di bidang *computer science and electrical engineering* bertindak sebagai *scrum master*. Ia mengarahkan 6 orang tim pengembang yang terdiri atas 4 orang programmer profesional dan 2 orang mahasiswa sarjana tingkat akhir. Selain bertugas untuk menyusun kode program analitik, 2 dari 4 programmer bertugas menyusun kode program *ETL*. Mahasiswa tingkat akhir yang terlibat selain bertugas melengkapi wawasan sains tim, juga bertugas sebagai pengujian program dan dokumentasi ringan. Sebagaimana manifesto *scrum*, dokumentasi yang dibuat tidak sedetail sebagaimana pendekatan klasik, tetapi minimal

yang diperlukan untuk pelaporan penelitian dan hak cipta. Yang unik dari tim ini, *scrum master* juga merangkap sebagai *product owner* karena sifat pengembangan aplikasinya adalah aplikasi penelitian terapan.



Gambar 2. Struktur pengembang

## 2. Analisa Kebutuhan

Di dalam paradigma iteratif yang dianut *agile*, analisa kebutuhan pada pengembangan aplikasi analitik ini menjadi menarik. Di satu sisi gencarnya pemberitaan tentang *big data* dan kemampuan supernya membuat banyak orang umum tertarik dan bertanya-tanya. Tetapi sebenarnya juga sulit untuk digali sebenarnya apa yang sesungguhnya diperlukan. Terkadang perkiraan tentang data analitik ataupun hingga ke *big data* ternyata sebenarnya kebutuhannya cukup dapat ditangani teknik yang lebih sederhana, atau dengan database relasional biasa. Untuk itu iteratif pertama ini memilih pendekatan eksploratif dan demonstratif ke calon pengguna atau calon *product owner* pada iteratif selanjutnya. Dengan demikian ditargetkan terbangun sebuah aplikasi sistem bisnis cerdas yang memiliki kemampuan analitik baik deskriptif, diagnostik, prediktif, maupun preskriptif dengan kekhususan fungsinya masing-masing.

Atas dasar itulah dikembangkan kebutuhan aplikasi yang memiliki kemampuan visualisasi data, pelaporan (*cube slicing data warehouse*), analitik tren, asosiasi, kelompok, pendukung keputusan, peramalan, dan sistem pakar. Keputusan eksploratif dan demonstratif dengan skema *agile* pada iterasi pertama ini akan mempengaruhi langkah selanjutnya terkait pemilihan metoda sains pada tiap fitur programnya. Produk *backlog* ini yang dijadikan dasar pengembangan selanjutnya.

## 3. Warehouse

Pada Bagian II.B telah dibahas tentang gudang data di dalam sistem analitik data. Demikian pula pada aplikasi yang dibangun ini, menyiapkan lapis data di bawahnya berupa 3 buah struktur bintang gudang data. Sumber data mentah gudang data ini adalah 3 basis data transaksional: *smb*, registrasi, dan *siakad*. Sedangkan gudang data yang dibangun adalah gudang data mahasiswa, *program\_studi*, dan fakultas.

Gudang data mahasiswa memiliki dimensi sebagai berikut: NIM, tahun, semester, gender, saintek/ soshum, prodi, fakultas, angkatan, IPS (IP semester), IPK (IP kumulatif), usia, masa studi, jalur masuk, besaran UKT, besaran SPI, prestasi nasional, prestasi internasional, asal SMA, jumlah keluarga, pekerjaan ortu, status ortu, penghasilan ortu, pendidikan ortu, asal kota/kab, asal provinsi, bidik misi/ tidak, presensi (jumlah MK, jumlah presensi), penyakit, masa tunggu kerja, MBKM outbound SE (mk, sks), MBKM outbound non SE (mk, sks), dan gol. Darah.

Sedangkan gudang data prodi memiliki dimensi: tahun, semester, kode\_prodi, kode\_fakultas, peminat SBMPTN, diterima SBMPTN, peminat SNMPTN, diterima SNMPTN, peminat SM, diterima SM, jumlah mahasiswa, akreditasi nasional, akreditasi internasional, jumlah prestasi mahasiswa nasional, jumlah prestasi mahasiswa internasional, jumlah dosen PNS, jumlah dosen non PNS, jumlah dosen DLB, jenjang, rata-rata masa studi, rata-rata IPK,

jumlah lab, jumlah ruang kuliah, jumlah tendik, jumlah guru besar, jumlah LK, jumlah L, jumlah AA, jumlah TP, jumlah S3, jumlah S2, jumlah Profesi, Kepuasan dosen rata-rata.

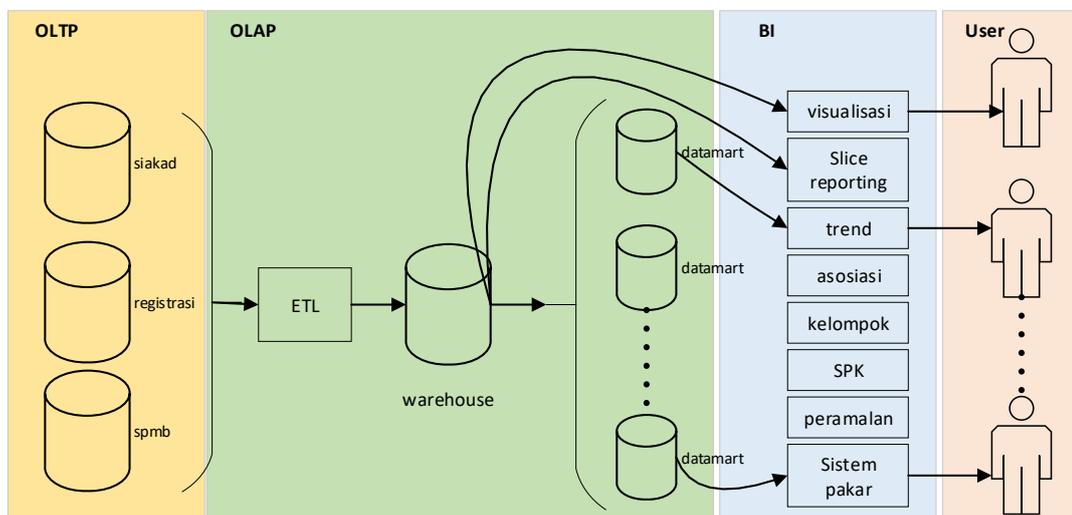
Gudang data Fakultas memiliki dimensi: tahun, semester, kode\_fakultas, peminat SBMPTN, diterima SBMPTN, peminat SNMPTN, diterima SNMPTN, peminat SM, diterima SM, jumlah mahasiswa, akreditasi nasional, akreditasi internasional, jumlah prestasi mahasiswa nasional, jumlah prestasi mahasiswa internasional, jumlah dosen PNS, jumlah dosen non PNS, jumlah dosen DLB, jenjang, rata-rata masa studi, rata-rata IPK, jumlah lab, jumlah ruang kuliah, jumlah tendik, jumlah guru besar, jumlah LK, jumlah L, jumlah AA, jumlah TP, jumlah S3, jumlah S2, jumlah Profesi, Kepuasan dosen rata-rata.

#### 4. Modul Program

Aplikasi yang dikembangkan diputuskan berbasis web dengan bahasa pemrograman *PHP*. *RDBMS* yang digunakan *MySQL*. *Scrum master* menemukan bahwa pemanfaatan ulang kode-kode program yang telah ada sebelumnya selaras dengan cita-cita *OOP*. Sedangkan pengembangan seluruh program dari awal berpotensi menghabiskan waktu yang teramat banyak, dikarenakan kompleksitas metode sains yang ada. Kemudian berkejaran dengan waktu, diputuskan menggunakan *PHP-ML* [17], sebuah pustakan *machine learning* untuk *PHP*. Pemetaan kebutuhan di Bagian II.C.2 memberikan fakta tidak semua kebutuhan fitur dapat disediakan pustaka tersebut. Di titik ini *scrum master* bertindak pula sebagai *system analyst* perangkat lunak sains, mencari alternatif di toko daring. Sehingga diperoleh sekumpulan kode program sains berbasis *PHP* untuk menutupi fitur-fitur yang belum bisa dipenuhi *PHP-ML*. Sehingga tersisa fitur visualisasi dan fitur pelaporan (*slicing cube*) yang harus dikembangkan mandiri dari dasar. Dengan demikian ada 3 pondasi dasar aplikasi analitik berupa modul pustaka yang berasal dari *PHP-ML*, toko daring, dan penyusunan mandiri.

#### 5. Sistem Bisnis Cerdas

Dengan dasar gudang data dan modul pustaka utama yang ada, sistem bisnis cerdas dapat dikembangkan. *Scrum master* mengarahkan tim pengembang untuk menepati target fitur dan waktu. Fitur-fitur dibagi sama rata, tiap programmer menangani 2 fitur. Kemudian tiap fitur diletakkan pada urutan menu yang berbeda. Selain arahan fitur dan waktu, programmer juga memperoleh arahan tampilan UI. Setelah target ditetapkan, kemudian proses iteratif harian dilaksanakan. Fitur visualisasi dan reporting mengakses langsung *warehouse* yang ada, sedangkan fitur yang lain tidak. Tersedia tabel-tabel antara yang berfungsi sebagai *datamart* untuk melayani algoritma tertentu secara spesifik. Hal tersebut dilakukan terkait unjuk kerja sistem, terlalu berat atau lama bila algoritma mengakses langsung ke *warehouse*.



Gambar 3. Arsitektur referensi [12][13]

## 6. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan dua tahap. Diawali dengan pengujian modul pustaka. Kemudian pengujian program web yang terhubung gudang data. Pengujian dilakukan dengan skema *black box*. Pertemuan tim dilakukan tiap hari dengan waktu yang tidak terlalu lama. Fokus pertemuan ada pada laporan kemajuan, kendala, dan rencana. Dokumentasi sederhana dibuat untuk kegunaan pelaporan proyek.

## 7. Dokumentasi

Selain dokumen pengujian sederhana, pengujian dan dokumentasi juga dilakukan dua anggota tim mahasiswa tingkat akhir. Pengujian yang dilakukan dan dilaporkan *programmer* di pertemuan harian, dilakukan pengujian ulang oleh tim *tester*. *Agile* mengutamakan fungsionalitas program. Untuk itu dokumentasi pengujian dibatasi pada pendekatan *black box*. Informasi yang disediakan pada dokumentasi pengujian adalah *functional requirement (FR)* yang diuji, prosedur pengujian, keluaran yang diharapkan, hasil yang didapat, dan status pengujian. Bagian III memaparkan proses pengujian ini dengan rinci. Tim tester selain melakukan pengujian juga melakukan dokumentasi metoda, dan kompilasi dokumentasi *programmer* terkait cara penggunaan fitur program. Luaran dokumentasi berupa kajian pustaka ilmiah yang memadai, buku petunjuk penggunaan program, dan kompilasi pengujian.

## 8. Manajemen Proyek

Manajemen proyek menggunakan pendekatan *Scrum* dengan pertemuan harian. Fokus pertemuan pada laporan kemajuan, kendala, dan rencana membawa tim pada suasana kemajuan proyek tiap harinya. *Scrum master* berfungsi penuh sebagai penentu arah, penata potongan puzzle, dan pemberi gambaran alternatif solusi. Tim *programmer* berfungsi penuh memaknai data yang tersedia di gudang data dengan program analitik yang ditampilkan ke sisi pengguna. Sedangkan tim penguji-dokumentator berfungsi penuh mengawal tim pengembang untuk tujuan pelaporan, publikasi, dan pengurusan hak cipta.

Komunikasi dilakukan menggunakan fasilitas *spreadsheet* Google. *Scrum master* memaparkan fitur, modul yang tersedia, personal penanggung jawab, dan jadwal. Tiap sheet selanjutnya berisi instruksi mockup UI dan keterangan tambahan yang diperlukan. Penjelasan dan diskusi dari informasi manajemen proyek yang tersedia dilakukan setiap hari kerja.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

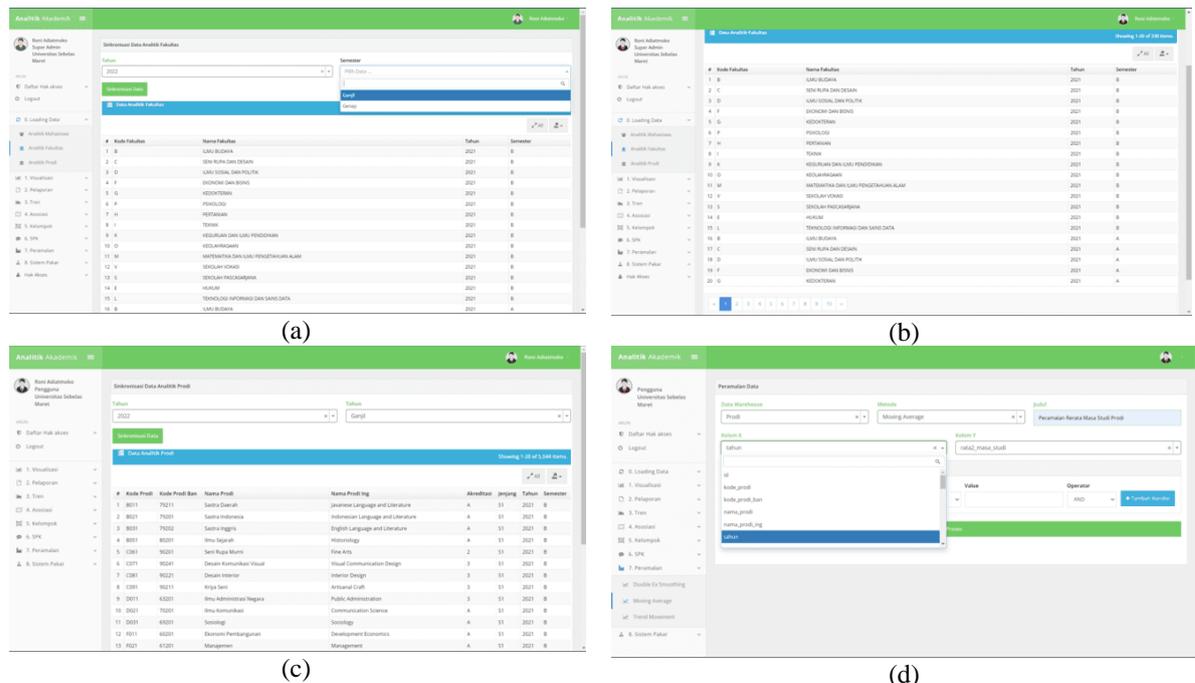
Bagian ini memuat hasil-hasil dari penelitian serta pembahasan menyeluruh dari masing-masing hasil yang didapatkan dari pengembangan perangkat lunak ini. Dibahas secara rinci secara berurutan hasil dan pembahasan fitur hak akses, *loading data (ETL)*, visualisasi, pelaporan, analitik tren, asosiasi, kelompok, pendukung keputusan, peramalan, dan sistem pakar. Pemaparan hasil dan pembahasan berbentuk tabel intisari dan gambar tangkapan layar fitur tersebut bekerja sebagaimana yang diharapkan. Kolom a,b,c dan seterusnya menunjukkan fitur yang diuji. Karena keterbatasan ruang, sebuah tabel dapat dipecah ke beberapa tabel dengan tambahan abjad untuk fitur yang sama. Bagian ini tidak menampilkan seluruh dokumentasi pengujian pada pengembangan aplikasi ini, tetapi karena keterbatasan tempat ditunjukkan sebagian kecilnya saja. Pengujian fitur yang dipaparkan di sini adalah *loading data*, visualisasi, pelaporan, dan analitik asosiasi. Penulis merencanakan untuk menampilkan hasil lebih lengkap dan menyeluruh ke dalam sebuah dokumen buku ber-ISBN.

#### A. Loading Data

Bagian ini menunjukkan hasil pengujian bagian program yang bertanggung jawab untuk mengisi *data warehouse*. Pemetaan asal data tidak dilaporkan di dalam makalah ini dengan alasan keamanan informasi. Hasil pemuatan disimpan di tiga *warehouse*: mahasiswa, program studi, dan fakultas. Tabel I dan Gambar 4 menunjukkan hasil pengujiannya.

TABEL I  
PENGUJIAN *LOADING DATA*

	a	b	c	d
<b>FR yang diuji</b>	Form load data fakultas data yang akan ditampilkan	Proses sinkronisasi data fakultas	Form load data prodi yang akan ditampilkan	Proses sinkronisasi data prodi
<b>Prosedur pengujian</b>	Mengisi form	Menekan tombol proses	Mengisi form	Menekan tombol proses
<b>Keluaran yang diharapkan</b>	Menampilkan form tahun dan semester untuk melakukan sinkronisasi data fakultas	Sinkronisasi data dari sumber data analitik fakultas	Menampilkan form tahun dan semester untuk melakukan sinkronisasi data prodi	Sinkronisasi data dari sumber data analitik prodi
<b>Hasil yang didapat</b>	Menampilkan form tahun dan semester untuk melakukan sinkronisasi data fakultas	Sinkronisasi data dari sumber data analitik fakultas	Menampilkan form tahun dan semester untuk melakukan sinkronisasi data prodi	Sinkronisasi data dari sumber data analitik prodi
<b>Status Pengujian</b>	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil



Gambar 4. (a) Form load data fakultas data yang akan ditampilkan (b) Proses sinkronisasi data fakultas (c) Form load data prodi yang akan ditampilkan (d) Proses sinkronisasi data prodi

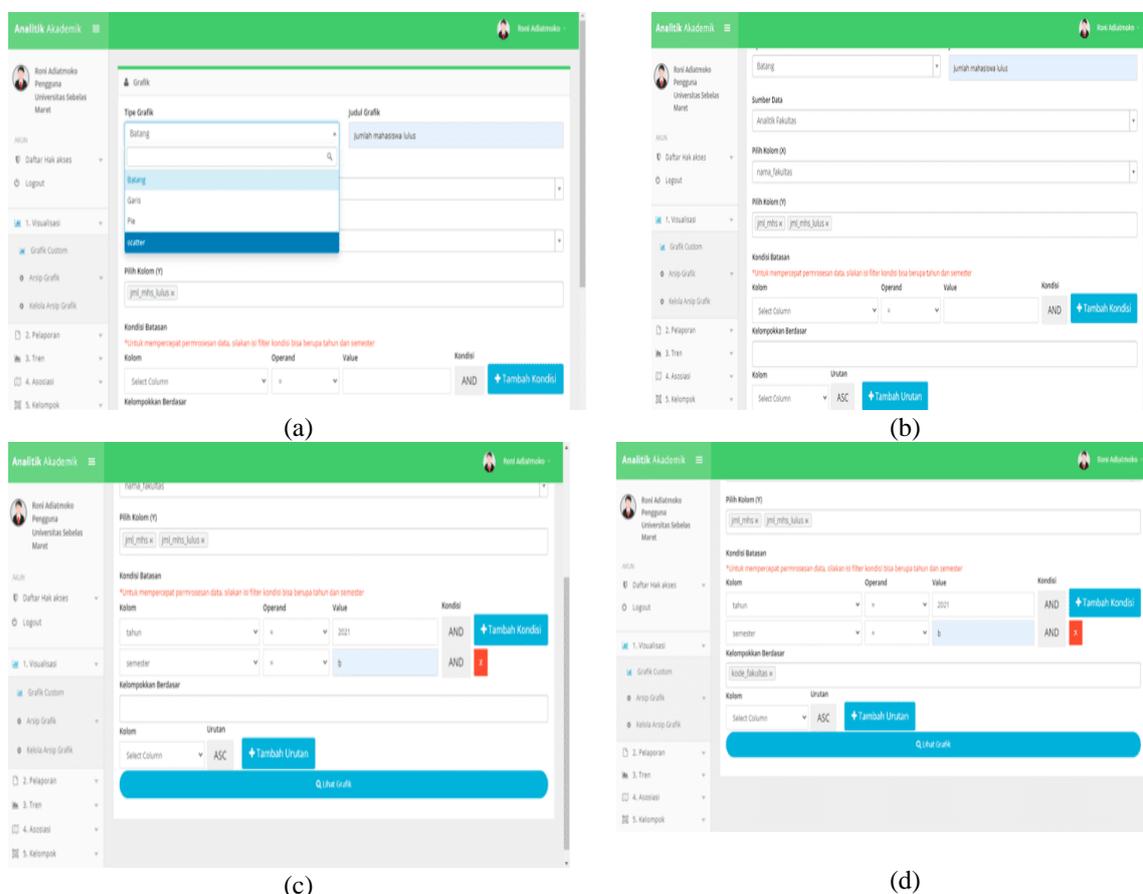
**B. Visualisasi**

Pada bagian ini dilaporkan hasil pengujian pada fitur visualisasi. Tabel II s/d IV memaparkan intisarinya, sedang Gambar 5 menunjukkan tangkapan layar yang terkait dengan tabel tersebut.

TABEL II  
PENGUJIAN VISUALISASI I

	a	b	c	d
<b>FR yang diuji</b>	Pilihan grafik custom	Form daftar kolom sumbu X dan Y	Form kondisi batasan	Form pengelompokan
<b>Prosedur pengujian</b>	Mengisi form	Mengisi Form	Mengisi form	Mengisi form

	a	b	c	d
<b>Keluaran yang diharapkan</b>	Menampilkan 4 grafik yaitu batang, garis, pie dan scatter	Menampilkan daftar kolom dari warehouse yang diipilih sebelumnya	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pembatasan data	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pengelompokan data
<b>Hasil yang didapat</b>	Menampilkan 4 grafik yaitu batang, garis, pie dan scatter	Menampilkan daftar kolom dari warehouse yang diipilih sebelumnya	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pembatasan data	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pengelompokan data
<b>Status Pengujian</b>	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil

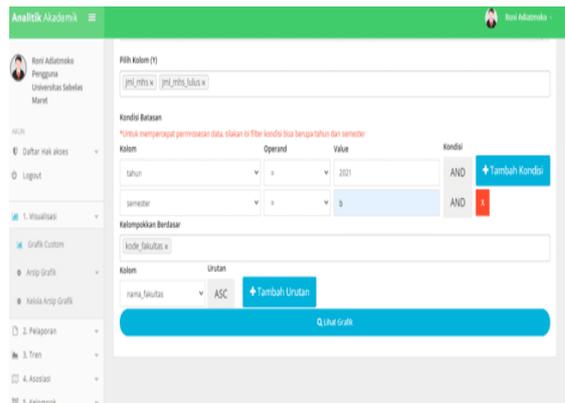


Gambar 5. (a) Pilihan grafik custom (b) Form daftar kolom sumbu X dan Y (c) Form kondisi batasan (d) Form pengelompokan

TABEL III  
PENGUJIAN VISUALISASI II

	e	f	g	h
<b>FR yang diuji</b>	Form pengurutan data	Menampilkan grafik batang	Menampilkan grafik garis	Menampilkan grafik pie
<b>Prosedur pengujian</b>	Mengisi form	Memproses dari input	Memproses dari input	Memproses dari input
<b>Keluaran yang diharapkan</b>	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih	Menampilkan grafik batang sesuai inputan	Menampilkan grafik garis sesuai inputan	Menampilkan grafik pie sesuai inputan

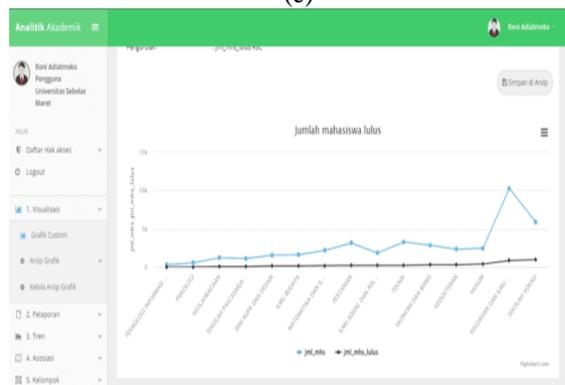
	e	f	g	h
<b>Hasil yang didapat</b>	sebelumnya untuk pengurutan data Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pengurutan data	Menampilkan grafik batang sesuai inputan	Menampilkan grafik batang sesuai inputan	Menampilkan grafik pie sesuai inputan
<b>Status Pengujian</b>	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil



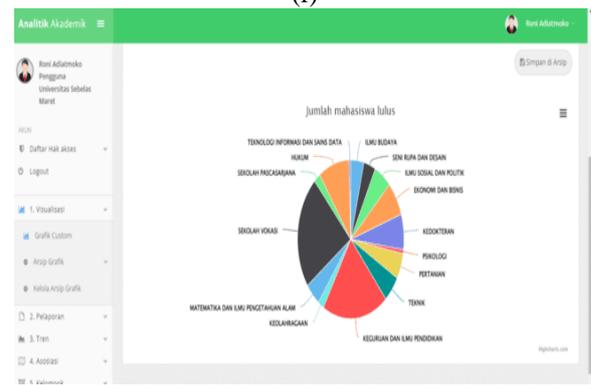
(e)



(f)



(g)



(h)

Gambar 5. (e) Pengurutan data (f) Grafik batang (g) Grafik garis (h) Grafik pie

TABEL IV  
PENGUJIAN VISUALISASI III

	i	j	k	l
<b>FR yang diuji</b>	Menampilkan grafik scatter plot	Ekspor grafik	Menyimpan grafik sebagai arsip	Menghapus grafik dari arsip
<b>Prosedur pengujian</b>	Memproses dari input	Memilih tombol	Memilih tombol	Memilih tombol
<b>Keluaran yang diharapkan</b>	Menampilkan grafik scatter sesuai inputan	Menampilkan hasil ekspor sesuai pilihan ekstensi	Menyimpan hasil grafik dan menampilkan ke menu	Menghapus hasil grafik yang pernah disimpan
<b>Hasil yang didapat</b>	Menampilkan grafik scatter sesuai inputan	Menampilkan hasil ekspor sesuai pilihan ekstensi	Menyimpan hasil grafik dan menampilkan ke menu	Menghapus hasil grafik yang pernah disimpan
<b>Status Pengujian</b>	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil



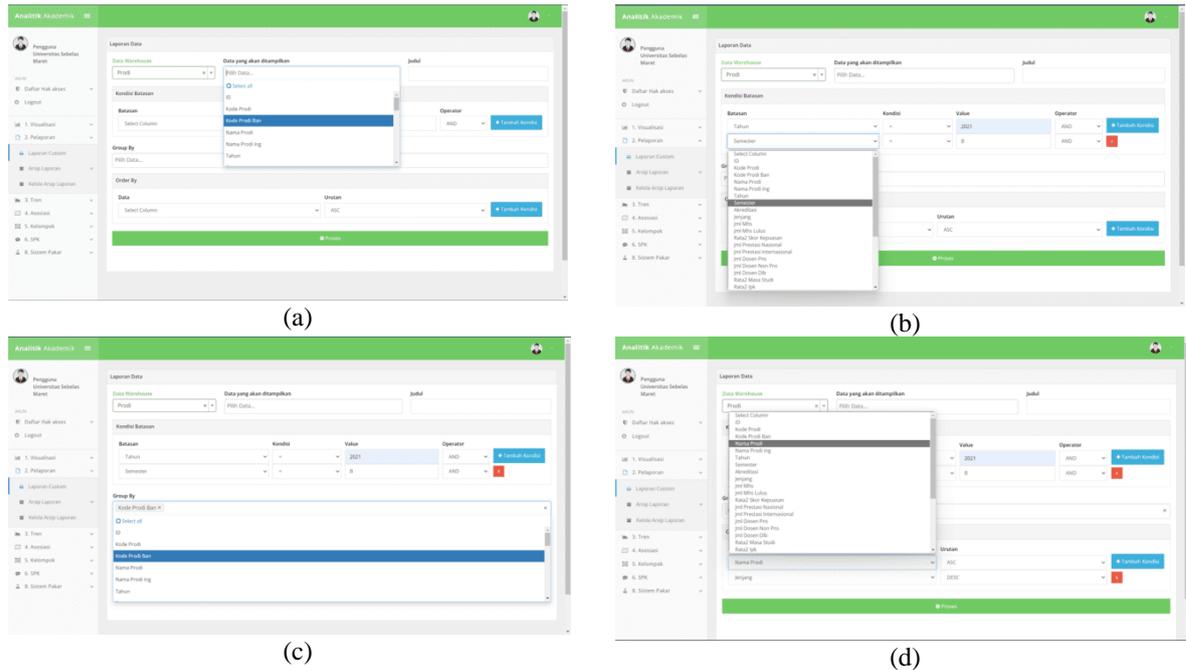
Gambar 5. (i) Grafik scatter plot (j) Ekspor grafik (k) Menyimpan grafik sebagai arsip (l) Menghapus arsip

C. Pelaporan

Sedikit berbeda dari fitur sebelumnya yang menampilkan data dalam bentuk grafik, fitur ini menampilkan data apa adanya. Tampilan data merupakan proses *slicing* terhadap cube *data warehouse*. Sehingga disediakan kustomisasi yang menyerupai antarmuka *query database* tetapi tanpa operator *joint*. Tabel V dan Gambar 6 menunjukkan intisari pengujian.

TABEL V  
PENGUJIAN FITUR PELAPORAN I

	a	b	c	d
<b>FR yang diuji</b>	Form data yang akan ditampilkan	Form kondisi batasan	Form pengelompokan	Form pengurutan data
<b>Prosedur</b>	Mengisi form	Mengisi form	Mengisi form	Mengisi form
<b>Keluaran yang diharapkan</b>	Menampilkan daftar data yang akan ditampilkan	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pembatasan data yang akan ditampilkan	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pengelompokan data	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pengurutan data
<b>Hasil yang didapat</b>	Menampilkan daftar data yang akan ditampilkan	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pembatasan data yang akan ditampilkan	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pengelompokan data	Menampilkan kolom dari warehouse yang sudah dipilih sebelumnya untuk pengurutan data
<b>Status</b>	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil



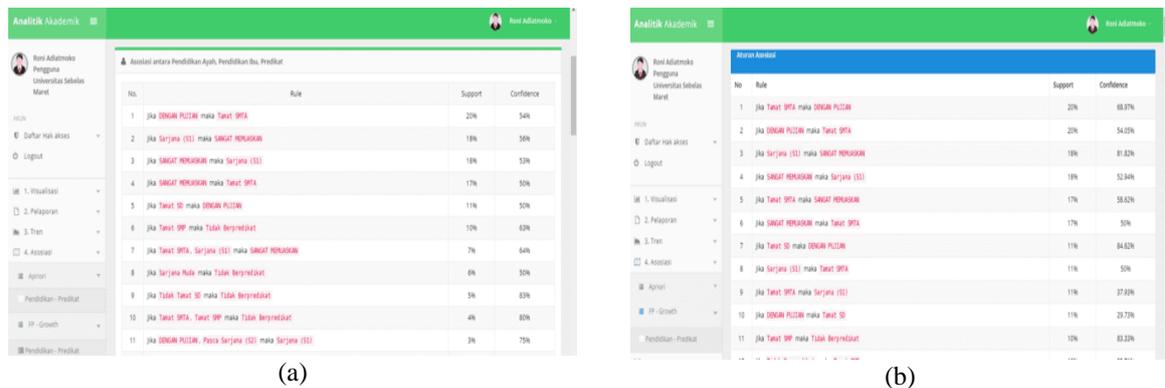
Gambar 6. (a) Form data yang akan ditampilkan (b) Form kondisi batasan (c) Form pengelompokan (d) Form pengurutan data

**D. Asosiasi**

Bagian ini menunjukkan teknik *data mining* yang penting yaitu analitik asosiasi. Terdapat dua metoda yang digunakan di dalam fitur ini yaitu Apriori dan FP-Growth. Tabel VI dan Gambar 7 menunjukkan hasil pengujiannya.

TABEL VI  
PENGUJIAN FITUR ANALITIK ASOSIASI

	a	b
<b>FR yang diuji</b>	Melihat asosiasi kasus Pendidikan orang tua terhadap predikat dengan algoritma Apriori	Melihat asosiasi kasus Pendidikan orang tua terhadap predikat dengan algoritma FP-Growth
<b>Prosedur pengujian</b>	Mengisi form	Mengisi form
<b>Keluaran yang diharapkan</b>	Menampilkan hasil asosiasi Pendidikan orang tua terhadap predikat	Menampilkan hasil asosiasi Pendidikan orang tua terhadap predikat
<b>Hasil yang didapat</b>	Menampilkan hasil asosiasi Pendidikan orang tua terhadap predikat	Menampilkan hasil asosiasi Pendidikan orang tua terhadap predikat
<b>Status Pengujian</b>	Berhasil	Berhasil



Gambar 7. (a) Melihat asosiasi kasus Pendidikan orang tua terhadap predikat dengan algoritma Apriori (b) Melihat asosiasi kasus Pendidikan orang tua terhadap predikat dengan algoritma FP-Growth

### E. Pembahasan

Berdasarkan laporan pengujian yang ada di Bagian III.A s/d III.D, nampak bahwa implementasi program analitik berfungsi sebagaimana yang direncanakan. Modul-modul program berjalan sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Baik itu yang menggunakan *PHP-ML*, yang dibeli secara daring, ataupun yang dibangun mandiri. Proses rekayasa perangkat lunak lebih lanjut tetap diperlukan untuk menarik data secara tepat dari basis data transaksi ke basis data analitik. Kemudian memaknai data yang tepat pada fitur analitik yang sesuai. Proses rekayasa perangkat lunak juga diperlukan untuk memfungsikan modul program yang ada dengan kasus yang tersedia di gudang data.

Penggunaan sistem analitik ini nampak masih belum ramah bagi awam, sehingga lapis penerjemah kebutuhan manajemen yang awam ilmu komputer ke operasional program memerlukan figur yang pakar. Operator aplikasi hendaknya telah mengenal teori-teori kecerdasan buatan, pembelajaran mesin, *warehousing*, *data mining*, sistem pendukung keputusan, sistem pakar, peramalan (*forecasting*), statistika, dan basis data. Kolaborasi yang tepat antara manajemen, operator pakar, dan data yang dapat diandalkan akan menghasilkan luaran aplikasi yang dapat diandalkan.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pemaparan yang ada di bagian-bagian sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa metoda-metoda sains yang telah cukup mapan di bidang analitik data dapat diterapkan pada kasus akademik dan kemahasiswaan sebuah perguruan tinggi. Kebutuhan aplikasi yang memiliki kemampuan visualisasi data, pelaporan (*cube slicing data warehouse*), analitik tren, asosiasi, kelompok, pendukung keputusan, peramalan, dan sistem pakar telah dibangun.

Proses rekayasa yang diperlukan bertahap dari penelitian data sumber, penyiapan gudang data, dan pembuatan aplikasi. Pendekatan *agile scrum* terbukti dapat diterapkan untuk mengembangkan aplikasi ini, dengan pos personel yang jelas, jadwal, dan pertemuan laporan kemajuan harian. Proses *agile* di dalam penerapan metoda-metoda sains ke aplikasi web juga dimungkinkan dengan telah terdapatnya pustaka-pustaka program terkait, baik gratis maupun berbayar di dalam platform PHP. Dalam proses pengembangan aplikasi ini nampak sumberdaya program yang ada telah cukup mumpuni dan tidak mahal, akan tetapi proses rekayasa yang membutuhkan cukup banyak pengetahuan di seberang kebutuhan yang diperlukan seorang analis sistem informasi biasa. Dengan kata lain penerapan sistem analitik ke dalam kehidupan nyata tidak sangat sulit, tetapi butuh pengetahuan yang cukup. Peneliti mempertimbangkan bahwa mahalnyanya pengembangan aplikasi semacam ini lebih ke mahalnyanya harga pemikiran dan analisis, sedangkan kemampuan programmer dapat dijumpai oleh pengetahuan analis yang memadai.

Penelitian lanjutan dari pengembangan ini adalah proses iteratif kedua dengan melibatkan pengguna aktif. Memisahkan *product owner* dari *scrum master* diharapkan akan mempertajam aplikasi ini, dari sekedar eksploratif ke penggunaan secara nyata dan berdaya guna. Pihak terkait baik dari pimpinan universitas ataupun jajaran staf ahlinya dapat dilibatkan di dalamnya.

## REFERENSI

- [1] N. Ngatmari, M. B. Musthafa, C. Rahmad, R. A. Asmara, and F. Rahutomo, "Pemanfaatan Data PDDIKTI sebagai Pendukung Keputusan Manajemen Perguruan Tinggi," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 3, May 2020, doi: 10.25126/jtiik.2020722585.
- [2] F. Rahutomo, C. Rahmad, M. B. Musthafa, and N. Ngatmari, "Desain Skema Data Warehouse PDDIKTI sebagai Pendukung Keputusan Perguruan Tinggi," *Jurnal Inovtek Polbeng - Seri Informatika*, vol. 4, no. 1, 2019.

- [3] I. Sommerville, *Software Engineering*, 9th ed. Harlow, England: Addison-Wesley, 2010.
- [4] A. A. Menolli, R. G. Coelho, G. C. Silva, and E. Barbosa, "An Agile Data Warehouse Virtualization Framework for ROLAP Server," in *XVII Brazilian Symposium on Information Systems*, 2021. doi: 10.1145/3466933.3466980.
- [5] M. Ham *et al.*, "NNStreamer: Efficient and Agile† Development of on-Device AI Systems," in *Proceedings of the 43rd International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice*, 2021, pp. 198–207. doi: 10.1109/ICSE-SEIP52600.2021.00029.
- [6] K. Biesialska, X. Franch, and V. Muntés-Mulero, "Big Data analytics in Agile software development: A systematic mapping study," *Inf Softw Technol*, vol. 132, p. 106448, Apr. 2021, doi: 10.1016/J.INFSOF.2020.106448.
- [7] M. P. Uysal, "Machine Learning and Data Science Project Management From an Agile Perspective: Methods and Challenges," in *Contemporary Challenges for Agile Project Management*, V. Naidoo and R. Verma, Eds. Hershey, PA, USA: IGI Global, 2022, pp. 73–88. doi: 10.4018/978-1-7998-7872-8.ch005.
- [8] L. López *et al.*, "QaSD: A Quality-aware Strategic Dashboard for supporting decision makers in Agile Software Development," *Sci Comput Program*, vol. 202, p. 102568, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scico.2020.102568>.
- [9] A. Mashkooor, T. Menzies, A. Egyed, and R. Ramler, "Artificial Intelligence and Software Engineering: Are We Ready?," *Computer (Long Beach Calif)*, vol. 55, no. 3, pp. 24–28, 2022, doi: 10.1109/MC.2022.3144805.
- [10] S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall Press, 2009.
- [11] T. M. Mitchell, *Machine Learning*, 1st ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, Inc., 1997.
- [12] E. Turban, J. E. Aronson, T.-P. Liang, and R. Sharda, *Decision Support and Business Intelligence Systems (8th Edition)*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 2006.
- [13] R. Sharda, D. Delen, and E. Turban, *Business Intelligence: A Managerial Perspective on Analytics (3rd Edition)*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall Press, 2013.
- [14] J. Han, *Data Mining: Concepts and Techniques*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2005.
- [15] R. Kimball and M. Ross, *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling*, 3rd ed. Indianapolis, IN: Wiley, 2013. [Online]. Available: <https://www.safaribooksonline.com/library/view/the-data-warehouse/9781118530801/>
- [16] C. C. Aggarwal, *Data Mining: The Textbook*. Cham: Springer, 2015. doi: 10.1007/978-3-319-14142-8.
- [17] Arkadiusz Kondas, "PHP-ML - Machine Learning library for PHP."

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Universitas Sebelas Maret (UNS) melalui skim Penelitian Unggulan Terapan (PUT-UNS) dengan judul "Pengembangan aplikasi analitik data akademik dan kemahasiswaan". Pendanaan penelitian ini dengan nomor kontrak 254/UN27.22/PT.01.03/2022. Para penulis menghaturkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNS dan pimpinan UNS atas terlaksananya penelitian ini.