

PENGGALIAN PERILAKU PEMAIN DALAM PENENTUAN TIPE PERMAINAN PADA E-LEARNING PEMROGRAMAN BERBASIS GAMIFICATION

Bayu Priyambadha*¹, Fajar Pradana², Fitra Abdurrachman Bachtiar³

^{1,2,3}Universitas Brawijaya

Email: ¹bayu_priyambadha@ub.ac.id, ²fajar.p@ub.ac.id, ³fitra.bachtiar@ub.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 26 November 2018, diterima untuk diterbitkan: 15 Oktober 2019)

Abstrak

Salah satu kompetensi utama yang harus dimiliki oleh lulusan dari jurusan atau program studi bidang keilmuan komputer adalah kemampuan programming (membuat program). Berbagi informasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran pemrograman telah dilakukan di banyak kampus di Indonesia. Salah satunya adalah penerapan media pembelajaran online atau disebut juga sebagai *E-Learning*. Salah satu sistem pembelajaran yang paling umum, yang didukung oleh teknologi informasi, adalah *e-learning*. Namun, banyak juga sistem *e-learning* tidak mencapai tujuan yang diinginkan karena ketidakpatuhan dan kurangnya pengetahuan tentang teknik dan metode untuk pengembangan sistem informasi online. Tujuan yang dicapai antara lain efisiensi, efektifitas, motivasi dan keterlibatan siswa. Pendekatan *gamification* dapat digunakan untuk meningkatkan beberapa hal tersebut demi tercapainya tujuan pembelajaran *online*. Dalam sistem Code Maniac, terdapat beberapa elemen *gamification* yang digunakan, yaitu poin pengalaman, poin aktivitas dan *badge*. Namun, hal tersebut terbukti masih kurang meningkatkan motivasi mahasiswa dalam menggunakan Code Maniac. Pendekatan *player-centric* memungkinkan sistem menyesuaikan *gameplay* yang sesuai dengan gaya bermain seorang pemain. Untuk dapat mewujudkan sebuah media pembelajaran yang berorientasi pada pemain, maka dibutuhkan sebuah mekanisme untuk mengenali karakteristik pemainnya. Pada penelitian ini menekankan metode yang digunakan untuk menggali perilaku permainan. Penggalan pola dilakukan pada data log proses per pemain dan per sesi yang berjumlah 136 proses. Kemudian proses tersebut dikelompokkan sesuai dengan kedekatan atau kesamaan karakteristik bermain. Hasil penentuan jumlah kelompok yang paling optimal adalah $k=2$ dan $k=3$. Untuk itu pengelompokan dilakukan dan menghasilkan 2 kelompok dan 3 kelompok data. Kelompok tersebut dapat menjadi dasar untuk penentuan *gameplay* pada Code Maniac.

Kata kunci: *Software Engineering Education, Learning Management System, E-Learning, Gamification*

EXTRACTING PLAYER BEHAVIOR IN DETERMINING THE TYPE OF GAME ON GAMIFICATION BASED PROGRAMMING E-LEARNING

Abstract

One of the main competencies that must be possessed by graduates of departments or study programs in computer science is programming skills (making programs). Sharing information to improve the quality of programming learning has been done on many campuses in Indonesia. One of them is the application of online learning media or also called the *E-Learning*. One of the most common learning systems, supported by information technology, is *e-learning*. However, many *e-learning* systems do not achieve the desired goals because of non-compliance and lack of knowledge about techniques and methods for developing information systems online. The objectives achieved include efficiency, effectiveness, motivation and student involvement. The gamification approach can be used to improve some of these things in order to achieve online learning goals. In the Code Maniac system, there are several gamification elements used, namely experience points, activity points and badges. However, this proved to be still lacking in increasing student motivation in using Code Maniac. The player-centric approach allows the system to adjust the *gameplay* to suit a player's playing style. To be able to realize a player-oriented learning media, a mechanism is needed to recognize the characteristics of the players. In this study emphasizes the methods used to explore game behavior. Pattern mining is performed on process log data per player and per session which amounts to 136 processes. Then the process is grouped according to the closeness or similarity of playing characteristics. The results of determining the most optimal number of groups are $k = 2$ and $k = 3$. For this reason, grouping is done and produces 2 groups and 3 groups of data. The group can be the basis for determining the *gameplay* in Code Maniac.

Keywords: *Software Engineering Education, Learning Management System, E-Learning, Gamification*

1. PENDAHULUAN

Salah satu kompetensi utama yang harus dimiliki oleh lulusan dari jurusan atau program studi bidang keilmuan komputer adalah kemampuan programming (membuat program). Siswa atau mahasiswa dituntut untuk tidak sekedar memahami sintak program melainkan harus juga memahami logika atau alur program. Kendala terbesar adalah siswa atau mahasiswa sering kali malas dalam berlatih membuat kode program. Sehingga, terdapat siswa atau mahasiswa yang kurang handal dalam programming saat lulus dari jurusan atau program studinya. Berdasarkan sebuah survei yang dilakukan secara acak pada mahasiswa tingkat awal di FILKOM UB, 76% dari 100 mahasiswa tertarik mempelajari materi kuliah selain pemrograman dasar.

Teknologi terkini memberikan banyak keuntungan untuk banyak orang, khususnya mahasiswa. Berbagai macam informasi dapat disebarkan dengan mudah dengan menggunakan teknologi. Kegiatan berbagi informasi seperti ini mempengaruhi perilaku belajar di lingkungan kampus (Iskandar et al., 2015). Berbagi informasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran telah dilakukan di banyak kampus di Indonesia. Salah satunya adalah penerapan media pembelajaran online atau disebut juga sebagai *E-Learning*. *E-Learning* terus dikembangkan seiring dengan perkembangan teknologi perangkat bergerak. Teknologi memiliki dampak signifikan pada bidang pendidikan, penerapan teknologi dapat meningkatkan komunikasi dalam proses belajar mengajar melalui penerapan sistem informasi (Bedrule-Grigoruță dan Rusu, 2014). Pembelajaran tidak hanya bisa dilakukan pada komputer desktop saja, namun dapat juga dilakukan menggunakan perangkat bergerak (mobile) (Han and Shin, 2016). Pembelajaran pemrograman juga dapat dilakukan menggunakan sistem *E-Learning* (Danutama and Liem, 2013; Yulianto and Liem, 2014).

Salah satu sistem pendidikan yang paling umum, yang didukung oleh teknologi informasi, adalah *e-learning*. *E-Learning* adalah penggunaan teknologi telekomunikasi untuk menyampaikan informasi untuk pendidikan dan pelatihan (Sun et al., 2008). *E-learning* diperkenalkan sebagai bagian mendasar dari pengalaman belajar siswa di pendidikan tinggi. Tidak lagi bisnis inti hanya untuk universitas-universitas yang memiliki misi untuk pendidikan jarak jauh; Kemampuannya secara sistematis diintegrasikan ke dalam pengalaman belajar siswa yang didominasi oleh universitas-universitas berbasis kampus yang (Ellis, Ginns and Piggott, 2009). Namun, banyak juga sistem *e-learning* tidak mencapai tujuan yang diinginkan karena ketidakpatuhan dan kurangnya pengetahuan tentang teknik dan metode untuk pengembangan sistem

informasi online (Urh et al., 2015). *E-learning* telah berkembang tidak hanya sekedar berbagi materi pembelajaran melalui internet, namun telah berevolusi menjadi tempat untuk kolaborasi, sosialisasi, *project based learning*, *reflective practise*, dan *online simulation* (Popovici dan Mironov, 2015). Meningkatkan efisiensi, efektifitas, motivasi dan keterlibatan siswa dalam *e-learning* dapat dicapai dengan gamification (Urh et al., 2015). Gamifikasi menggunakan elemen yang terkait dengan permainan video (mekanika permainan dan dinamika permainan) dalam aplikasi non-game. Ini bertujuan untuk meningkatkan keterlibatan masyarakat (pengguna sistem) dan untuk mempromosikan perilaku tertentu (Simões, Redondo and Vilas, 2013). Dengan menerapkan kultur *gamification*, maka sistem pembelajaran online akan mendapatkan banyak sekali keuntungan (Dominguez et al., 2013). Dalam keilmuan informatika, khususnya dalam peningkatan kompetensi programming, penerapan teknologi *gamification* sangat diperlukan. Penerapan elemen *gamification* seperti poin pengalaman, poin aktivitas, dan badge memiliki pengaruh terhadap hasil belajar siswa (Pradana, Bachtiar and Priyambadha, 2018).

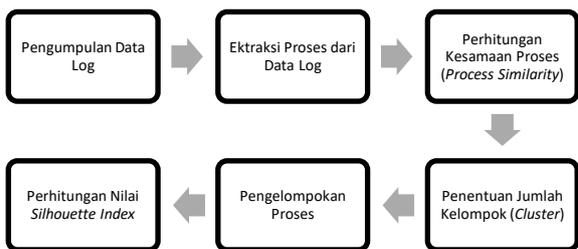
Pada Code Maniac masih terdapat elemen yang kurang signifikan dalam upaya peningkatan motivasi mahasiswa. Elemen tersebut adalah badge. Mahasiswa atau pengguna Code Maniac akan mendapatkan badge apabila sudah melakukan 10 kali menyelesaikan beberapa persoalan dalam pemrograman. Dalam pengembangan aplikasi *e-learning* pemrograman berbasis *gamification* membutuhkan fungsi lebih untuk dapat meningkatkan motivasi mahasiswa. Model *player-centric* memungkinkan perancang menyesuaikan *gameplay* ke individu dengan gaya bermain tertentu yang menentukan kebutuhan, preferensi, dan motivasi pemain (Magerko et al., 2008). Dengan menyesuaikan berbagai fitur permainan dengan tipe atau gaya bermain dapat meningkatkan kepuasan dan motivasi bermain (Birk et al., 2015), dan keberhasilan dalam bermain (Orji et al., 2013). Sebagai contoh pada *e-learning* yang memiliki *gameplay* yang disesuaikan dengan gaya belajar mahasiswa, hal ini dapat membawa hasil belajar yang lebih baik (Vassileva, 2012; Soflano, Connolly and Hainey, 2015). Untuk membuat sistem *e-learning* yang bersifat adaptif, maka perlu digali informasi yang menunjukkan tipe atau gaya belajar seorang mahasiswa dalam memainkan permainan. Gaya permainan mahasiswa dapat dilihat dari perilakunya. Perilaku ini adalah kegiatan apa saja yang dilakukan oleh pemain dalam mengerjakan persoalan yang ada di aplikasi berbasis. Kegiatan-kegiatan tersebut dicatat dan diurutkan berdasarkan urutan beserta informasi kelengkapannya seperti waktu pengerjaan

kegiatan. Pola urutan kegiatan ini sering kali disebut sebagai model proses. Analisis perilaku berdasarkan model proses untuk menemukan suatu informasi tertentu disebut sebagai penggalian proses bisnis (Process Mining). Metode penggalian proses seringkali dilakukan di ranah keilmuan bisnis, namun beberapa penelitian menyatakan bahwa metode ini dapat diimplementasikan pada dunia edukasi, terlebih pada pemanfaatan E-Learning (Juhaňák, Zounek and Rohlíková, 2017). Metode penggalian proses antara lain telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penggalian proses bisnis pada repositori proses dilakukan dengan beberapa cara antara lain pencarian dan pengelompokan. Proses perhitungan kesamaan proses bisnis juga penting untuk menghitung kesamaan proses dalam rangka pencarian proses.

Pada penelitian ini, peneliti menitik-beratkan pembahasan pada penggalian informasi pada sistem e-learning Code Maniac untuk menentukan tipe permainan. Penggalian pola dilakukan pada data log proses per pemain dan per sesi yang berjumlah 136 proses. Kemudian proses tersebut dikelompokkan sesuai dengan kedekatan atau kesamaan karakteristik bermain. Kelompok tersebut dapat menjadi dasar untuk untuk penentuan *gameplay* pada Code Maniac

2. METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan untuk merealisasikan penelitian. Tahapan tersebut akan dilakukan secara berurutan yang dimulai dari analisis faktor perilaku, penentuan faktor perilaku mahasiswa, pengumpulan informasi berdasarkan faktor, perhitungan faktor perilaku, dan penentuan tipe permainan siswa. Gambaran urutan alur penelitian tergambar pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi penelitian

2.1 Pengumpulan Data Log

Data log merupakan data utama yang akan dilakukan analisis pada penelitian ini. Data log berupa data proses yang dilakukan oleh pemain Code Maniac. Pengumpulan data log pada aplikasi Code Maniac ketika digunakan oleh pemain dilakukan dengan menyisipkan aplikasi pencatat pada sistem Code Maniac. Aplikasi ini akan mencatat segala macam proses yang dilakukan oleh pemain.

Untuk melakukan proses analisis pola perilaku pemain Code Maniac, maka dilakukan pencatatan log yang dilakukan oleh pemain yang memainkan Code Maniac secara serius. Untuk itu, dalam penelitian ini,

kegiatan pengumpulan data dikemas sedemikian rupa sehingga membuat pemain Code Maniac akan serius dalam menggunakan aplikasi tersebut. Skenario tersebut dibuah semacam buku Lembar Kerja Siswa (LKS) sehingga pemain akan mengikuti alur yang sudah didefinisikan dalam LKS.

2.2. Ekstraksi Proses dari Data Log

Ekstraksi proses dari data log adalah proses mengambil satu putaran proses yang dilakukan oleh pemain. Satu putaran dihitung mulai pemain melakukan login hingga logout. Data log disimpan dalam bentuk file csv dengan pemisah koma (“;”). Dalam proses ini, digunakan kakas bantu pembantu untuk melakukan ekstraksi data (pemilahan data) dari data log. Aplikasi dibangun secara sederhana dengan menggunakan bahasa Java. Hasil dari proses ekstraksi data disimpan dalam file csv dengan pemisah koma (“;”). Pada setiap file proses tunggal (.csv) mengandung nama proses dan urutan proses saja, tidak menggambarkan struktur proses.

2.3. Perhitungan Kesamaan Proses (Process Similarity)

Perhitungan kesamaan proses atau Process Similarity adalah salah satu hal yang paling utama dalam melakukan penggalian pola proses. Perhitungan ini menggunakan metrik kesamaan proses bisnis (Business Process Similarity Metric) yang diusulkan oleh Dijkman. Hasil dari ekstraksi proses adalah file-file proses tunggal yang berisi urutan proses apa saja yang dilakukan oleh pemain dalam satu atau sekali bermain. Untuk itu, perhitungan kesamaan proses menggunakan metrik kesamaan node (Node Matching Similarity).

Proses perhitungan tidak bisa dilakukan secara manual mengingat data yang akan dihitung berjumlah sangat banyak. Untuk itu, proses ini akan dilakukan secara otomatis dengan menggunakan kakas bantu. Namun, kakas bantu untuk perhitungan kesamaan proses seperti yang diusulkan oleh Dijkman belum ada. Sehingga, dalam penelitian ini, khususnya pada proses perhitungan kesamaan proses berdasarkan rumusan yang diusulkan oleh Dijkman, kakas bantu tersebut akan dibuat. Proses pengembangan kakas bantu dilakukan secara sederhana dengan menggunakan bahasa Java. Hasil dari perhitungan langsung disimpan dalam file excel.

2.4. Penentuan Jumlah Kelompok (Cluster)

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data hasil perhitungan kedekatan kesamaan proses. Untuk mengetahui pola perilaku pemain pada Code Maniac, maka dilakukan pengelompokan urutan proses yang memiliki kesamaan. Namun, sebelum mengelompokkan data tersebut, dilakukan penentuan jumlah kelompok (cluster) agar kelompok yang dihasilkan dalam proses pengelompokkan adalah

kelompok yang optimal. Keoptimalan jumlah kelompok akan menentukan kevalidan dari jenis atau tipe perilaku yang dihasilkan.

2.5. Pengelompokan Data (Clustering)

Pengelompokan data dilakukan dengan menggunakan algoritma K-Mean Clustering. Algoritma tersebut melakukan pengelompokan data berdasarkan jarak yang dihitung dari perhitungan tingkat kesamaan antar proses yang sudah dilakukan pada tahap 5.3. Dalam menjalankan proses pengelompokan, K-Mean memerlukan penentuan jumlah kelompok yang dibutuhkan. Untuk itu, hasil dari proses 5.4 akan menjadi acuan dalam penentuan kelompok dalam rangka menjalankan proses pengelompokan data.

2.6. Perhitungan Nilai Silhouette Index

Perhitungan nilai Silhouette Index adalah tahapan akhir dalam penelitian ini. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil proses pengelompokan benar-benar menghasilkan kelompok yang optimal. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan rumus Silhouette Index dari hasil perhitungan similaritas yang dilakukan pada tahap 5.3 dan hasil pengelompokan pada tahap 5.4.

3. GAMIFICATION PADA E-LEARNING

Berbagi informasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran telah dilakukan di banyak kampus di Indonesia. Salah satunya adalah penerapan media pembelajaran online atau disebut juga sebagai E-Learning. E-Learning terus dikembangkan seiring dengan perkembangan teknologi perangkat bergerak. Pembelajaran tidak hanya bisa dilakukan pada komputer desktop saja, namun dapat juga dilakukan menggunakan perangkat bergerak (mobile) (Han and Shin, 2016). Pembelajaran pemrograman juga dapat dilakukan menggunakan sistem E-Learning (Danutama and Liem, 2013; Yulianto and Liem, 2014).

Gamification merupakan suatu proses penggunaan teknik desain dan mekanisme game dalam aplikasi non-game guna mengikat pengguna dalam mencapai tujuan. Pengertian lain dari gamification yaitu sebuah upaya dalam mengimplimentasikan sebuah konsep game yang tepat sehingga dapat memberikan proses yang menyenangkan serta bermanfaat bagi setiap pihak yang terlibat (Romdhoni & Wibowo, 2014). Dalam gamification terdapat beberapa mekanisme game yang akan diterapkan pada aplikasi pembelajaran pemrograman java yaitu point, level user, achievement, dan challenge

4. PENGGALIAN PROSES

Proses bisnis digabungkan dengan teori tentang penggalian data (data mining) menjadi sebuah ranah

penelitian baru yang disebut sebagai penggalian proses bisnis atau hanya disebut sebagai penggalian proses (process mining) (van der Aalst, 2016). Tujuannya adalah untuk melakukan ekstraksi informasi dari kejadian atau data, pencarian peningkatan bisnis proses, penemuan keterkaitan antara variabel, dan pola perilaku (Aalst, 2011; van der Aalst, 2016). Penggalian proses dapat diwujudkan dengan menggunakan metode data mining, text mining, dan web mining.

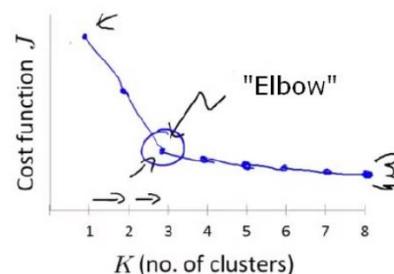
Penggalian proses telah diperkenalkan sejak 20 tahun yang lalu dan telah berkembang pesat hingga saat ini. Menurut Aalst, dengan kondisi meningkatnya jumlah data yang ada pada saat ini, maka keberadaan penggalian proses sangat dibutuhkan untuk proses analisis data.

5. PENGELOMPOKAN

Salah satu tujuan pengelolaan repositori bisnis proses adalah untuk mencapai proses pencarian atau pencocokan yang cepat dan tepat. Untuk meningkatkan proses pencarian atau pencocokan dapat dilakukan dengan metode pengelompokan (clustering). Pengelompokan pada model proses bisnis dilakukan dengan membuat kelompok-kelompok model berdasarkan derajat kesamaan yang ada pada model proses. Jung melakukan pengelompokan berdasarkan matrik kesamaan struktural (Jung, Bae and Liu, 2009).

5.1. Metode Elbow

Metode tertua untuk menentukan jumlah cluster yang sebenarnya dalam satu set data adalah metode siku atau yang sering disebut sebagai Elbow Method. Metode ini adalah metode visual. Idanya adalah mulai dengan $K = 2$, dan terus tingkatkan dalam setiap langkah dengan 1, hitung SSE pada setiap iterasi K . Terdapat gambaran dari grafik yang dihasilkan oleh perhitungan SSE pada setiap perhitungan dengan nilai K tertentu. Terdapat gambaran garis yang terbentuk dari satu titik ke titik yang lain turun secara drastis. Titik ini adalah nilai K yang paling optimal (Kodinariya and Makwana, 2013). Gambar 2. memperjelas pemahaman tentang Elbow Method.



Gambar 2. Elbow pada Grafik

5.2. K-Mean Clustering

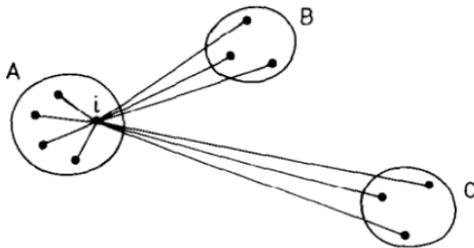
K-Mean Clustering adalah salah satu metode untuk melakukan pengelompokan data secara

otomatis berdasarkan kedekatan jarak data (Hartigan and Wong, 1979). K-means clustering adalah jenis pembelajaran tanpa pengawasan, yang digunakan ketika data yang diolah tidak berlabel (data tanpa kategori atau grup yang ditentukan). Tujuan dari algoritma ini adalah untuk menemukan kelompok data, dengan jumlah kelompok yang diwakili oleh variabel K. Algoritma bekerja secara iteratif untuk menetapkan setiap titik data ke salah satu kelompok K berdasarkan fitur yang disediakan. Titik data dikelompokkan berdasarkan kesamaan fitur atau kedekatan jarak. Hasil dari algoritma pengelompokan K-means adalah:

1. Centroid dari gugus K, yang dapat digunakan untuk melabeli data baru,
2. Label untuk data pelatihan (setiap titik data ditetapkan ke satu kelompok).

5.3. Silhouette Index

Silhouette Index adalah sebuah metode untuk menghitung kuantitas kelompok (cluster) berdasarkan tingkat koherensi antar data pada kelompok. Perhitungan ini diperuntukkan untuk mengetahui tingkat kepadatan data pada sebuah kelompok data dengan cara membandingkan rata-rata kedekatan data dalam satu kelompok dan data pada kelompok lain (Rousseeuw, 1987).



Gambar 3. Ilustrasi Kelompok Data dengan Silhouette Index (Rousseeuw, 1987)

Pada gambar 2, tergambar terdapat tiga kelompok data yaitu A, B, dan C. Untuk menghitung nilai Silhouette Index titik i , maka dilakukan perbandingan rata-rata ketidaksamaan (disimilarity) dengan data di dalam kelompok, dan data di luar kelompok. Rumus berikut ini adalah rumus untuk menghitung nilai Silhouette Index (Rousseeuw, 1987).

$$s(i) = \begin{cases} 1 - a(i)/b(i), & \text{if } a(i) < b(i) \\ 0, & \text{if } a(i) = b(i) \\ b(i)/a(i) - 1, & \text{if } a(i) > b(i) \end{cases}$$

Dimana:

$s(i)$ = nilai Silhouette Index pada titik i ,
 $a(i)$ = nilai rata-rata jarak ketidaksamaan (disimilarity) antar data dalam kelompok,
 $b(i)$ = nilai rata-rata jarak ketidaksamaan (disimilarity) antar data dalam kelompok yang lain.

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

6.1. Hasil Pengumpulan Data Log

Pengumpulan data log dilakukan pada sekolah SMK dengan spesifikasi keminatan di informatika. Pengumpulan data dilakukan bersamaan dengan kegiatan pengenalan Code Maniac pada beberapa SMK di Malang. SMK yang dikunjungi adalah SMK 5 dan SMK 6 Malang. Siswa yang dilibatkan dalam proses ini adalah kurang lebih 130 orang. Sistem Code Maniac telah dilengkapi dengan sistem pencatatan log proses yang berjalan. Log tersebut disimpan dalam database sistem yang kemudian dikonversi berbentuk file csv. Informasi yang terkandung dalam data log adalah sebagai berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengelompokan dengan $k=2$

No.	Data	Keterangan
1	User/ Pengguna	Mengandung informasi pengguna Code Maniac
2	Proses	Mengandung informasi nama proses yang dijalankan oleh user atau pengguna
3	Waktu	Mengandung informasi waktu eksekusi proses dengan detail data yaitu tanggal, bulan, tahun, jam, menit dan detik

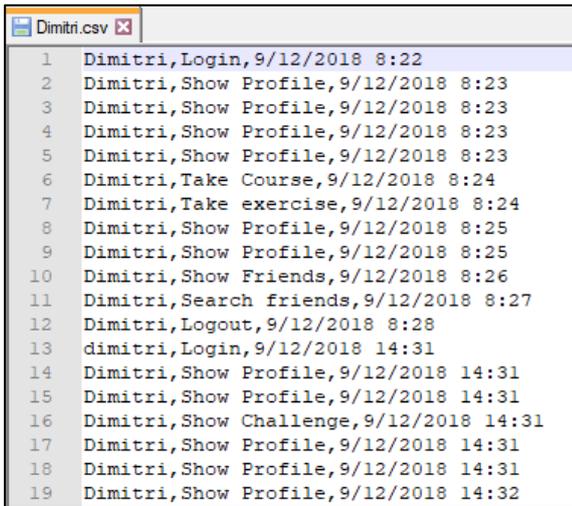
Contoh tampilan data log yang didapat dari sistem Code Maniac setelah proses pengambilan data pada SMK di Malang digambarkan pada Gambar 4.

6.2. Ekstraksi Proses dari Data Log

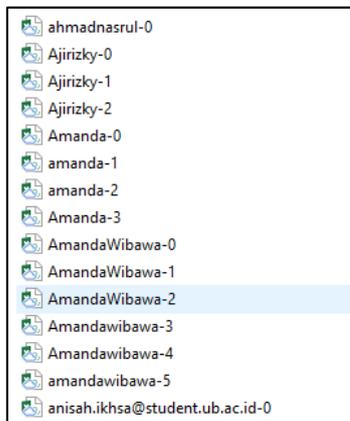
Data yang didapat dari proses pengambilan log merupakan data yang belum terpecah atau masih dalam bentuk data utuh. Dalam kasus ini, data yang dibutuhkan adalah data per pengguna dan per sesi akses. Untuk itu perlu mekanisme untuk pemecahan data per pengguna dan per sesi.

Untuk melakukan hal tersebut dibuatlah mekanisme otomatis mengingat, data yang terkumpul tidak sedikit. Proses otomatis tersebut dilakukan oleh aplikasi kecil yang dibuat dengan menggunakan bahasa Java. Proses utama yang dilakukan adalah pembacaan file csv dan melakukan parsing data pada semua data.

Proses parsing dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama adalah untuk mengambil data per pemain. Data tersebut disimpan dalam file csv dengan format Nama_Pemain.csv. Tahap kedua adalah untuk melakukan parsing proses tiap sesi akses atau tiap bermain. Setiap sesi diawali dengan proses Login dan diakhiri dengan logout, untuk itu, parsing data dilakukan berdasarkan proses tersebut. Kemudian, hasil parsing data disimpan dalam file dengan penamaan Nama_Pemain-kali_bermain.csv sehingga akan tampil seperti Gambar 5. Jumlah file yang berhasil didapatkan dengan proses parsing tersebut adalah 136 file.



Gambar 4. Tampilan Data Log yang Didapatkan dari Code Maniac



Gambar 5. Data File Hasil Ekstraksi Proses

6.3 Perhitungan Kesamaan Proses

Perhitungan kesamaan proses menggunakan rumus Node Matching Similarity. Proses tersebut dilakukan secara otomatis dengan aplikasi kecil yang dibangun dengan bahasa Java. Algoritma perhitungan kesamaan proses digambarkan dalam pseudocode di Gambar 6.

Dari pseudocode pada gambar 5, perhitungan kesamaan proses dilakukan dengan cara membandingkan setiap proses dengan proses lainnya. Terdapat 136 proses yang dihasilkan dari proses sebelumnya. Untuk itu hasil perhitungan direpresentasikan dalam tabel 136 x 136 yang kemudian disimpan dalam file excel.

6.4 Penentuan Jumlah Kelompok

Penentuan jumlah kelompok (cluster) dilakukan untuk mengoptimalkan proses pengelompokan proses. Pada beberapa algoritma pengelompokan, jumlah kelompok (cluster) harus ditentukan terlebih dahulu. Algoritma tersebut hanya mengelompokkan berdasarkan jumlah kelompok yang sudah ditentukan sebelumnya. Pengelompokan menggunakan algoritma tidak mempertimbangkan jumlah kelompok yang optimal. Untuk itu diperlukan sebuah

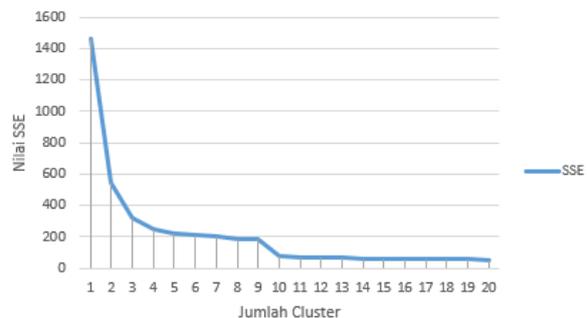
mekanisme untuk menentukan jumlah kelompok yang paling optimal sebelum proses pengelompokan data dilakukan.

```

1  procedure NodeSimilarity
2  for int i=0 to size of process1 do
3      for int j=0 to size of process2 do
4          if process1.node[i] && process2.node[j]
5  is paired then
6              if process1.node[i] ==
7  process2.node[j] then
8                  process1.node[i] ← set paired
9                  process2.node[j] ← set paired
10             end if
11         end if
12     end for
13 end for
14 for int k=0 to size of process1 do
15     numPaired ← 0
16     if process1.node[k] is paired then
17         numPaired++
18     end if
19 end for
similarityValue ← 2*numPaired / (size of
process1 + size of process2)
end procedure
    
```

Gambar 6. Pseudocode Proses Perhitungan Similaritas

Pada penelitian ini, penentuan jumlah kelompok dilakukan dengan cara melihat karakteristik data dengan menggunakan Metode Elbow (Elbow Method). Proses perhitungan dengan menggunakan metode Elbow dilakukan secara iteratif. Iterasi dilakukan mulai dari jumlah kelompok terkecil hingga batas kelompok yang ingin diketahui nilai Sum Square of Error (SSE). Pada proses perhitungan ini dilakukan dari jumlah kelompok 1 hingga 20. Kemudian hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik yang tergambar pada Gambar 7 agar memudahkan untuk menentukan jumlah kelompok yang paling optimal.



Gambar 7. Hasil Analisis Elbow

Dari hasil Metode Elbow dapat ditentukan jumlah cluster yang bagus adalah 2 dan 3. Akan tetapi masih ada penurunan di cluster 8 dan 10 kemudian. Gambar 7 menunjukkan jumlah cluster dari grafik metode tersebut. Metode Elbow menghitung konsistensi dari sebuah cluster dengan cara menghitung Sum Square of Error (SSE). Jumlah

cluster ditentukan dengan menggunakan grafik pada Gambar 7 pada penurunan yang paling tajam.

6.5 Pengelompokan Proses

Pengelompokan data dilakukan pada jumlah kelompok (k) adalah 2 dan 3 sesuai dengan hasil perhitungan dengan menggunakan Metode Elbow. Pengelompokan dilakukan dengan menggunakan algoritma K-Means. Hasil pengelompokan proses dengan jumlah kelompok (k) 2 dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengelompokan dengan $k=2$

Kelompok (Cluster)	Jumlah Data
Kelompok 1	74
Kelompok 2	62

Dari hasil yang ada pada Tabel 3, jumlah data setiap kelompok adalah, kelompok 1 terdiri dari 74 data dan kelompok 2 terdiri dari 62 data. Sedangkan hasil pengelompokan dengan nilai $k=3$ dijelaskan pada tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengelompokan dengan $k=3$

Kelompok (Cluster)	Jumlah Data
Kelompok 1	42
Kelompok 2	56
Kelompok 3	38

Tabel 3 menjelaskan bahwa data yang didapat untuk masing-masing kelompok mulai dari kelompok 1 hingga 3 adalah 42, 56, dan 38 data.

7. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk menggali pola perilaku pemain pada sistem Code Maniac. Penggalan pola perilaku sangatlah penting dalam rangka mewujudkan sistem pembelajaran yang dapat menyesuaikan dengan karakteristik pemain. Penggalan pola dilakukan pada data log proses per pemain dan per sesi yang berjumlah kurang lebih 136 proses. Kemudian proses tersebut dikelompokkan sesuai dengan kedekatan atau kesamaan karakteristik bermain. Pengelompokan diawali dengan menentukan jumlah kelompok yang optimal dengan menggunakan Metode Elbow kemudian dibagi kelompok dengan menggunakan algoritma K-Means. Hasil penentuan jumlah kelompok yang paling optimal adalah $k=2$ dan $k=3$. Untuk itu pengelompokan dilakukan dan menghasilkan 2 kelompok dan 3 kelompok data. Perlu dilakukan analisis lebih dalam mana yang paling optimal dari kedua pilihan k tersebut. Dan, perlu dilakukan analisis terhadap kesamaan tipe permainan yang dilakukan setiap kelompok yang kemudian dapat dihasilkan informasi pemain tersebut adalah termasuk pada tipe bermain yang mana

Penelitian mendatang dapat dilakukan analisis mendalam tentang tiap tipe permainan. Karakteristik permainan perlu digali lebih dalam sehingga informasi yang dihasilkan oleh Code Maniac menjadi lebih akurat dan lengkap. Informasi karakteristik

permainan kemudian dapat dijadikan bahan untuk menentukan gameplay dalam Code Maniac.

DAFTAR PUSTAKA

- AALST, W. VAN DER. 2011 Process mining : discovery, conformance and enhancement of business processes. Springer.
- VAN DER AALST, W. 2016. Data Science in Action, in Process Mining. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 3–23. doi: 10.1007/978-3-662-49851-4_1.
- BIRK, M. V. ET AL. 2015. Modeling Motivation in a Social Network Game Using Player-Centric Traits and Personality Traits, in. Springer, Cham, pp. 18–30. doi: 10.1007/978-3-319-20267-9_2.
- DANUTAMA, K. AND LIEM, I. 2013. Scalable Autograder and LMS Integration, *Procedia Technology*, 11, pp. 388–395. doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.207.
- DIJKMAN, R. ET AL. 2011. Similarity of business process models: Metrics and evaluation, *Information Systems*, 36(2), pp. 498–516. doi: 10.1016/j.is.2010.09.006.
- DOMÍNGUEZ, A. et al. 2013 . Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes, *Computers & Education*. Pergamon, 63, pp. 380–392. doi: 10.1016/J.COMPEDU.2012.12.020.
- ELLIS, R. A., GINNS, P. AND PIGGOTT, L. 2009 E-learning in higher education: some key aspects and their relationship to approaches to study. *Higher Education Research & Development*. Routledge , 28(3), pp. 303–318. doi: 10.1080/07294360902839909.
- HAN, I. AND SHIN, W. S. 2016. The use of a mobile learning management system and academic achievement of online students, *Computers & Education*. Pergamon, 102, pp. 79–89. doi: 10.1016/J.COMPEDU.2016.07.003.
- HARTIGAN, J. A. AND WONG, M. A. 1979 Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm, *Applied Statistics*. WileyRoyal Statistical Society, 28(1), p. 100. doi: 10.2307/2346830.
- ISKANDAR, K. ET AL. 2015 . Evaluating a Learning Management System for BINUS International School Serpong, *Procedia Computer Science*. Elsevier, 59, pp. 205–213. doi: 10.1016/J.PROCS.2015.07.556.
- JUHAŇÁK, L., ZOUNEK, J. AND ROHLÍKOVÁ, L. 2017. Using process mining to analyze students quiz-taking behavior patterns in a learning management system, *Computers in Human Behavior*. doi: 10.1016/j.chb.2017.12.015.
- JUNG, J., BAE, J. AND LIU, L. 2009. Hierarchical clustering of business process models, *International Journal of Innovative ...*, 5(12), pp. 613–616. Available at: <http://www->

- static.cc.gatech.edu/~lingliu/papers/2009/Bae-ISII08-09.pdf (Accessed: 6 December 2013).
- KODINARIYA, T. M. AND MAKWANA, P. R. 2013. Review on determining number of Cluster in K-Means Clustering, *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 1(6), pp. 2321–7782.
- MAGERKO, B. ET AL. 2008. Intelligent adaptation of digital game-based learning, in *Proceedings of the 2008 Conference on Future Play Research, Play, Share - Future Play '08*. New York, New York, USA: ACM Press, p. 200. doi: 10.1145/1496984.1497021.
- MARTIN, C. D. 2003 *Computing curricula 2001*, ACM SIGCSE Bulletin. doi: 10.1145/782941.782945.
- MENDLING, J., VAN DONGEN, B. F. AND VAN DER AALST, W. M. P. 2007. On the Degree of Behavioral Similarity between Business Process Models, in *Proceedings 6th GI Workshop on Event-Driven Process Chains*, pp. 39–58. doi: 10.1.1.143.1511.
- ORJI, R. ET AL. 2013. Tailoring persuasive health games to gamer type. in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '13*. New York, New York, USA: ACM Press, p. 2467. doi: 10.1145/2470654.2481341.
- PRADANA, F., BACHTIAR, F. A. AND PRIYAMBADHA, B. 2018. PENGARUH ELEMEN GAMIFICATION TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA E-LEARNING PEMROGRAMAN JAVA, *Semnasteknomedia*, pp. 7–12.
- ROUSSEEUW, P. J. 1987. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, pp. 53–65. doi: 10.1016/0377-0427(87)90125-7.
- SIMÕES, J., REDONDO, R. D. AND VILAS, A. F. 2013. A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Computers in Human Behavior*. Pergamon, 29(2), pp. 345–353. doi: 10.1016/J.CHB.2012.06.007.
- SOFLANO, M., CONNOLLY, T. M. AND HAINEY, T. 2015. An application of adaptive games-based learning based on learning style to teach SQL. *Computers & Education*. Pergamon, 86, pp. 192–211. doi: 10.1016/J.COMPEDU.2015.03.015.
- SUN, P.-C. ET AL. 2008. What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction', *Computers & Education*. Pergamon, 50(4), pp. 1183–1202. doi: 10.1016/J.COMPEDU.2006.11.007.
- URH, M. ET AL. 2015. The Model for Introduction of Gamification into E-learning in Higher Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Elsevier B.V., 197(February), pp. 388–397. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.07.154.
- VASSILEVA, D. 2012. ADAPTIVE E-LEARNING CONTENT DESIGN AND DELIVERY BASED ON LEARNING STYLES AND KNOWLEDGE LEVEL, *Serdica J. Computing*, 6, pp. 207–252. Available at: <http://sci-gems.math.bas.bg/jspui/bitstream/10525/1801/1/sjc-vol6-num2-2012-p207-p252.pdf> (Accessed: 23 February 2018).
- YULIANTO, S. V. AND LIEM, I. 2014. Automatic Grader for Programming Assignment Using Source Code Analyzer., in, pp. 0–3