

PERBAIKAN METODE PEMERINGKATAN SPESIFIKASI KEBUTUHAN BERDASARKAN PERKIRAAN KEUNTUNGAN DAN NILAI PROYEK DENGAN MENGURANGI PERBANDINGAN BERPASANGAN

^aDaniel Siahaan, ^bEko Prasetyo

^{a,b}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, ITS

Gedung T.Informatika, Jl. Raya ITS, Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-Mail: ^adaniel@if.its.ac.id

Abstrak

Pemeringkatan spesifikasi kebutuhan yang lebih diprioritaskan perlu dilakukan mengingat besarnya jumlah spesifikasi kebutuhan yang muncul diawal pengembangan perangkat lunak. Pemeringkatan juga mendekatkan relevansi keinginan pengguna dengan spesifikasi kebutuhan yang diterapkan. Metode pendekatan perkiraan keuntungan dan biaya merupakan metode multi kriteria yang mengakomodasi peringkat spesifikasi kebutuhan berdasarkan keuntungan bagi pengguna dan biaya pengembangan bagi pengembang. Terdapat dua masalah utama dalam metode ini. Pertama, jika jumlah spesifikasi kebutuhan besar, maka perbandingan berpasangan yang harus dijawab akan semakin banyak. Kedua, keputusan peringkat akhir masih harus melalui diskusi oleh pelanggan. Dalam penelitian ini diusulkan perbaikan metode pemeringkatan pendekatan perkiraan keuntungan dan biaya dengan *100 points* dan *fuzzy k-means clustering* untuk mengurangi perbandingan berpasangan dalam pemeringkatan spesifikasi kebutuhan berdasarkan metode *AHP* dan model kuadran. Hal tersebut dapat mengurangi perbandingan berpasangan, sehingga proses pemeringkatan menjadi lebih cepat. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa jumlah perbandingan berpasangan yang harus dijawab oleh pelanggan dapat dikurangi 63.27% dari jumlah semula. Spesifikasi kebutuhan berhasil diperingkat dengan perbaikan metode yang diusulkan, nilai rasio konsistensi (*CR*) menunjukkan hasil di bawah 10% yang berarti masih berada dalam batas yang dapat dipertanggungjawabkan hasilnya.

Kata kunci: *100-Points*, *Analytic Hierarchy Process*, *Fuzzy k-means*, Model Kuadran, Pemeringkatan Spesifikasi Kebutuhan, Pendekatan Keuntungan dan Biaya.

Abstract

Predictions of benefit and cost of individual requirements are necessary for requirements prioritization methods which based on benefit and cost approach. Requirements prioritization pulls relevant requirements of user towards their implementation. A cost-value approach is a multi-criteria method for prioritizing requirements according to their relative values and costs. There were two inherited problems in the method. It requires both customers and developers to apply AHP's pairwise comparison method to assess the relative value and estimate the relative implementation cost of candidate requirements. The problem is that this method introduces $n \times n$ number of comparisons to be assessed by customers and developers. Furthermore, the approach only provides a cost-value diagram as a recommendation for the software managers to further analyze and prioritize the requirements. This paper improves the existing approach by implementing 100p method and fuzzy k-means to reduce the number of pairs to be compared produced by AHP, which contributed to the computational time. The experimental results show that the improved method can reduce 63.27% of the number of pairs to be compared, with consistency ratio (CR) value below the maximum acceptable threshold.

Key words: 100p, Cost-Value Approach, Fuzzy k-means, Requirements Prioritization.

PENDAHULUAN

Sebelum perangkat lunak digunakan oleh pengguna, proses demi proses harus dilalui dalam pengembangan perangkat lunak. Fase spesifikasi kebutuhan dalam pembuatan perangkat lunak merupakan fase yang sangat menentukan keberhasilan perangkat lunak. Isu mengenai pentingnya fase spesifikasi kebutuhan [1-3] memberikan pernyataan yang sama bahwa fase spesifikasi kebutuhan sangat dipengaruhi oleh biaya dan waktu, dan kualitas spesifikasi kebutuhan itu sendiri. *Constructive Cost Model (COCOMO)* [4] melaporkan rata-rata fase spesifikasi kebutuhan mengkonsumsi 8% dari total sumber daya proyek selama periode rata-rata waktu 20% dari total durasi proyek. Dalam studi proyek *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*, [5] menyampaikan isu bahwa proyek sukses secara optimal ketika menggunakan 7% - 15% dari total sumber daya proyek untuk fase spesifikasi kebutuhan.

Demikian pentingnya fase spesifikasi kebutuhan sehingga kesalahan dalam fase ini dapat berakibat kegagalan proyek seperti: program tidak digunakan karena tidak sesuai yang diinginkan pengguna, dan sebagainya. Setelah spesifikasi kebutuhan dibuat, disampaikan pula dalam [6] dilakukannya proses yang disebut dengan prioritasasi/pemeringkatan. Pemeringkatan spesifikasi kebutuhan digunakan dalam manajemen produk perangkat lunak untuk menentukan yang manakah kandidat spesifikasi kebutuhan produk perangkat lunak yang seharusnya dimasukkan dalam *release* tertentu [7]. Spesifikasi kebutuhan diprioritaskan untuk meminimalisasi resiko selama pengembangan sehingga spesifikasi kebutuhan dengan kepentingan yang paling tinggi atau beresiko tinggi diimplementasikan terlebih dahulu.

Ada beberapa metode untuk memperkirakan prioritasasi (pemeringkatan) spesifikasi kebutuhan perangkat lunak yang ada. Interdependensi perlu didefinisikan, dan estimasi biaya harus digunakan dalam proses seleksi untuk mengambil spesifikasi kebutuhan yang memenuhi syarat peringkat. Beberapa metode dapat digunakan dalam pemeringkatan seperti: *Analytic Hierarchy Process (AHP)* [8], *100-points* [9], permainan perencanaan [10], perkiraan keuntungan dan nilai proyek [11], dan sebagainya. Pemeringkatan dapat

dilakukan oleh pelanggan dan/atau perwakilan pelanggan, seperti pakar internal dari pemasaran dan manajemen produk. Pemeringkatan spesifikasi kebutuhan dapat digunakan sebagai input terhadap pemilihan spesifikasi kebutuhan sebelum pilihan akhir untuk realisasi yang akan dibuat.

Ketika jumlah spesifikasi kebutuhan yang dihasilkan sedikit maka proses pemeringkatan membutuhkan waktu yang sedikit, tapi ketika jumlah spesifikasi kebutuhan semakin banyak maka waktu yang diperlukan untuk memeringkatnya juga semakin lama. Pada metode *AHP* saja misalnya jumlah spesifikasi kebutuhan yang telah mencapai 30 kebutuhan maka pengguna harus menjawab 435 pasang spesifikasi kebutuhan untuk dipilih yang lebih diprioritaskan. Metode *100-points* akan membuat pengguna semakin bingung untuk mendistribusikan *100-points* tersebut, pada 30 kebutuhan. Metode perkiraan keuntungan dan nilai proyek yang menggunakan *AHP* dalam memprioritaskan keuntungan dan nilai proyek akan membuat pertanyaan dalam jumlah seperti pada *AHP*. Metode ini juga akan membingungkan pelanggan dalam menentukan manakah spesifikasi kebutuhan yang akan diimplementasikan karena keluaran dari metode ini adalah sejumlah spesifikasi kebutuhan yang menempati posisi pada diagram kartesius, bukan bentuk peringkat spesifikasi kebutuhan tersebut. Untuk itu diperlukan perbaikan pada metode perkiraan keuntungan dan nilai proyek untuk membantu mempercepat proses pemeringkatan dan memberikan hasil peringkat yang pasti pada sejumlah spesifikasi kebutuhan.

Dalam penelitian ini diusulkan perbaikan metode pemeringkatan spesifikasi kebutuhan berdasarkan perkiraan keuntungan dan nilai proyek dengan mengurangi perbandingan berpasangan Spesifikasi kebutuhan yang telah dihasilkan akan dikelompok-kelompokkan menjadi sejumlah kelompok. Didalam masing-masing kelompok berisi sejumlah spesifikasi kebutuhan yang akan dikerjakan pemeringkatannya oleh pelanggan. Hal tersebut diharapkan dapat mempercepat proses pemeringkatan. Pemeringkatan keuntungan dan nilai proyek menggunakan metode *100-points*. Sedangkan metode pengelompokannya menggunakan *fuzzy k-means clustering* dengan basis perkiraan keuntungan dan nilai proyek dalam kelompok pemeringkatan, dan metode

model kuadran. Dengan perbaikan ini jumlah perbandingan berpasangan yang harus dijawab oleh pelanggan dapat dikurangi dan memberikan hasil peringkat akhir yang pasti.

PERBAIKAN PENDEKATAN *COST-VALUE*

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. H_01 : Dengan menerapkan metode 100 poin pada saat pemingkatan spesifikasi kebutuhan berdasarkan keuntungan dan nilai proyek maka jumlah perbandingan berpasangan yang harus dijawab oleh pengguna dan pengembang tidak ada, hanya pendistribusian 100 poin ke sejumlah spesifikasi kebutuhan saja yang dilakukan.
2. H_02 : Dengan menerapkan *fuzzy k-means* pada spesifikasi kebutuhan yang sudah terpetakan pada diagram koordinat kartesius maka jumlah perbandingan berpasangan akan berkurang dari persamaan (1) menjadi Persamaan (2).

$$n(n-1)/2 \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^k n(C_i)(n(C_i) - 1) / 2 \quad (2)$$

Dimana $n(C_i)$ adalah jumlah spesifikasi kebutuhan pada kelompok ke- i .

3. H_03 : Dengan menerapkan metode model kuadran maka kelompok-kelompok yang dihasilkan oleh *fuzzy k-means* akan terperingkat secara otomatis.

METODE ANALITIC HIERARCHY PROCESS (*AHP*)

Metode *AHP* merupakan teori umum mengenai pengukuran [12]. Empat macam skala pengukuran yang biasanya digunakan secara berurutan adalah skala nominal, ordinal, interval dan rasio. Skala yang lebih tinggi dapat dikategorikan menjadi skala yang lebih rendah, namun tidak sebaliknya.

AHP digunakan untuk menurunkan skala rasio dari beberapa perbandingan berpasangan yang bersifat diskrit maupun kontinu. Perbandingan berpasangan tersebut dapat diperoleh melalui pengukuran aktual maupun pengukuran relative dari derajat kesukaan, atau kepentingan atau perasaan. Dengan demikian

metode ini sangat berguna untuk membantu mendapatkan skala rasio dari hal-hal yang semula sulit diukur seperti pendapat, perasaan, perilaku dan kepercayaan.

Penggunaan *AHP* dimulai dengan membuat struktur hirarki atau jaringan dari permasalahan yang ingin diteliti. Di dalam hirarki terdapat tujuan utama, kriteria-kriteria, sub kriteria-sub kriteria dan alternatif-alternatif yang akan dibahas. Perbandingan berpasangan dipergunakan untuk membentuk hubungan di dalam struktur. Hasil dari perbandingan berpasangan ini akan membentuk matrik dimana skala rasio diturunkan dalam bentuk eigenvektor utama atau fungsi-eigen. Matrik tersebut berciri positif dan berbalikan, yakni $a_{ij} = 1/a_{ji}$

Faktor-faktor tersebut diukur secara relatif antara satu dengan yang lain, dengan skala pengukuran relatif 1 hingga 9, seperti yang tertera dalam [12]. Jika nilai elemen yang dibandingkan sangat dekat satu sama lain, penggunaan skala 1.1, 1.2 hingga 1.9 dapat digunakan.

Metode *100-Points (100P)*

Metode 100P dijelaskan dalam [13] yang menyatakan bahwa "*This simple test is fun, fair and easy to do*". Sebagaimana indikasi namanya, setiap responden harus mendapatkan seratus poin dari beberapa nilai. Dengan poin ini responden melakukan "*purchase ideas*". Setiap responden menuliskan pada selembar kertas poinnya, sementara satu orang mengambil jawaban dan menjumlahkan *point* yang didapatkan setiap spesifikasi kebutuhan dan kemudian memberikan hasil *cumulative voting*. Kebutuhan yang mendapatkan skor tertinggi adalah kebutuhan yang paling penting.

Ada klaim bahwa permasalahan pada metode ini hanya melakukan satu kali dalam setiap proyek [13]. Tidak ada alasannya mengapa. Salah satunya adalah ketika hasil telah diberikan, setiap responden harus melihat bagaimana responden lain telah memilih. Jika pada iterasi awal kebutuhan favorit seorang responden ditempatkan di urutan pertama dan kebutuhan favorit berikutnya di urutan terakhir, maka pada putaran berikutnya responden dapat memasukkan semua poin pada kebutuhan favorit keduanya dan menjadikan dua kebutuhan tersebut pada posisi teratas. Batasan lain yang dapat diberlakukan adalah berapa

banyak seorang responden dapat memberikan poin untuk satu kebutuhan. Jika tidak ada batasan, seorang responden yang lebih pandai dapat memperkirakan bahwa spesifikasi kebutuhan seperti *user friendly*, *nice GUI*, atau yang lain akan mendapatkan nilai tinggi, tetapi ia juga menginginkan perangkat lunak dapat berjalan di banyak sistem operasi. Maka ia akan meletakkan semua poin pada *platform independent* dan dengan pilihan itu berharap kedua kebutuhannya berada dalam daftar.

Pendekatan *Project Cost-Value*

Pendekatan biaya-keuntungan proyek (*Project Cost-Value Approach*) [7] relatif mudah untuk digunakan sebagai metode pemeringkatan spesifikasi kebutuhan produk perangkat lunak. Ide dasar dalam menentukan setiap kandidat individu spesifikasi kebutuhan adalah nilai proyek pengimplementasian spesifikasi kebutuhan dan berapa banyak keuntungan/hasil yang didapat dari spesifikasi kebutuhan. Penilaian nilai proyek dan keuntungan untuk spesifikasi kebutuhan dilakukan menggunakan metode *AHP* [8].

K-Means Clustering

Dalam statistik dan mesin pembelajaran, *k-means clustering* adalah metode analisis kelompok yang mengarah pada pemartisian n obyek pengamatan kedalam k kelompok dimana setiap obyek pengamatan dimiliki oleh sebuah kelompok dengan mean terdekat [14].

Pengelompokan data merupakan salah satu metode *data mining* yang bersifat tanpa arahan (*unsupervised*). Ada dua jenis pengelompokan data yang sering dipergunakan dalam proses pengelompokan data yaitu pengelompokan data hirarki (*hierarchical*) dan pengelompokan data non hirarki (*non-hierarchical*). *K-means* merupakan salah satu metode pengelompokan data non hirarki yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih kelompok. Metode ini mempartisi data ke dalam kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok yang sama dan data yang mempunyai karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok yang lain. Adapun tujuan dari pengelompokan data ini adalah untuk meminimalisasikan fungsi obyektif yang diset dalam proses pengelompokan, yang pada umumnya berusaha

meminimalisasikan variasi di dalam suatu kelompok dan memaksimalkan variasi antar kelompok.

Distance space, jarak antara dua titik dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$D_{L_2}(x_2, x_1) = \|x_2 - x_1\|_2 = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{2j} - x_{1j})^2} \quad (3)$$

Dimana p merupakan dimensi data.

Fuzzy K-Means

Metode *fuzzy k-means* (lebih sering disebut sebagai *fuzzy c-means*) mengalokasikan kembali data ke dalam masing-masing cluster dengan memanfaatkan teori *fuzzy*. Dalam metode *fuzzy k-means* dipergunakan variabel fungsi keanggotaan, u_{ik} , yang merujuk pada seberapa besar kemungkinan suatu data dapat menjadi anggota ke dalam suatu kelompok. Pada *fuzzy k-means* [15], diperkenalkan juga variabel m yang merupakan *weighting exponent* dari fungsi keanggotaan. Variabel ini dapat mengubah besaran pengaruh dari fungsi keanggotaan, u_{ik} , dalam proses pengelompokan menggunakan metode *fuzzy k-means*. m mempunyai wilayah nilai $m > 1$. Sampai sekarang ini tidak ada ketentuan yang jelas berapa besar nilai m yang optimal dalam melakukan proses optimasi suatu permasalahan pengelompokan. Nilai m yang umumnya digunakan adalah 2.

Fungsi keanggotaan untuk suatu data ke suatu *cluster* tertentu dihitung menggunakan Persamaan (4).

$$u_{ik} = \frac{c}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{D(x_k, v_i)}{D(x_k, v_j)} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (4)$$

dimana:

u_{ik} : Fungsi keanggotaan data ke- k ke kelompok ke- i .

v_i : Nilai *centroid cluster* ke- i .

m : *Weighting Exponent*.

Fungsi keanggotaan, u_{ik} , mempunyai wilayah nilai $0 \leq u_{ik} \leq 1$. *Item* data yang mempunyai tingkat kemungkinan yang lebih tinggi ke suatu kelompok akan mempunyai nilai fungsi keanggotaan ke kelompok tersebut yang mendekati angka 1 dan ke kelompok yang lain mendekati angka 0.

Fungsi obyektif yang digunakan adalah Persamaan (5) [15-16].

$$J(U, V) = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^c (u_{ik})^m D(x_k, v_i)^2 \quad (5)$$

dimana:

- N : Jumlah data.
- c : Jumlah cluster.
- m : *Weighting exponent*.
- u_{ik} : Fungsi keanggotaan data ke- k ke kelompok ke- i .
- v_i : Nilai *centroid cluster* ke- i .

Metode *fuzzy k-means* melakukan proses pengelompokan dengan mengikuti algoritma sebagai berikut [15,17]. Pertama, tentukan jumlah kelompok. Kedua, alokasikan data sesuai dengan jumlah kelompok yang ditentukan. Ketiga, hitung nilai *centroid* dari masing-masing kelompok. Keempat, hitung nilai fungsi keanggotaan masing-masing data ke masing-masing kelompok. Kelima, kembali ke langkah ketiga. Apabila perubahan nilai fungsi keanggotaan masih di atas nilai *threshold* yang ditentukan, atau apabila perubahan pada nilai *centroid* masih di atas nilai *threshold* yang ditentukan, atau apabila

perubahan pada nilai fungsi obyektif masih di atas nilai *threshold* yang ditentukan.

Untuk menghitung pusat kelompok ke- i , v_i , digunakan Persamaan (6).

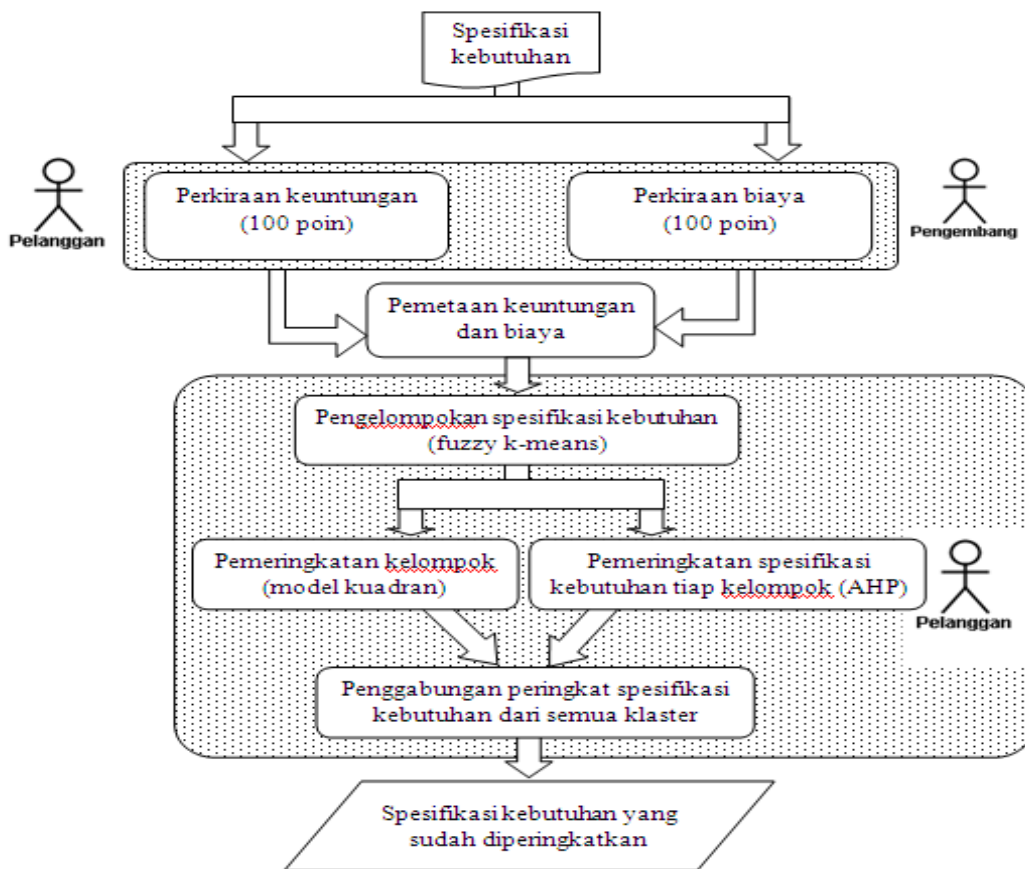
$$v_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N (u_{ik})^m x_{kj}}{\sum_{k=1}^N (u_{ik})^m} \quad (6)$$

dimana:

- N : Jumlah data
- m : *Weighting exponent*
- u_{ik} : Fungsi keanggotaan data ke- k ke kelompok ke- i

Model Kuadran

Model kuadran adalah *supply categorization model* yang meng-agregasi *item* inventori dari sistem pasokan kedalam bentuk kuadran [18]. *Item* kuadran diletakkan dalam menentukan praktek pengadaan dan inventaris dimana organisasi akan menggunakan *item* tersebut.



Gambar 1. Rancangan metode *Advanced Cost-Value Approach*.

Metode model kuadran dibagi menjadi empat kuadran sebagai berikut. Pertama, *critical*, dimana nilai misi yang tinggi, resiko dan keunikan tinggi mengarahkan pelanggan memusatkan pada bagian ini. Kedua, *bottleneck*, dimana *item-item* pada bagian ini mempunyai nilai misi yang rendah seperti routine, tetapi mempunyai elemen resiko dimana sedikit pemasok yang tersedia, *item* tertentu mempunyai sedikit atau tidak ada potensi untuk digantikan, dan lebih mahal. Ketiga, *routine*, dimana nilai misi yang rendah, dan *item* resiko/keunikan yang rendah ditemukan oleh pelanggan yang mempunyai banyak pilihan yang tersedia dari pemasok yang berpotensi, harga lebih rendah dan *item* tersebut tidak penting terhadap harapan misi. Keempat, magnifikasi, dimana resiko atau keunikan rendah, dan nilai misi yang tinggi mengkarakteristikan *item* pada kuadran ini.

METODE ADVANCED COST-VALUE APPROACH

Metode baru yang dirancang ini adalah pengembangan metode pendekatan keuntungan dan biaya proyek yang melakukan penggabungan hasil pemeringkatan spesifikasi kebutuhan keuntungan oleh pelanggan dan biaya proyek oleh pengembang, hasil pemeringkatan dua parameter ini dipetakan pada diagram koordinat kartesius untuk mengetahui posisi kuadran yang ditempati oleh tiap spesifikasi kebutuhan dan kemudian melakukan pemeringkatan dengan cara yang baru.

Tujuan dari metode baru ini adalah mengurangi jumlah perbandingan berpasangan ketika melakukan pemeringkatan spesifikasi kebutuhan yang sudah dipetakan dalam model kuadran untuk memberikan input panduan bagi pelanggan dan pengembang dalam memilih spesifikasi kebutuhan yang lebih diutamakan dalam bentuk peringkat yang jelas. Sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1, spesifikasi kebutuhan yang telah diperingkat telah memperhatikan unsur keuntungan bagi pelanggan dan biaya proyek bagi pengembang. Selanjutnya urutan peringkat spesifikasi kebutuhan tersebut kemudian secara obyektif dilakukan pemeringkatan dengan metode lain, yaitu *AHP* [8]. Dalam hal ini dibatasi bahwa jumlah spesifikasi kebutuhan yang bergabung

dalam satu kelompok tidak melebihi 15, karena nilai indeks konsistensi yang didapatkan pada *AHP* hanya sampai 15 ordo matrik perbandingan.

Pengelompokan yang dilakukan dalam metode ini bertujuan untuk mengelompokkan spesifikasi kebutuhan yang mempunyai kedekatan besaran keuntungan/biaya proyek sehingga untuk spesifikasi kebutuhan dengan keuntungan dan atau biaya proyek yang mempunyai kedekatan yang memenuhi syarat dalam pengelompokan akan bergabung dalam kelompok yang sama, sedangkan spesifikasi kebutuhan dengan keuntungan dan atau biaya proyek yang mempunyai kedekatan tidak memenuhi syarat dalam pengklusteran akan terpisah pada kelompok yang berbeda.

Setelah melewati tahap pengelompokan, maka akan didapatkan sejumlah kelompok yang terpetakan pada diagram kartesius, dari sini, jumlah titik yang berada pada diagram telah berkurang menjadi sejumlah kelompok. Selanjutnya, proses yang harus dilakukan adalah pemeringkatan untuk tiap kelompok, dan pemeringkatan untuk setiap spesifikasi kebutuhan pada tiap kelompok. Pemeringkatan kelompok dan spesifikasi kebutuhan didalam setiap kelompok. Misalkan dihasilkan 4 kelompok, yaitu *K1* yang terdiri dari 3 kebutuhan (*R1*, *R3*, dan *R6*), *K2* yang terdiri dari 2 kebutuhan (*R2* dan *R8*), *K3* yang terdiri dari 2 kebutuhan (*R4* dan *R5*), serta *K4* yang terdiri dari 3 kebutuhan (*R7*, *R9*, dan *R10*).

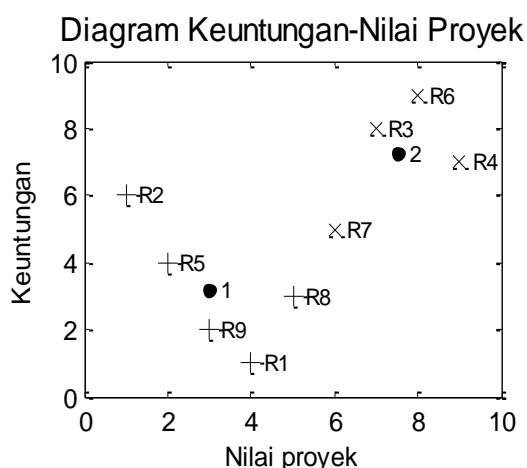
Hasil dari proses pengelompokan akan menghasilkan sejumlah kelompok yang merupakan kelompok-kelompok dengan kesamaan/kemiripan keuntungan dan biaya proyek. Proses berikutnya adalah pemeringkatan kebutuhan. Proses ini dibagi ke dalam dua bagian, yaitu pemeringkatan kelompok kebutuhan dan pemeringkatan kebutuhan dalam tiap-tiap kelompok.

Pada pemeringkatan kelompok kebutuhan, penelitian ini mengadaptasi model kuadran. Adaptasi terhadap model kuadran dilakukan dengan hanya menggunakan kuadran satu diagram koordinat kartesius. Dalam model adaptasi ini kuadran tersebut dibagi menjadi empat lagi dengan identitas yang sama seperti pada empat kuadran semula. Hal ini untuk mengakomodasi besaran keuntungan dan biaya proyek yang semuanya bernilai positif. Hasil dari proses ini adalah urutan peringkat dari masing-masing kelompok kebutuhan. Misalnya

dihasilkan peringkat kelompok mulai dari paling tinggi ke rendah sebagai berikut: $K3$, $K4$, $K2$, dan $K1$.

Pada pemeringkatan kebutuhan dalam tiap-tiap kelompok, penelitian ini menggunakan metode *AHP*. Kebutuhan-kebutuhan yang berada dalam satu kelompok diperbandingkan secara berpasangan untuk mendapatkan skala rasio kepentingan tiap pasangan. Dari matriks rasio kepentingan tersebut kemudian dapat dihitung nilai *eigenvector* dari masing-masing kebutuhan dalam suatu kelompok. Kemudian kebutuhan-kebutuhan tersebut diurutkan, dimana kepentingan kebutuhan berbanding lurus dengan nilai *eigen vector*-nya. Misalnya didapatkan peringkat mulai dari paling tinggi ke rendah sebagai berikut: $K1$ ($R1$, $R6$, $R3$), $K2$ ($R2$ dan $R8$), $K3$ ($R5$ dan $R4$), serta $K4$ ($R10$, $R9$, dan $R7$).

Bagian akhir dari proses pemeringkatan adalah menggabungkan kedua proses pemeringkatan tersebut. Sehingga, kebutuhan dalam kelompok yang peringkatnya lebih tinggi, akan menempati urutan lebih tinggi dibanding dengan kebutuhan dari kelompok yang peringkatnya lebih rendah. Dengan 10 buah kebutuhan sebelumnya, maka didapatkan peringkat dari atas ke bawah: $K3$ ($R5$ dan $R4$), $K4$ ($R10$, $R9$, dan $R7$), $K2$ ($R2$ dan $R8$), dan $K1$ ($R1$, $R6$, $R3$). Sehingga dengan bentuk lain dapat kita sebutkan peringkat dari kebutuhan dari tinggi ke rendah adalah: $R5$, $R4$, $R10$, $R9$, $R7$, $R2$, $R8$, $R1$, $R6$, dan $R3$.



Gambar 2. Hasil Pengujian Pengelompokan data Pasangan Pengembang dan Pelanggan dengan 2 Kelompok pada Percobaan ke-1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengujian yang dilakukan adalah studi kasus terhadap metode, titik-titik yang diuji adalah sebagai berikut:

Pertama, melakukan pemeringkatan berdasarkan keuntungan oleh pelanggan dan biaya proyek oleh pengembang dengan metode 100 poin.

Kedua, melakukan pengelompokan dengan *k-means clustering* oleh pengembang dengan jumlah kelompok yang diperkirakan secara mandiri oleh pengembang.

Ketiga, melakukan pemeringkatan pada sejumlah spesifikasi kebutuhan dalam tiap kelompok berdasarkan metode *AHP* oleh pelanggan yang didapat dari metode yang lama.

Langkah-langkah diatas dilakukan pada studi kasus dengan sepuluh pelajar sarjana sebagai pengguna dan satu pelajar master sebagai pengembang. Analisis yang dilakukan dalam pengujian metode ini adalah : Jika dalam langkah 3, dengan jumlah perbandingan berpasangan yang sudah dikurangi dari jumlah semula memberikan hasil konsistensi jawaban yang memenuhi syarat dalam *AHP* yaitu kurang dari 10% maka metode ini dinyatakan berhasil. Selain itu juga dihitung rata-rata jumlah perbandingan berpasangan yang harus dijawab oleh pengembang dan pelanggan. Rata-rata jumlah perbandingan ini dihitung dengan menjumlah prosentase perbandingan pertanyaan yang didapatkan dengan mengurangi jumlah pertanyaan lama dengan pertanyaan baru dibagi dengan jumlah pertanyaan lama dikali dengan 100%. Kemudian hasil penjumlahan ini dibagi dengan jumlah percobaan. Gambar 2 adalah hasil percobaan pengelompokan data pasangan antara pengembang dengan pelanggan pada percobaan dengan dua kelompok pada metode *fuzzy k-means*.

Analisis Hasil Pengujian

Hasil pengujian direkapitulasi untuk melihat jumlah perbandingan berpasangan untuk metode yang lama dan baru. Kemudian dihitung rasio konsistensi (*CR*) yang didapatkan dengan membagi indeks konsistensi (*CI*) terhadap suatu indeks *random* (*RI*) dalam skala 1 sampai dengan 9. Rincian perhitungan dapat dilihat di [5]. Rekapitulasi hasil

perhitungan dapat dilihat pada (Tabel 1), dengan dua buah simpulan sebagai berikut.

Pertama, rata-rata jumlah perbandingan berpasangan yang harus dijawab oleh pengembang dan pelanggan dapat dikurangi 63.27% dengan simpangan baku 0.89%. Jumlah ini termasuk tinggi karena lebih dari separuh jumlah yang seharusnya dijawab telah berkurang sehingga hanya 36.73% saja yang harus dijawab. Hal ini sesuai dengan tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini.

Kedua, dengan pengurangan jumlah perbandingan berpasangan, ternyata nilai CR baru yang didapatkan masih kurang dari 10% dengan selisih rata-rata dari CR yang lama adalah 0.0108. Karena CR akhir yang didapatkan masih dibawah 10% maka metode ini dianggap berhasil.

Analisis Terhadap Hipotesis

Hipotesis-1 ditemukan bahwa: untuk H_01 , dengan menerapkan metode 100 poin pada saat pemeringkatan spesifikasi kebutuhan berdasarkan keuntungan dan biaya proyek maka jumlah perbandingan berpasangan yang harus dijawab oleh pengguna dan pengembang tidak ada, hanya pendistribusian 100 poin ke

sejumlah spesifikasi kebutuhan saja yang dilakukan; untuk H_11 , pada saat penentuan peringkat sementara oleh pengembang dan pelanggan, hanya menjawab n buah spesifikasi kebutuhan saja, sesuai dengan metode 100 poin. Karena H_01 benar dan H_11 benar, maka Hipotesis-1 bernilai benar.

Hipotesis-2 ditemukan bahwa: untuk H_02 , dengan menerapkan *fuzzy k-means* pada spesifikasi kebutuhan yang sudah terpetakan pada diagram koordinat kartesius maka jumlah perbandingan berpasangan akan berkurang dari Persamaan (1) menjadi Persamaan (2); untuk H_12 , jumlah spesifikasi kebutuhan adalah 9 maka jumlah pasangan pertanyaan adalah $= 9*(9-1)/2 = 36$. Jika terbagi menjadi tiga kelompok dengan jumlah data masing-masing kelompok adalah: 4, 2, 3 ternyata jumlah perbandingan berpasangan yang harus dijawab adalah 10. Jika dihitung sesuai dengan rumus, jumlah perbandingan berpasangan yang harus dijawab adalah: $(4*(4-1)/2)+(2*(2-1)/2)+(3*(3-1)/2)=10$. Dapat dilihat bahwa jumlah perbandingan berpasangan telah berkurang sehingga menjadi Persamaan (2). Karena H_02 benar dan H_12 benar, maka hipotesis 2 bernilai benar.

Tabel 1. Rekapitulasi Akhir Perubahan Jumlah Perbandingan dan CR.

Pasangan	Rata-rata jml perbandingan		Rata-rata CR		Selisih rata-rata		Persentase selisih (%)	
	lama	baru	lama	baru	jml pas.	CR	jml pas.	CR
d – c1	36	13.3	0.0130	0.0198	22.7000	-0.0068	63.0556	-52.2308
d – c2	36	13	0.0144	0.0215	23.0000	-0.0071	63.8889	-49.4444
d – c3	36	13.8	0.0263	0.0178	22.2000	0.0085	61.6667	32.4715
d – c4	36	13.5	0.0208	0.0140	22.5000	0.0068	62.5000	32.8365
d – c5	36	13	0.0202	0.0114	23.0000	0.0088	63.8889	43.5149
d – c6	36	12.9	0.0585	0.0050	23.1000	0.0536	64.1667	91.5385
d – c7	36	13.2	0.0309	0.0416	22.8000	-0.0107	63.3333	-34.5307
d – c8	36	13.6	0.0418	0.0217	22.4000	0.0202	62.2222	48.2057
d – c9	36	12.9	0.0301	0.0150	23.1000	0.0151	64.1667	50.2326
d – c10	36	13	0.0292	0.0097	23.0000	0.0195	63.8889	66.7808
Rata-rata	36	13.22	0.0285	0.0177	22.7800	0.0108	63.2778	22.9374
Simpangan baku	0	0.3190	0.0136	0.0100	0.3190	0.0186	0.8862	50.3501

Hipotesis-3 ditemukan bahwa: untuk H_{03} , dengan menerapkan metode model kuadran maka kelompok-kelompok yang dihasilkan oleh *fuzzy k-means* akan terperingkat secara otomatis; untuk H_{13} , yang diterapkan dalam metode model kuadran adalah melakukan pembacaan data pada setiap kuadran, jika dalam sebuah kuadran terdapat lebih dari satu data maka kuadran tersebut akan dipecah lagi menjadi 4 kuadran dan dilakukan pembacaan kuadran sesuai aturan. Cara tersebut dilakukan secara rekursif setiap kali dalam sebuah kuadran ditemukan lebih dari sebuah data. Akibatnya data yang dikeluarkan pada setiap pembacaan dalam kuadran merupakan peringkat yang didapatkan untuk setiap data. Karena perilaku rekursif ini dilakukan secara otomatis oleh fungsi yang didesain maka pemeringkatan kelompok terjadi secara otomatis oleh fungsi tersebut. Karena H_{03} benar dan H_{13} benar, maka hipotesis 3 bernilai benar.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian, pengujian dan analisis yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

Pertama, jumlah perbandingan berpasangan yang harus dijawab baik oleh pengembang maupun pelanggan dapat dikurangi dalam jumlah yang signifikan. Sekitar 63,27% perbandingan berpasangan dapat dikurangi, sedangkan hasil pemeringkatannya tetap relevan terhadap keuntungan dan biaya proyek. Kedua, peringkat yang pasti dapat didapatkan dengan menerapkan metode yang telah diperbaiki ini, karena hasil pemeringkatan sementara oleh pengembang dan pelanggan digabungkan menjadi data yang dapat dikelompok-kelompokkan, kemudian diperingkat kembali.

Pengembangan dari metode ini dapat dilakukan untuk mengatasi kelemahan yang masih ada. Pada saat proses pengelompokan ada kemungkinan terjadinya penggabungan kelompok menjadi satu kelompok. Hal ini dikarenakan pengaruh metode *fuzzy k-means* yang memungkinkan terjadinya nilai tak terhingga pada lokasi koordinat titik pusat kelompok.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusa K, Ohnishi A and Ohno Y. Verification of Requirements Description. *Proceedings of Twelfth Hawaii International Conference on System Science*. Los Alamitos, CA. 1979.
- [2] Davis A, Overmyer S, Jordan K, Caruso J, Dandashi F, Dinh A, Kincaid G, Ledebor G, Reynolds P, Sitaram P, Ta A and Theofanos M. Identifying and measuring quality in a Software Requirements Specification. *Proceedings of First International Software Metrics Symposium*. 141-152. 1993.
- [3] Yue. K. What does it mean to say that a specification is complete?. *Proceedings of Fourth International Workshop on Software Specification and Design*, Los Alamitos, CA. 1987.
- [4] Boehm BW. *Software Cost Estimation with Cocomo II*. New Jersey: Prentice Hall, Upper Saddle River. 2000.
- [5] Forsberg K and Mooz H. System engineering overview, in R.H. Thayer, M. Dorfman, A.M. Davis (Eds.), *Software Requirements Engineering*, 2nd Edition. *IEEE*. 44-72. 1997.
- [6] Gorschek T and Davis AM. Requirements Engineering: In Search of the Dependent Variables. *Information and Software Technology*. 50: 67-75. 2008.
- [7] Karlsson J and Ryan KA. A Cost-Value Approach for Prioritizing Requirements. *IEEE Software*. 67-74. 1997.
- [8] Saaty TL and Vargas LG. *Models, Methods, Concepts & Applications of the*

- Analytic Hierarchy Process*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 2001.
- [9] Leffingwell D and Widrig D. *Managing Software Requirements: A Unified Approach*. Reading, MA: Addison-Wesley. 1999.
- [10] Beck K. *Extreme programming: explained, 7th edition*. USA: Addison-Wesley. 2001.
- [11] Herrmann A and Daneva M. Requirements Prioritization Based on Benefit and Cost Prediction: An Agenda for Future Research. *Proceeding of 16th IEEE International Requirements Engineer Conference*. 1090-705x/08. 2008.
- [12] Saaty TL. How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*. 48: 9-26. 1990.
- [13] Leffingwell D. and Widrig, D. *Managing Software Requirements: A Use Case Approach, 2nd edition*. USA: Addison-Wesley. 2003.
- [14] Wahyuni FS, Siahaan DO and Faticah C. Penggunaan Cluster-Based Sampling untuk Penggalian Kaidah Asosiasi Multi-Obyektif. *Kursor*. 5: 59-67. 2009.
- [15] Bezdek JC. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*, New York: Plenum Press. 1981.
- [16] Miyamoto S and Agusta Y. Algorithms for L1 and Lp Fuzzy C-Means and Their Convergence. C. Hayashi, N. Oshumi, K. Yajima, Y. Tanaka, H. H. Bock and Y. Baba (eds), *Data Science, Classification, and Related Methods*. 295. 1995.
- [17] Miyamoto S. and Agusta Y. An Efficient Algorithm for L1 Fuzzy c-Means and its Termination. *Control and Cybernetics*. 24: 422-436. 1995.
- [18] Enholm Heuristics. *Quadrant Model Implementation By Data Analysis, And Cartesian Coordinate Transforms, Tempe*. 2011. URL: <http://enholm.net/index.php/products/quad/>, diakses tanggal 28 Maret 2011.