

PEMERINGKATAN PENYEDIA LAYANAN SOFTWARE AS A SERVICES DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY AHP DAN RELATIVE SERVICE RANKING VALUE

Reza Andria S¹, Sarwosri²

1) Program Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya

2) Jurusan Teknik Informatika ITS Surabaya

e-mail :¹reza.jalin@ub.ac.id , ²sarwosri.@if.its.ac.id

Abstrak. Teknologi komputasi awan telah muncul sebagai sebuah solusi alternatif untuk memberikan layanan sumber daya berbasis kebutuhan bagi pengguna. Salah satu jenis layanan pada layanan komputasi awan adalah layanan software as a service (SaaS) dimana perangkat lunak telah disediakan untuk dapat digunakan langsung oleh pengguna. Keberagaman perangkat lunak SaaS yang disediakan oleh penyedia layanan dengan fungsi yang sama menimbulkan permasalahan dalam pemilihan layanan oleh pengguna. Pada penelitian ini, diusulkan model pemeringkatan perangkat lunak SaaS. Model yang dihasilkan mengkombinasikan metode fuzzy AHP dengan metode relative service ranking value. Untuk melakukan proses perankingan diperlukan matrik kualitas untuk menentukan faktor kualitas dan kriteria kualitas pada layanan SaaS, matriks kualitas yang disusun melalui penelitian ini merupakan pengembangan dan modifikasi dari standar ISO 9126 dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil simulasi perhitungan dilakukan menunjukkan bahwa sistem pemeringkatan yang dihasilkan dapat dilakukan untuk membandingkan aspek-aspek kualitas pada layanan SaaS, dengan hasil akhir perbandingan nilai kualitas keseluruhan dari masing-masing penyedia layanan.

Keyword: Matrik kualitas perangkat lunak, SaaS, Fuzzy, AHP, Relative Service Ranking Value

Teknologi komputasi awan telah muncul sebagai sebuah solusi alternatif untuk memberikan sumber daya berbasis kebutuhan bagi pengguna. Tiga layanan utama pada teknologi berbasis komputasi awan adalah penyediaan infrastruktur sebagai layanan yang disebut sebagai *infrastructure as a service* (IaaS), penyediaan platform untuk pengembangan layanan aplikasi lain di atasnya yang disebut sebagai *platform as a service* (PaaS) dan penyediaan perangkat lunak sebagai sebuah layanan yang disebut sebagai *software as a service* (SaaS).

Penggunaan perangkat lunak yang tepat pada sebuah organisasi dapat meningkatkan nilai dari sebuah organisasi tersebut. Keberadaan SaaS menjadikan sebuah organisasi tidak perlu melakukan investasi dalam penyediaan perangkat lunak untuk mendukung jalannya organisasi. Sebuah organisasi hanya perlu melakukan pemilihan perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan organisasi yang bersangkutan. Kendala yang dihadapi dalam melakukan proses pemilihan adalah keberagaman perangkat lunak dengan fungsi sama yang disediakan oleh beragam penyedia, sehingga diperlukan adanya sebuah metode memudahkan proses pemilihan.

Berdasarkan aspek kemudahan untuk melakukan penyesuaian, ISO 9126 telah digunakan sebagai model dasar dalam penentuan kriteria kualitas perangkat lunak. Model kriteria perangkat lunak ISO 9126 bersifat umum, diperlukan beberapa modifikasi dan penyesuaian agar model tersebut dapat digunakan untuk menentukan kriteria kualitas perangkat lunak pada layanan SaaS

Penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk melakukan modifikasi ISO 9216 untuk mengukur tingkat kualitas perangkat lunak diantaranya melakukan modifikasi ISO 9216 untuk mengukur kualitas perangkat lunak pada layanan *business to business* [1], perangkat lunak *business to customer* [2], untuk aplikasi e-learning [3]. Model framework untuk *cloud computing* juga telah diteliti oleh penelitian sebelumnya menggunakan *relative value base ranking* untuk melakukan pemeringkatan layanan IaaS [4].

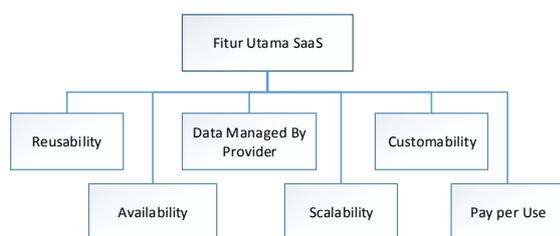
Penggunaan *relative value base ranking* yang telah dilakukan oleh Kumar dilakukan dengan mengkombinasikan dengan metode *analytical hierarchy process* (AHP) sebagai dasar untuk pembobotan faktor kualitas dan kriteria kualitas.

Untuk menggunakan AHP, pembobotan dilakukan dengan memberikan nilai bobot dalam sebuah rentang nilai tertentu untuk setiap variable [5]. Bagi pengguna awam hal ini akan menyulitkan untuk menentukan nilai. AHP juga memiliki kekurangan dari sisi tingkat presisi.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah model pemeringkatan perangkat lunak berbasis SaaS. Model yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna awam. Penggunaan skala nilai pembobotan digantikan oleh sebuah variabel linguistik dari set bilangan fuzzy dengan metode Fuzzy AHP untuk kemudian dilakukan proses perankingan dengan metode *relative service ranking value* untuk pemeringkatan layanan SaaS. Model pemeringkatan yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi landasan untuk pengembangan lebih lanjut dalam wujud kakas bantu.

Layanan SaaS

Fitur kunci dalam layanan SaaS dapat dilihat pada gambar 1 [6]. Fitur kunci layanan SaaS terdiri dari *reusability*, *data managed by provider*, *costumizability*, *avalibility*, *scalability*, *pay per use*.



Gambar 1 Fitur Utama SaaS [6]

Reusability dalam rekayasa perangkat lunak adalah kemampuan dalam setiap elemen dalam perangkat lunak untuk dapat melayani beragam kebutuhan. Dalam SaaS, faktor ini merupakan kemampuan dari layanan untuk melayani beragam pengguna., termasuk fitur-fitur didalamnya.

Data managed by provider adalah fitur untuk pengelolaan data, seluruh transaksional data menjadi tanggung jawab dari penyedia jasa, termasuk keamanan penyimpanan data.

Customability merupakan fitur dimana perangkat lunak yang disediakan mampu di modifikasi sesuai dengan kebutuhan dari pengguna.

Availability merupakan kemampuan untuk dapat diakses dari perangkat lunak yang disediakan. Untuk perangkat lunak, akses dilakukan melalui media internet menggunakan menggunakan perangkat perambah.

Fitur-fitur kunci tersebut diadopsi berdasarkan pengolahan dari standar ISO 9126 [7]

Sekilas Fuzzy Analytical Hierarchy Process

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah sebuah proses untuk menentukan sebuah pemeringkatan dari sebuah obyek penilaian. Prinsip kerja AHP adalah penyederhanaan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur, strategis dan dinamik menjadi bagian-bagian yang disusun secara hierarki. Tingkat kepentingan setiap variabel diberikan penilaian numerik secara subyektif. Penilaian dilakukan untuk mengukur tingkat kepentingan sebuah variabel dibanding dengan variabel lainnya [5].

Setiap variabel dibandingkan secara berpasangan (*pairwise comparisons*) dalam bentuk matriks perbandingan. Nilai-nilai perbandingan relatif yang dihasilkan kemudian diolah untuk menentukan tingkat kepentingan dari seluruh alternatif yang ada.

Penggunaan AHP dalam untuk penentuan keputusan dengan banyak kriteria sering dikritisi sehubungan dengan kurangnya tingkat presisi. Fuzzy AHP digunakan dengan mengganti tingkat skala dengan sebuah set bilangan fuzzy yang merepresentasikan variabel linguistik.

Bilangan fuzzy adalah sebuah fuzzy subset dari bilangan real, menyatakan pengembangan konsep rentang kepercayaan. Sebuah bilangan fuzzy \tilde{A} adalah *triangular fuzzy number* (TFN) bila fungsi $\mu_A(x) : \rightarrow [0,1]$ adalah sesuai dengan persamaan 1.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-L}{M-L}, & L \leq x \leq M \\ \frac{U-x}{U-M}, & M \leq x \leq U \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (1)$$

Dimana L dan U adalah batas bawah dan batas atas bilangan fuzzy \tilde{A} , sedangkan M adalah nilai tengah. TFN dapat dinotasikan dengan $\tilde{A}=(L,M,U)$.

Tabel 1. Fungsi keanggotaan skala linguistik

Bilangan Fuzzy	Skala Linguistik	Skala Bilangan Fuzzy
1	Sama Penting	(1,1,3)
3	Sedikit Lebih Penting	(1,3,5)
5	Lebih Penting	(3,5,7)
7	Sangat Penting	(5,7,9)
9	Paling Penting	(7,9,9)

Tabel 2. Fungsi keanggotaan skala linguistik inversi

Bilangan Fuzzy	Skala Linguistik	Skala Bilangan Fuzzy
1 ⁻¹	Sama Tidak Penting	(1/3,1,1)
3 ⁻¹	Sedikit Lebih Tidak Penting	(1/5,1/3,1)
5 ⁻¹	Lebih Tidak Penting	(1/7,1/5,1/3)
7 ⁻¹	Sangat Sangat Penting	(1/9,1/7,1/5)
9 ⁻¹	Paling Tidak Penting	(1/9,1/9,1/7)

Fungsi keanggotaan skala linguistik dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 [8]. Dari masukan pengguna berdasarkan tingkat kepentingan dilakukan proses perbandingan berpasangan dengan menggunakan matrix $n \times n$.

Berdasarkan matrik yang dihasilkan dihitung rata-rata geometris fuzzy dan bobot fuzzy setiap kriteria dengan rata-rata dengan menggunakan persamaan 2 dan persamaan 3.

$$\tilde{r}_i = \tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in} \quad (2)$$

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \quad (3)$$

Dimana \tilde{a}_{im} adalah nilai perbandingan fuzzy dari kriteria i ke n , \tilde{r}_i adalah rata-rata geometris dari nilai perbandingan fuzzy kriteria i terhadap setiap kriteria dan \tilde{w}_i adalah bobot fuzzy dari kriteria ke i dan dapat diindikasikan dengan TFN $\tilde{w}_i = (Lw_i, Mw_i, Uw_i, Lw_i)$ dimana Mw_i dan Uw_i masing-masing adalah nilai bawah, tengah dan atas dari bobot fuzzy kriteria ke i .

Stelah proses proses tersebut dilakukan defuzzyfikasi dari hasil bobot fuzzy dengan menggunakan persamaan 4.

$$Lw_i + ((Mw_i - Lw_i) + (Uw_i - Lw_i))/3 \quad (4)$$

Relative Service Ranking Value

Kumar menyebutkan bahwa untuk membandingkan nilai sebuah layanan dengan layanan lain dapat direpresentasikan dalam

sebuah matrik vektor yang disebut *relative service ranking value* (RSRV) [4].

Untuk melakukan perbandingan, dilakukan pengelompokan tipe nilai yaitu *boolean*, *numeric*, *unordered set* dan *range*. Tipe *boolean* digunakan untuk membandingkan, yang merepresentasikan ada dan tidak ada dari sebuah obyek yang diukur. Tipe numerik (*numeric*) digunakan apabila nilai yang diukur memiliki besaran numerik, tipe *unordered set* digunakan untuk menilai sebuah besaran tertentu, biasanya berupa jumlah parameter dalam sebuah obyek. Tipe range digunakan untuk mengukur besaran rentang nilai sebuah obyek.

Jika diketahui nilai sebuah parameter kriteria sebuah layanan sesuai dengan kebutuhan pengguna (v_i), untuk melakukan perbandingan nilai satu layanan (v_i) dan nilayan layanan lain (v_j) antara sebuah penyedia layanan (S_i) dan penyedia ayanan lain (S_j) dilakukan dengan formulasi yang dijabarkan pada persamaan sebagai berikut :

- Tipe *boolean*

$$S_i/S_j = 1, \text{ jika } V_i \equiv V_j \quad (5)$$

$$S_i/S_j = w_q, \text{ jika } V_j = 1 \text{ dan } V_i = 0 \quad (6)$$

$$S_i/S_j = 1/w_q, \text{ jika } V_j = 0 \text{ dan } V_i = 1 \quad (7)$$

- Tipe numerik

$$\frac{S_i}{S_j} = \frac{v_i}{v_j} \quad (8)$$

atau

$$\frac{S_i}{S_j} = \frac{v_j}{v_{ji}} \quad (9)$$

- Tipe *range*

$$\frac{S_i}{S_j} = \frac{\text{jumlah elemen } (v_i)}{\text{jumlah elemen } (v_j)} \quad (10)$$

- Tipe *unordered set*

$$\frac{S_i}{S_j} = \frac{\text{panjang range } (v_i \cap v_r)}{\text{panjang range } (v_j \cap v_r)} \quad (12)$$

I. METODOLOGI

Proses pemeringkatan pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama adalah proses pembentukan matrik faktor dan kriteria kualitas. Matrik yang dihasilkan akan disusun secara hierarki untuk mempermudah proses pembobotan. Tahap kedua adalah proses perhitungan bobot relatif pada setiap faktor kualitas, kriteria kualitas dan sub kriteria kualitas dengan menggunakan Fuzzy AHP.

Tahap ketiga adalah melakukan pemeringkatan nilai dari layanan dengan menggunakan RSVR. Tahap terakhir adalah melakukan agregasi terhadap seluruh hasil perhitungan untuk mendapatkan nilai peringkat dari masing-masing penyedia layanan SaaS

Tabel 4. Matrik kualitas layanan SaaS

Faktor Kualitas	Kriteria	Sub Kriteria	Tipe Nilai
Reusability	Kesesuaian Fungsi Utama		Numerik
	Kesesuaian Fungsi Tambahan		Numerik
	Cakupan Variabel		Numerik
Efficiency	Penggunaan Sumber Daya		Numerik
	Perilaku Waktu		Range
Reliability	Akurasi Layanan		Numerik
	Stabilitas Layanan	Jaminan Bebas Kesalahan	Numerik
		Kemampuan Pemulihan	Numerik
	Ketersediaan Dukungan	Dukungan Bebas Bea	Booean
Jenis Dukungan		Unordered Set	
Availability	Ketahanan	Waktu ketersediaan	Numerik
		Piranti Akses	Unordered Set
Scalability	Skalabilitas		Numerik

Matrik Kualitas Layanan SaaS

Matrik yang diusulkan untuk melakukan pengukuran layanan SaaS dijabarkan seperti tampak pada tabel 3. Faktor kualitas merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi dari kualitas perangkat lunak SaaS, faktor-faktor ini didapatkan dengan melakukan

pemetaan antara ISO 9126 dan fitur kunci dalam layanan SaaS. Berdasarkan pemetaan yang dilakukan maka didapatkan lima faktor kualitas yaitu *reusability*, *efficiency*, *reliability*, *availability* dan *scalability*.

Kriteria kualitas merupakan penjabaran dari aspek-aspek dalam faktor kualitas. Sebagai contoh, faktor kualitas *reliability* dapat dijabarkan dalam tiga aspek kriteria yaitu Akurasi Layanan, Stabilitas Layanan dan Ketersediaan Dukungan. Jika di dalam kriteria kualitas masih terdapat aspek yang perlu dijabarkan secara spesifik, hal ini diwujudkan dalam bentuk sub kriteria, semisal kriteria Ketersediaan Dukungan dapat dijabarkan menjadi dua sub kriteria yaitu Ketersediaan Dukungan Bebas bea dan Tipe Jenis Dukungan yang disediakan.

Matrik yang dihasilkan dievaluasi berdasarkan kriteria IEEE 1061. Berdasarkan kriteria tersebut, matrik yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan ,yaitu :

- Korelasi (*correlation*).
- Dapat dipraktekkan dan dikomputasi (*practically and computable*).
- Konsisten (*consistency*).
- Dapat membedakan besaran (*discriminating power*).

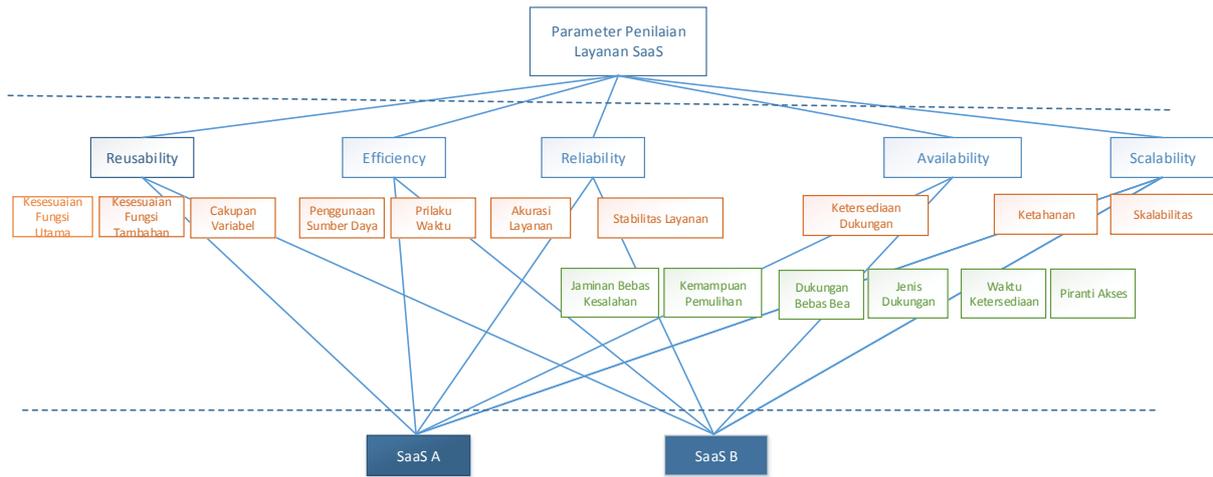
Model Hierarki Layanan SaaS

Penyusunan model untuk melakukan pemeringkatan layanan berbasis SaaS digambarkan seperti tampak pada gambar 2. Tingkat pertama berisi faktor kualitas, tingkat kedua berisi kriteria kualitas dan tingkat ketiga berisi sub kriteria kualitas. Setiap parameter memiliki nilai layanan.

Nilai layanan didapatkan berdasarkan pengalaman ujicoba layanan oleh pengguna. Masing-masing faktor kualitas, kriteria kualitas dan sub kriteria kualitas dilakukan pembobotan dengan menggunakan Fuzzy AHP.

Perhitungan Bobot Faktor Kualitas, Kriteria Kualitas dan Sub Kriteria Kualitas

Berdasarkan masukan dari pengguna terhadap pembobotan faktor kualitas maka akan diperoleh matriks $n \times n$, dari matriks yang dihasilkan dilakukan proses konversi ke bilangan fuzzy. Dari bilangan fuzzy yang dihasilkan dicari rata-rata untuk mendapatkan bobot dan kemudian dilakukan proses



Gambar 2. Model hierarki layanan SaaS

fuzzyfikasi. Hasil fuzzifikasi dinormalisasi untuk mendapatkan nilai rentang bobot antara 0 sampai dengan 1.

Dengan metode yang sama dilakukan pembobotan pada kriteria kualitas dan sub kriteria kualitas.

Perbandingan Bobot Nilai Layanan

Bobot nilai layanan didapat pengguna pada masa uji coba layanan SaaS. Setiap layanan SaaS biasanya menyediakan masa ujicoba untuk mengetahui kesesuaian layanan dengan kebutuhan pengguna.,

Nilai yang didapatkan dibandingkan sesuai dengan tipe nilai yang dengan menggunakan formulasi pada bagian 2.3

Penentuan Peringkat Layanan

Dari perbandingan akan didapatkan matrik RSRV pada masing-masing nilai. Seluruh matriks tersebut kemudian diintegrasikan dengan melakukan bobot masing-masing faktor kualitas dan faktor kriteria yang dihasilkan dari pembobotan menggunakan metoda fuzzy AHP.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk studi kasus, diberikan data tingkat preferensi masing-masing faktor kualitas, kriteria dan sub kriteria berdasarkan tingkat preferensi kebutuhan pengguna seperti pada tabel 4. Berdasarkan tingkat preferensi tersebut dapat dihitung masing-masing bobot layanan SaaS dengan menggunakan metode fuzzy AHP.

Tabel 4. Perbandingan tingkat preferensi

Kualitas/ Kriteria/ SubKriteria	Kualitas/ Kriteria/ SubKriteria	Tingkat Preferensi
Reusability	Efficiency	Sangat Penting
Reusability	Reliability	Penting
Reusability	Availability	Tidak Penting
Reusability	Scalability	Sangat Tidak Penting
Efficiency	Reliability	Sama Penting
Efficiency	Availability	Paling Penting
Efficiency	Scalability	Tidak Penting
Reliability	Availability	Tidak Lebih Penting
Reliability	Scalability	Tidak Penting
Availability	Scalability	Sangat Penting
Kesesuaian Fungsi Utama	Kesesuaian Fungsi Tambahan	Sama Penting
Kesesuaian Fungsi Utama	Cakupan Variabel	Sama Penting
Kesesuaian Fungsi Tambahan	Cakupan Variabel	Lebih Penting
Penggunaan Sumber Daya	Prilaku Waktu	Lebih Tidak Penting
Akurasi Layanan	Stabilitas Layanan	Sama Penting
Akurasi Layanan	Ketersediaan Dukungan	Sama Penting
Ketahanan	Ketersediaan Dukungan	Sangat Penting
Jaminan Bebas Kesalahan	Kemampuan Pemulihan	Sama penting
Dukungan Bebas Bea	Banyaknya Jenis Dukungan	Sama penting
Waktu Ketersediaan	Piranti Akses	Sama Penting

Tabel 5. Konversi bilangan fuzzy

	Nilai Bawah	Nilai Tengah	Nilai Atas
R	0.003175	0.00952381	0.2
E	0.003175	0.022222222	0.23809524
RE	9	75	903
A	75	441	729
S	0.015873	0.142857143	0.46666667

Tabel 6. Perhitungan rerat dengan persamaan (1)

	R	E	RE	A	S
R	1	(1/5, 1/3, 1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/9, 1/7, 1/5)	(1,1,3)
E	(1, 3, 5)	1	(1/5,1/3, 1)	(1/9, 1/9, 1/7)	(1/7, 1/5, 1/3)
RE	(3, 5, 7)	(1, 3, 5)	1	(1, 1, 3)	(3, 5, 7)
A	(5, 7, 9)	(7, 9, 9)	(1/3, 1, 1)	1	(5, 7, 9)
S	(1/3, 1, 1)	(3, 5, 7)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/9, 1/7, 1/5)	1

Tabel 7. Perhitungan bobot dengan persamaan (2)

	Nilai Bawah	Nilai Tengah	Nilai Atas
R	3.78E-05	1.85E-05	0.00012248
E	3.78E-05	4.31E-05	0.00014581
RE	0.107115	0.1453	0.55300225
A	0.892621	0.854362	0.44644367
S	0.000189	0.000277	0.00028579

Tabel 8. Defuzifikasi & normalisasi bobot

	Bobot	Bobot Normalisasi
R	3.44E-05	0.000103149
E	5.04E-05	0.00015108
RE	0.197062	0.591187396
A	0.136062	0.408184739
S	0.000125	0.000373636

Proses *fuzzyfikasi*, melakukan perhitungan rata-rata, pencarian bobot, defuzzyfikasi dan normalisasi dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) dan persamaan (2), proses defuzifikasi dilakukan dengan persamaan (3),

hasil dan tahap perhitungan dapat dilihat pada tabel 5, tabel 6, tabel 7 dan tabel 8. Dengan metode perhitungan yang sama dilakukan perhitungan bobot untuk kriteria kualitas dan sub kriteria kualitas masing-masing layanan

Untuk mendapatkan RSRV, sebelumnya disusun tiap-tiap nilai layanan pada setiap faktor kualitas, kriteria kualitas dan sub kriteria kualitas. Untuk faktor kualitas *reusability* terdiri dari nilai kriteria kualitas Kesesuaian Fungsi Utama, Kesesuaian Fungsi Tambahan dan Cakupan Variabel dengan nilai seperti tampak pada tabel 9.

Untuk mendapatkan $RSRV_{Usability}$ dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$RSRM_{KesesuaianFungsiUtama} = \begin{bmatrix} 1 & 15/12 \\ 12/15 & 1 \end{bmatrix}$$

Sehingga vektor untuk kriteria kualitas Kesesuaian Fungsi Utama adalah [1.25 , 0,28], RSRV untuk kriteria kualitas Kesesuaian Fungsi Utama antara SaaS A dan SaaS B adalah :

$$RSRV_{KesesuaianFungsiUtama} = [0.817 \quad 0.183]$$

Dengan cara yang sama untuk kriteria kualitas Kesesuaian Fungsi Tambahan dan Cakupan Variabel :

$$RSRV_{KesesuaianFungsiTambahan} = [0.467 \quad 0.533]$$

$$RSRV_{CakupanVariabel} = [0.519 \quad 0.481]$$

Sehingga dapat dihitung $RSRV_{Usability}$:

$$RSRV_{Usability} = \begin{bmatrix} 0.817 & 0.467 & 0.519 \\ 0.183 & 0.533 & 0.481 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.2474495 \\ 0.73771626 \\ 0.01483424 \end{bmatrix}$$

$$= [0.554 \quad 0.445]$$

Dengan teknik sama maka dapat diperoleh $RSRV_{Efficiency}$:

$$RSRV_{Efficiency} = [0.54 \quad 0.46]$$

Untuk faktor kualitas *realibility* terdiri dari 3 kriteria kualitas dan 2 diantaranya memiliki sub kriteria kualitas yaitu Stabilitas Layanan dan Ketersediaan Dukungan.

Pada kriteria kualitas Stabilitas Layanan terdapat 2 sub kriteria yaitu Jaminan Bebas Kesalahan dan Kemampuan Pemilihan, dimana berdasarkan perhitungan dengan metode didapat :

Tabel 9. Studi kasus pemeringkatan layanan SaaS

FAKTOR KUALITAS		KRITERIA		SUB KRITERIA		SAAS A	SAAS B	Keb.Pengguna	TIPE NILAI
	Bobot		Bobot		Bobot				
Reusability	0.000103149	Kesesuaian Fungsi Utama	0.247449498			15	12	15	Numerik
		Kesesuaian Fungsi Tambahan	0.737716261			7	8	5	Numerik
		Cakupan Variabel	0.014834241			301	280	300	Numerik
Eficiency	0.00015108	Penggunaan Sumber Daya	0.042008945			15	20	25 Kbps	Numerik
		Priaku Waktu	0.957991055			4 - 20	5 - 15	1 - 10 detik	Range
Reliability	0.591187396	Akurasi Layanan	0.247449498			98	96	99%	Numerik
		Stabilitas Layanan	0.737716261	Jaminan Bebas Kesalahan	0.5	99	90	100%	Numerik
				Kemampuan Pemulihan	0.5	3	2	1 Jam	Numerik
		Ketersediaan Dukungan	0.014834241	Dukungan Bebas Bea	0.5	YA (1)	TIDAK	YA	Boolean
				Jenis Dukungan	0.5	CHAT, EMAIL	TELPON	CHAT,EMAIL,TELPON	Unordered Set
Availability	0.408184739	Ketahanan	1	Waktu ketersediaan	0.5	24	24	24 JAM	Numerik
Scalability	0.000373636	Skalabilitas	1	Piranti Akses	0.5	BROWSER/SMS/MOBILE	BROWSER/MOBILE	BROWSER	Unordered Set
						7	8	10	Numerik

$$RSRV_{BebasKesalahan} = [1 \ 2]$$

$$RSRV_{KemampuanPemulihan} = [1 \ 2]$$

$$RSRV = \begin{bmatrix} 0.540 & 0.5405 & 0.475 & 0.550 & 0.467 \\ 0.460 & 0.461 & 0.524 & 0.45 & 0.530 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.000103 \\ 0.000151 \\ 0.591187 \\ 0.408185 \\ 0.000374 \end{bmatrix}$$

Untuk $RSRV_{StabilitasLayanan}$ dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$RSRV = [0.507 \ 0.493]$$

$$RSRV_{StabilitasLayanan} = \begin{bmatrix} 0.523 & 0.4 \\ 0.476 & 0.6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix}$$

$$= [0.462 \ 0.538]$$

Matrik RSRV akhir yang dihasilkan merupakan tingkat perbandingan antara layanan SaaS A dan layanan SaaS B. Pada matrik tersebut terlihat bahwa layanan B memiliki nilai 0.507 dan Layanan SaaS B memiliki nilai 0.493. Dengan membandingkan kedua nilai tersebut maka didapatkan bahwa $0.507 > 0.493$ yang menandakan bahwa layanan SaaS A lebih baik disbanding dengan layanan SaaS B.

Dengan demikian maka :

Nilai perbandingan kedua layanan tidak terlalu jauh berbeda disebabkan karena kedua layanan tersebut memiliki tingkat kualitas nilai layanan yang tidak terlalu jauh pada saat pengguna melakukan ujicoba. Sebagai contoh tingkat stabilitas layanan yang merupakan sub faktor *reability* dengan tingkat preferensi yang cukup tinggi (0.591), hanya memiliki selisih nilai yang kecil pada nilai layanan sub kriteria kualitas Jaminan Bebas Kesalahan dan juga pada nilai pada sub kriteria Kemampuan Pemulihan.

$$RSRV_{KetersediaanDukungan} = \begin{bmatrix} 0.667 & 0.667 \\ 0.333 & 0.333 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix}$$

$$= [0.554 \ 0.4456]$$

Sehingga :

$$RSRV_{Reliability} = \begin{bmatrix} 0.817 & 0.467 & 0.519 \\ 0.183 & 0.533 & 0.481 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.2474495 \\ 0.73771626 \\ 0.01483424 \end{bmatrix}$$

Proses dan cara yang sama juga dilakukan untuk menghitung RSRV untuk availability dan Scalability dengan hasil :

$$RSRV_{Robustnes} = [0.55 \ 0.45]$$

$$RSRV_{Scalability} = [0.467 \ 0.533]$$

Untuk mendapatkan hasil pemeringkatan dilakukan dengan melakukan agaregasi seluruh perbandingan nilai relatif dari kriteria dikalikan dengan seluruh bobot kriteria hasil dari Fuzzy AHP.

III. SIMPULAN

Dalam penelitian, dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode fuzzy yang diintergrasi dengan AHP. Digunakannya metode fuzzy dapat memudahkan pengguna dalam memberikan bobot terhadap faktor-faktor kualitas yang dianggap penting sesuai

dengan kebutuhan pengguna karena menggunakan variabel linguistik yang mudah dipahami.

Penelitian ini juga melakukan kajian dan pengembangan terhadap standar ISO 9126 agar dapat digunakan sebagai panduan untuk menilai layanan SaaS. Dari simulasi perhitungan yang dilakukan, dapat dilakukan pemeringkatan terhadap layanan SaaS yang disediakan oleh penyedia yang berbeda.

Pemeringkatan yang dihasilkan dapat melakukan pemeringkatan layanan SaaS yang memiliki karakteristik hampir sama, baik secara fitur maupun secara nilai, hal ini terlihat meskipun kedua layanan memiliki selisih nilai kualitas layanan perbedaan yang relatif kecil, pemeringkatan tetap dapat dilakukan dengan baik.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Behkamal, B. (2008). Customizing ISO 9126 quality model for evaluation of B2B applications. *Journal of Information and Software Technology*. Elsavier.
- [2] Stefani, A. (2011). Weight-modeling of B2C system quality. *Journal of Computer Standards & Interfaces*. Elsavier
- [3] Baklizi, M. (2011). Evaluation of E-Learning Websites in Jordan Universities based on ISO/IEC 9126. *Transaction Journal*. IEEE.
- [4] Kumar, S. (2012). A framework for ranking of cloud computing services. *Journal of Future Generation Computer System*.
- [5] Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill. New York
- [6] Kim, W. (2009). Cloud Computing: Today and Tomorrow. *Journal of Object Technology Vol 8*, 65-72.
- [7] ISO, (2001), *Software Engineering - Product Quality - Part 1: Quality Model (ISO/IEC IS 9126-1)*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization
- [8] Hidayati, Anita, (2009). Penilaian Kualitas Aplikasi Web dengan ISO 9126, Thesis Magister Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember