

Pemberian Rekomendasi Menu Makanan Menggunakan Logika Fuzzy

Destiya Dian Kusuma Wijayanto¹, Hindriyanto Dwi Purnomo², Hendro Steven Tampake³

Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Satya Wacana

Jl. Diponegoro 52 – 60, Salatiga, 50711, Indonesia

destiya.dian@gmail.com¹, hindriyanto.purnomo@staff.uksw.edu², hendro.tampake@staff.uksw.edu³

Abstract—Perencanaan menu makanan secara konvensional umumnya terkendala dengan sedikitnya daftar menu yang tersedia serta sulitnya memantau menu-menu baru atau menu yang sedang menjadi tren. Hal ini dapat menyebabkan perencanaan menu makanan menjadi kegiatan yang memakan banyak waktu dan biaya. Selain itu, variasi menu makanan akan cenderung monoton dan tidak sesuai dengan kebutuhan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pada penelitian ini dibuat suatu sistem rekomendasi menu makanan menggunakan logika fuzzy dengan metode inferensi mamdani. Kumpulan menu makanan didapatkan dari internet dengan memanfaatkan web service yang disediakan oleh Yummly. Sistem rekomendasi menu makanan ini akan menampilkan 10 menu makanan yang memiliki nilai kesesuaian tertinggi.

Keywords—perencanaan menu makanan; logika fuzzy; mamdani; Yummly

I. INTRODUCTION

Perencanaan menu makanan merupakan permasalahan yang penting bagi mereka yang berkecimpung dalam dunia kuliner seperti ibu rumah tangga, pecinta makanan serta orang yang memiliki kebutuhan menu khusus seperti pantangan akibat penyakit maupun tuntutan pekerjaan (manager restoran, hotel dan event organizer). Merencanakan menu makanan dengan baik dapat menghemat waktu dan biaya yang dikeluarkan serta memudahkan dalam mengontrol nutrisi yang disajikan per harinya dengan melihat bahan-bahan yang digunakan [1]. Perencanaan menu makanan dapat dilakukan secara konvensional dengan mencatat menu yang akan disajikan per harinya. Akan tetapi, perencanaan menu makan secara konvensional memiliki keterbatasan, antara lain jumlah menu yang direncanakan sangat terbatas akibat keterbatasan daftar menu makanan. Hal ini dapat menimbulkan beberapa kendala, misalnya: munculnya kebosanan akibat variasi menu makanan yang sangat terbatas serta sulitnya menyeimbangkan nutrisi makanan dalam perencanaan menu makanan.

Keterbatasan perencanaan menu makanan secara konvensional dapat diatasi dengan beberapa cara misalnya dengan memperbanyak koleksi data resep makanan serta membuat metode perekomendasi menu makanan secara otomatis. Kemajuan teknologi informasi saat ini memungkinkan kedua hal tersebut untuk dilakukan. Kumpulan menu makanan dapat dengan mudah ditemukan di internet, misalnya dengan memanfaatkan web service yang memberikan

layanan terkait menu makanan semacam Yummly. Yummly merupakan search engine yang khusus digunakan untuk pencarian resep makanan dari seluruh dunia. Yummly dibuat dengan tujuan menyediakan sebuah sarana untuk penyuka makanan untuk dapat melakukan apa yang mereka suka – memasak, makan, dan berbagi. Pada awal tahun 2013 Yummly membuka Application Programming Interface (API) pencariannya sehingga dapat digunakan oleh para developer yang ingin mengembangkan aplikasi dengan memanfaatkan search engine Yummly [2]. Pada penelitian ini Yummly dipilih sebagai penyedia data utama resep makanan dikarenakan fitur *search engine* yang dimilikinya sehingga data resep makanan menjadi sangat banyak dan akan terus bertambah secara otomatis serta bervariasi.

Untuk memberikan rekomendasi terhadap hasil pencarian resep makanan yang akan dipilih oleh pengguna, diperlukan suatu metode yang dapat mengolah data tentang menu makanan, misalnya logika fuzzy. Berbeda dengan logika biner yang hanya memiliki dua nilai, benar dan salah, yang dipakai untuk menangani informasi yang tidak lengkap, logika fuzzy mengizinkan adanya nilai diantara benar dan salah. Pada logika biner informasi dilambangkan kebenarannya dengan menggunakan simbol 0 dan 1, namun logika fuzzy melambangkan informasi dengan interval antara 0 sampai dengan 1. Dengan demikian logika fuzzy bisa disebut juga sebagai perluasan dari logika biner [3]. Logika fuzzy sering dimanfaatkan untuk sistem pendukung keputusan atau sistem rekomendasi.

Logika fuzzy sudah diterapkan dalam berbagai hal, mulai dari bidang matematika itu sendiri, software, sampai pada hardware. Dalam bidang software, salah satu penerapannya adalah pembuatan Sistem Pendukung Keputusan (SPK). SPK berfungsi untuk membantu pengambil keputusan dalam menetapkan suatu keputusan berdasarkan hasil pengolahan data memanfaatkan data dan model permasalahan [4]. Dalam penelitian ini, logika fuzzy dipakai untuk membantu memberikan rekomendasi resep makanan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya dengan memanfaatkan web service Yummly sebagai penyedia data utamanya.

Dalam penelitian ini sebuah aplikasi mobile dibuat untuk memberikan rekomendasi menu makanan menggunakan logika fuzzy. Teknologi mobile dipilih karena kecenderungan penggunaan mobile yang terus meningkat [5] serta

perkembangannya yang sangat pesat, terutama dalam hal pengembangan aplikasi. Selain itu juga untuk memudahkan pengguna dalam menyusun menu makanannya. Lebih jauh, pada penelitian ini aplikasi ini ditujukan untuk pengguna personal, sehingga pilihan menu yang dilakukan oleh pengguna akan dijadikan salah satu variable dalam menentukan menu makanan yang direkomendasikan.

II. KAJIAN PUSTAKA

Menu berarti hidangan makanan yang disajikan dalam suatu acara makan, baik pagi, siang, maupun malam [6]. Merencanakan menu makanan merupakan cara yang tepat dan baik untuk menjaga nutrisi makanan yang akan dikonsumsi sesuai dengan kebutuhan orang yang akan mengonsumsi makanan tersebut [7], terutama bagi orang yang sedang mengikuti diet tertentu atau orang dengan kebutuhan khusus seperti orang dengan penyakit diabetes. Bahkan bagi orang normal pun, merencanakan menu makanan tetap mempunyai banyak keuntungan, salah satunya adalah penghematan dari sisi biaya dan waktu serta memudahkan dalam mengontrol nutrisi. Dengan perencanaan menu makanan dapat meminimalkan pembelian bahan makanan yang tidak diperlukan sehingga pengeluaran bisa dibatasi. Perencanaan menu makanan yang dilakukan secara rutin juga menghindarkan dari kebosanan terhadap suatu jenis makanan tertentu yang dapat timbul jika makanan tersebut terlalu sering dikonsumsi.

Logika Fuzzy diperkenalkan pertama kali oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 pada artikel ilmiahnya yang berjudul *Fuzzy Sets* [8]. Himpunan kabur merupakan memperluas konsep himpunan klasik, dalam artian bahwa himpunan klasik merupakan kejadian khusus dalam himpunan kabur itu [9]. Dalam teori himpunan klasik, himpunan didefinisikan sebagai koleksi obyek-obyek yang terdefinisi secara tegas. Sedangkan pada himpunan kabur objek didefinisikan dengan menggunakan *membership function* (fungsi keanggotaan), yang nilainya berada dalam selang tertutup [0,1]. Jadi anggota dari himpunan kabur merupakan sesuatu yang nilainya berderajat.

Logika Fuzzy banyak digunakan untuk proses penalaran untuk memecahkan permasalahan. Salah satu model inferensi yang banyak dipakai adalah model Mamdani. Model inferensi Mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 [10]. Output dari model inferensi Mamdani ini dihasilkan melalui empat langkah yaitu pembentukan himpunan fuzzy, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan, dan penegasan (defuzzify).

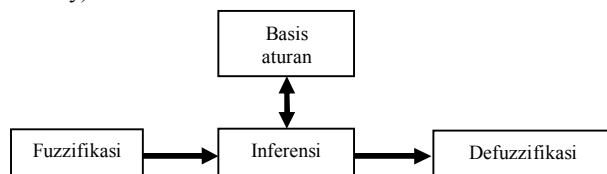


Fig. 1. System Fuzzy

Karena sesuai untuk proses penalaran, logika fuzzy banyak digunakan dalam SPK. SPK adalah sebuah sistem yang membantu pengambil keputusan memanfaatkan data dan model untuk menentukan keputusan. Keuntungan menggunakan SPK antara lain : mampu mendukung pencarian solusi dari masalah yang kompleks, respon cepat pada situasi

yang tak diharapkan dalam kondisi yang berubah-ubah, meningkatkan kontrol dan manajemen kinerja, keputusannya lebih tepat, dan meningkatkan produktivitas analisis [11]. SPK juga mempunyai beberapa komponen utama yaitu : manajemen data, manajemen model, komunikasi, manajemen pengetahuan.

Saat ini belum banyak penelitian tentang pembuatan SPK untuk perencanaan menu makanan. Petot dkk, [12] membuat sistem cerdas untuk perencanaan menu makanan berbasis komputer. Balintfy [13], membuat perencanaan menu makanan berbasis komputer. Dalam penelitian tersebut, pengguna aplikasi tidak diijinkan untuk menentukan apakah rekomendasi tersebut sesuai dengan keinginan atau tidak.

Pada penelitian ini dibuat sistem rekomendasi menu makanan menggunakan logika fuzzy. Pada sistem ini, pengguna aplikasi dapat menentukan rekomendasi mana yang akan dipilih, sedangkan data menu makanan diambil dari Yummy sehingga jumlahnya cukup banyak dan lebih dinamis.

III. APLIKASI LOGIKA FUZZY UNTUK PEREKOMENDASIAN MENU MAKANAN

Dalam perekomendasi menu makanan, ada 4 variabel input. Tiga inputan dipakai untuk mewakili rasa ‘dasar’ dari makanan yaitu: manis, asin dan asam; serta satu inputan untuk mengakomodasi selera yang dinyatakan dengan ‘preferensi’. Preferensi dihitung dengan mempertimbangkan tingkat pilihan pengguna terhadap suatu menu. System akan menyimpan memori terkait menu yang dipilih oleh pengguna pada waktu yang lampau. Output dari system berupa ‘tingkat keterpilihan’, yang menyatakan derajat atau tingkat keterpilihan suatu menu. Variabel rasa asam, rasa asin, dan rasa manis direpresentasikan menggunakan himpunan keanggotaan linear, yaitu trapezium dan segitiga.

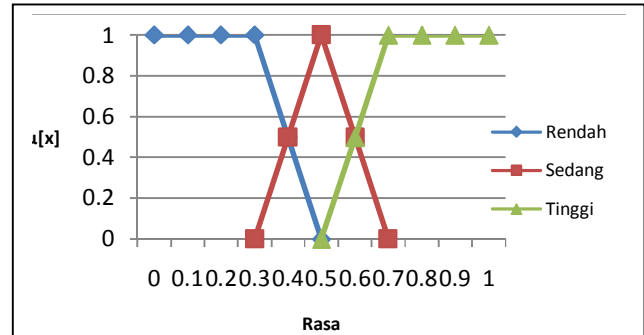


Fig. 2. Himpunan keanggotaan variabel rasa

Fungsi keanggotaan untuk variabel rasa manis, asam, dan asin adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Rendah}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0,3 \\ (0,5 - x)/(0,5 - 0,3); & 0,3 \leq x \leq 0,5 \\ 0; & x \geq 0,5 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0,3 \text{ atau } x \geq 0,7 \\ (x - 0,3)/(0,5 - 0,3); & 0,3 \leq x \leq 0,5 \\ (0,7 - x)/(0,7 - 0,5); & 0,5 \leq x \leq 0,7 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Tinggi}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0,5 \\ (x - 0,5)/(0,7 - 0,5); & 0,5 \leq x \leq 0,7 \\ 1; & x \geq 0,7 \end{cases} \quad (3)$$

Nilai crisp untuk inputan rasa (manis, asam, dan asin) didapatkan dari nilai keluaran web service Yummly. Sedangkan representasi dari variabel input tingkat popularitas dihitung berdasarkan frekuensi suatu menu makanan dipilih pengguna dan dirumuskan sebagai berikut:

$$x_i = \frac{\text{frekuensi menu } i \text{ dipilih}}{\text{jumlah total menu yang dipilih}} \quad (4)$$

Variable input tingkat popularitas dan variabel output tingkat keterpilihan dapat dilihat pada Gambar 3.

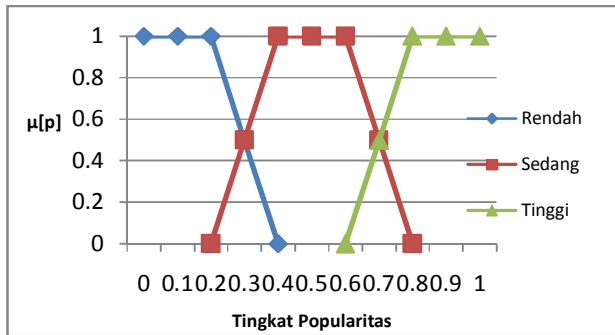


Fig. 3. Himpunan keanggotaan variabel popularitas

Fungsi keanggotaan untuk variabel input tingkat popularitas dan variabel output tingkat keterpilihan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Rendah}[p] = \begin{cases} 1; & p \leq 0,2 \\ (0,4 - p)/(0,4 - 0,2); & 0,2 \leq p \leq 0,4 \\ 0; & p \geq 0,4 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Sedang}[p] = \begin{cases} 0; & p \leq 0,2 \text{ atau } p \geq 0,8 \\ (p - 0,2)/(0,4 - 0,2); & 0,2 \leq p \leq 0,4 \\ 1; & 0,4 \leq p \leq 0,6 \\ (0,8 - p)/(0,8 - 0,6); & 0,6 \leq p \leq 0,8 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{Tinggi}[p] = \begin{cases} 0; & p \leq 0,6 \\ (p - 0,6)/(0,8 - 0,6); & 0,6 \leq p \leq 0,8 \\ 1; & p \geq 0,8 \end{cases} \quad (7)$$

Untuk tiap variabel, ada 3 kategori himpunan keanggotaan; rendah, sedang, dan tinggi; untuk mewakili pengkategorian rasa, tingkat popularitas, maupun tingkat keterpilihan. Bentuk dasar dari himpunan keanggotaan di buat simetri, dimana nilai sedang diletakkan tepat di tengah.

TABLE I. CONTOH ATURAN FUZZY

Manis	Asin	Asam	Populer	Dipilih
Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang
Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang
Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah
Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Sedang
Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang

Metode inferensi dilakukan dengan metode Mamdani. Untuk menjalankan tahap aplikasi fungsi implikasi diperlukan aturan-aturan yang telah didefinisikan sebelumnya berdasarkan variabel input dan output yang sudah ada. Berdasarkan bentuk himpunan keanggotaan yang telah ditentukan, terdapat 81 aturan yang didefinisikan. Tabel 1 menunjukkan contoh aturan yang dibuat.

Dalam menyusun komposisi aturan, digunakan metode Max. Metode Max dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\mu_{sf}[x_i] = \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \quad (8)$$

dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i

Sedangkan tahap defuzzifikasi menggunakan metode *centroid*. Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Metode ini secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:

$$z^* = \frac{\int_z z \mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz} \quad (9)$$

Metode inferensi Mamdani dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 4. Masing-masing input dan output dipetakan ke dalam fungsi keanggotaan. Kemudian tiap aturan yang digunakan diproses menggunakan metode min sehingga menghasilkan suatu daerah output (kotak atas). Daerah output dari tiap aturan digabungkan dengan metode max untuk membentuk suatu gabungan daerah output yang. Gabungan daerah output inilah yang kemudian akan didefuzzifikasikan.

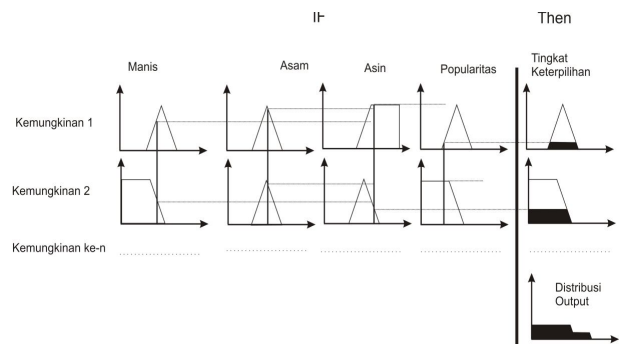


Fig. 4. Ilustrasi metode inferensi Mamdani

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi ini akan dibangun di atas framework Phonegap yang nantinya akan diuji menggunakan perangkat berbasis Android dan Blackberry. Phonegap digunakan untuk membangun user interface dan proses yang berjalan pada perangkat mobile memanfaatkan HTML, CSS, dan Javascript. Dengan menggunakan Phonegap, perancangan user interface dan proses aplikasi yang berjalan pada sisi user hanya dilakukan satu kali untuk diterapkan pada beberapa perangkat yang berbeda sistem operasi. Sedangkan untuk komputasi fuzzy dan penyimpanan data dilakukan oleh server aplikasi yang diakses menggunakan *web service*. Dengan arsitektur tersebut, proses yang terjadi pada sisi user menjadi cukup

minimal sehingga diharapkan aplikasi dapat berjalan dengan lebih ringan. Gambar 5 menjelaskan rancangan arsitektur aplikasi.

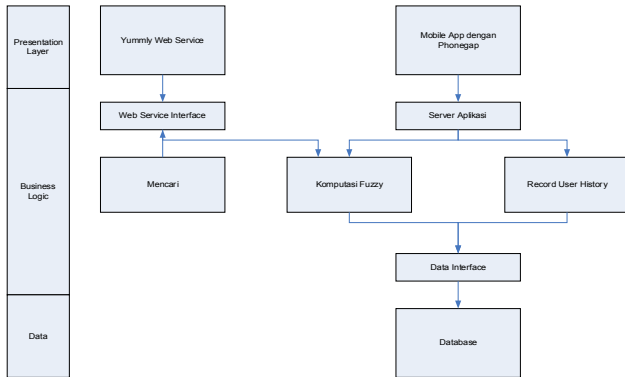


Fig. 5. Arsitektur aplikasi rekomendasi menu makanan

Proses fuzzy terjadi saat pengguna memasukkan kriteria pencarian. Server aplikasi akan meminta data dari *web service* Yummy sesuai dengan kriteria pencarian. Output dari Yummy berupa nilai numeris untuk tiap kategori rasa. Nilai numeris rasa ini yang dipakai sebagai nilai crisp dalam sistem rekomendasi makanan berbasis fuzzy. Berikut merupakan contoh hasil data kembalian dari *web service* Yummy:

```
[0] => stdClass Object
(
  [flavors] => stdClass Object
  (
    [sour] => 0.666666666666667
    [salty] => 0.166666666666667
    [sweet] => 0
  )
  [recipeName] => Potato Leek Soup
  [id] => Potato-Leek-Soup-Once-Upon-A-Chef-199981
)
[1] => stdClass Object
(
  [flavors] => stdClass Object
  (
    [sour] => 0.333333333333333
    [salty] => 0.166666666666667
    [sweet] => 0.166666666666667
  )
  [recipeName] => Cream Of Peach Soup
  [id] => Cream-Of-Peach-Soup-My-Recipes
)
[2] => stdClass Object
(
  [flavors] => stdClass Object
  (
    [sour] => 1
    [salty] => 0.666666666666667
    [sweet] => 0.666666666666667
  )
  [recipeName] => Cream of Red Bell Pepper Soup
  [id] => Cream-Of-Red-Bell-Pepper-Soup-Epicurious
)
[3] => stdClass Object
(
  [flavors] => stdClass Object
```

```
(
  [sour] => 0.333333333333333
  [salty] => 0.333333333333333
  [sweet] => 0.666666666666667
)
[recipeName] => Black Bean Soup
[id] => Black-Bean-Soup-Once-Upon-A-Chef-200036
)
[4] => stdClass Object
(
  [flavors] => stdClass Object
  (
    [sour] => 0.333333333333333
    [salty] => 1
    [sweet] => 1
  )
  [recipeName] => Roasted Tomato Soup
  [id] => Roasted-Tomato-Soup-I-Adore-Food_-200678
)
)
```

Dengan menerapkan logika fuzzy pada keluaran dari Yummy, akan dihasilkan nilai tingkat keterpilihan untuk masing-masing hasil pencarian. Tingkat keterpilihan itu yang kemudian dipakai untuk mengurutkan menu makanan. Hasil pengurutan untuk menu diatas adalah sebagai berikut:

```
Array
(
  [Cream-Of-Peach-Soup-My-Recipes] => 3.33333333333333
  [Roasted-Tomato-Soup-I-Adore-Food_-200678] => 3.2450980392157
  [Black-Bean-Soup-Once-Upon-A-Chef-200036] => 3.025641025641
  [Potato-Leek-Soup-Once-Upon-A-Chef-199981] => 2.2439293598234
  [Cream-Of-Red-Bell-Pepper-Soup-Epicurious] => 2.06565656565656
)
```

Hasil ini menunjukkan bahwa setelah melewati komputasi fuzzy maka urutan hasil pencarian dari Web Service Yummy mengalami pergeseran antara satu dengan yang lain sesuai dengan kriteria fuzzynya. Karena web service yang dipergunakan adalah Yummy, sehingga resep-resep yang ada sebagian besar adalah resep makanan dari luar negeri.

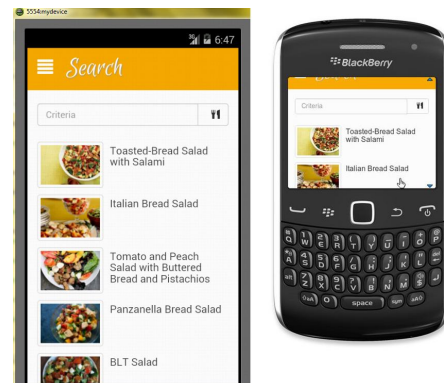


Fig. 6. Contoh tampilan menu makanan yang sudah diurutkan berdasarkan rekomendasi

Untuk menguji sensitifitas penempatan himpunan keanggotaan, maka posisi himpunan keanggotaan digeser ke kiri dan ke kanan masing-masing sebesar 10%, 20% dan 30%. Pergeseran ini dimaksudkan untuk mengetahui sensitifitas letak himpunan keanggotaan. Untuk setiap pergeseran, dilakukan 10 kali pengulangan. Tabel 2 menunjukkan hasil eksperimen.

TABLE II. HASIL EKSPERIMENT

	Kiri			Kanan		
	10%	20%	30%	10%	20%	30%
Jumlah menu yang berubah urutan	0	0	0	0	8	7

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pergeseran ke kiri tidak merubah urutan menu yang ditampilkan. Sementara pergeseran ke kanan > 10% sangat mempengaruhi urutan menu makanan. Pergeseran ke kanan 20% dan 30% menghasilkan urutan menu yang berbeda pula. Hal ini menunjukkan bahwa pergeseran ke kanan memberikan pengaruh sangat besar terhadap hasil perhitungan dibandingkan dengan pergeseran ke kiri.

V. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dibuat aplikasi rekomendasi menu makanan menggunakan logika fuzzy. Sistem rekomendasi makanan ini menggunakan 4 variabel input yang terdiri dari tiga inputan untuk merepresentasikan rasa 'dasar' dari makanan yaitu: manis, asin dan asam; serta satu inputan untuk mengakomodasi selera yang dinyatakan dengan 'preferensi'. Tiap variabel tersusun atas tiga kategori himpunan keanggotaan; rendah, sedang, dan tinggi. Sebagai acuan, himpunan keanggotaan tersebut dibuat simetri terhadap nilai inputnya. Berdasarkan eksperimen didapatkan bahwa pergeseran letak himpunan keanggotaan ke kiri tidak berpengaruh terhadap urutan menu sedangkan pergeseran ke

kanan yang > 10 % sangat berpengaruh terhadap urutan menu.

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan menerapkan bentuk himpunan keanggotaan yang lain, seperti sigmoid dan Gaussian, menambah jumlah himpunan keanggotaan tiap variabelnya serta memberikan keleluasaan lebih terhadap pengguna untuk menentukan criteria menu yang diinginkannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Ewer, Menu Planning : Save Time in The Kitchen, <http://organizedhome.com/kitchen-tips/menu-planning-save-time-kitchen>, Diakses tanggal 20 November 2013
- [2] -, The Official Launch of Yummly Recipe API, 2013. <http://blog.yummly.com/blog/labs/the-official-launch-of-the-yummly-recipe-api/>, diakses tanggal 5 Oktober 2013
- [3] G., Jose., A. Urruti., dan M., Piattini., "Fuzzy Databases : Modeling, Design, and Implementation", London : Idea Group Publishing, 2006
- [4] R.H., Sprague, Jr., " A Framework For The Development Of Decision Support System", MIS Quarterly, vol 4, pp. 1 – 26, 1980.
- [5] N. Jones, "Gartner: Mobile Trends and Issues from 2013 to 2017", http://www.gartner.com/it/content/2482500/2482517/june_26_mobile_tr_ends_njones.pdf. Diakses tanggal 5 Agustus 2013
- [6] M., C., Staff, "Menu Planning : Eat Healthier and Spend Less", <http://www.mayoclinic.org/menu-planning/ART-20048199>, Diakses tanggal 30 Desember 2013
- [7] N., W., Suwithi, C., E., Jr. Boham, "Akomodasi Perhotelan Jilid 2", Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [8] L.A., Zadeh, "Fuzzy sets", Information and Control, vol 8, 1965, pp.338-353.
- [9] F., Susilo, "Himpunan & Logika Kabur Serta Aplikasinya", Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu, 2006.
- [10] S., Kusumadewi., H., Purnomo., "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan", Yogyakarta : Graha Ilmu, 2004.
- [11] I., Subakti., "Sistem Pendukung Keputusan", Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya : Jurusan Teknik Informatika, 2002.
- [12] G.J., Petot, C., Marling, L., Sterling, "An Artificial Intelligence System for Computer-Assisted Menu Planning", Journal of the American Dietetic Association, vol 98, 1998, pp.1009 – 1014.
- [13] J.L., Balintfy, "Menu Planning by Computer", Communication of the ACM, vol 7, 1964, pp. 255 – 259.