

TUGAS PEMROGRAMAN 2

Laporan

diajukan untuk memenuhi tugas pada mata kuliah Pengantar Kecerdasan Buatan

oleh:

Ismar Apuandi (1301194382)

Kadek Rizky Francisca Putra(1301194035)

Rafly Rhamadhan (1301194167)



S1 INFORMATIKA

FAKULTAS INFORMATIKA

UNIVERSITAS TELKOM

BANDUNG

2021

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirahim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan Menyebut nama Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Puji dan syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunianya sehingga kami dapat menyelesaikan makalah ini dalam waktu yang telah ditentukan.

Penulis telah menyusun makalah ini dengan semaksimal mungkin dengan mendapat bantuan dari berbagai pihak sehingga laporan ini bisa diselesaikan. Oleh karena itu, penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan laporan ini. Terkhusus kami ucapkan terima kasih kepada Dosen pembimbing dan Dosen mata kuliah Pengantar Artificial Intelligence yang telah mendukung secara penuh dalam pengerjaan makalah ini.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu, dengan tangan terbuka kami menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar penulis dapat memperbaiki dan memperoleh hasil yang lebih baik kedepannya.

Abstrak

Logika *Fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah dan merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam ruang output. Untuk sistem yang sangat rumit, penggunaan logika fuzzy (fuzzy logic) adalah salah satu pemecahannya.

Logika *fuzzy* umumnya diterapkan pada masalah-masalah yang mengandung unsur ketidakpastian (uncertainty), ketidaktepatan (imprecise), noisy, dan sebagainya. Logika fuzzy menjembatani bahasa mesin yang presisi dengan bahasa manusia yang menekankan pada makna atau arti (significance). Logika fuzzy dikembangkan berdasarkan bahasa manusia (bahasa alami).

1. Pendahuluan

Logika *Fuzzy* ditemukan oleh Profesor Lotfi A. Zadeh yang merupakan seorang guru besar pada *University of California, Berkeley* beliau adalah pencetus sekaligus yang mengenalkan ide tentang cara mekanisme pengolahan atau manajemen ketidakpastian yang kemudian dikenal dengan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* ini pertama kali dikembangkan beliau melalui tulisannya pada tahun 1965 tentang teori himpunan *fuzzy*. Beliau adalah seorang ilmuwan Amerika Serikat berkebangsaan Iran.

Tetapi meskipun logika fuzzy ini di kembangkan pertama kali di amerika tetapi untuk perkembangannya lebih populer di daerah timur alasannya karena kultur budaya dari masing masing negara berbeda jika orang amerika cenderung memandang suatu persoalan sebagai iya-tidak, hitam-putih atau seperti dunia logikanya Aristoteles, sedangkan untuk kultur budaya timur mereka lebih menerima dunia “abu-abu” atau Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan” dan “sangat”.

Kelebihan dari logika fuzzy adalah mampu dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*), sehingga dalam perancangannya tidak perlu lagi persamaan matematik dari objek yang di kendalikan. Adapun salah satu contoh dari aplikasi logika *fuzzy* dalam kehidupan sehari-hari adalah di tahun 1990 pertama kali dibuat mesin cuci dengan logika *fuzzy* di Jepang (*Matsushita Electric Industrial Company*).

2. Strategi Penyelesaian Masalah

2.1 Jumlah dan Nama Linguistik Setiap Input

Pelayanan merupakan variabel linguistik yang digunakan pada sistem ini dimana variabel *Pelayanan* sendiri didefinisikan pada interval [1 - 100]. Kemudian variabel tersebut dibagi menjadi empat nilai linguistik yaitu ‘kurang’, ‘cukup’, ‘bagus’, dan ‘sangat bagus’. Selanjutnya terdapat *Makanan* yang merupakan variabel linguistik kedua dari data yang diberikan. Pada variabel *Makanan* ini sendiri, didefinisikan pada interval [1 - 10] dan dibagi lagi menjadi sebanyak tiga nilai linguistik yaitu ‘kurang enak’, ‘enak’, ‘sangat enak’.

Kedua variabel sebelumnya yaitu *Pelayanan* dan *Makanan*, masing-masing nilai linguistik yang dimiliki, semantiknya akan didefinisikan oleh fungsi-fungsi keanggotaan tertentu yang akan dibahas pada sub bab selanjutnya.

2.2 Bentuk dan Batas Fungsi keanggotaan

Pada program yang kami buat, kami menggunakan kasus dari data restoran yang diberikan dengan kolom id, pelayanan dan makanan. Kami menggunakan dua bentuk yaitu trapesium dan segitiga.

```
def trapesium(x,a,b,c,d):
    nilaiKeanggotaan = 0
    if x <= a or x>=d:
        nilaiKeanggotaan = 0
    elif a < x < b:
        nilaiKeanggotaan = (x-a)/(b-a)
    elif b<=x<c:
        nilaiKeanggotaan = 1
    elif c <= x < d:
        nilaiKeanggotaan = -(x-d)/(d-c)

    return nilaiKeanggotaan
```

Gambar 2.2.1 Fungsi Keanggotaan Trapesium

Fungsi trapesium ini untuk menentukan nilai keanggotaan dari bentuk trapesium

```
def segitiga(x,a,b,c):
    nilaiKeanggotaan = 0
    if x <= a or x>=c:
        nilaiKeanggotaan = 0
    elif a < x <= b:
        nilaiKeanggotaan = (x-a)/(b-a)
    elif b<x<=c:
        nilaiKeanggotaan = -(x-c)/(c-b)

    return nilaiKeanggotaan
```

Gambar 2.2.2 Fungsi Keanggotaan Segitiga

Tidak jauh berbeda dengan fungsi trapesium, fungsi segitiga ini untuk menentukan nilai keanggotaan berbedanya ini adalah untuk bentuk segitiga

```
def keanggotaanPelayanan(x):
    kurang= trapesium(x,-1,0,titikPelayanan[0],titikPelayanan[1])
    cukup = trapesium(x,titikPelayanan[0],titikPelayanan[1],titikPelayanan[2],titikPelayanan[3])
    bagus = trapesium(x,titikPelayanan[2],titikPelayanan[3],titikPelayanan[4],titikPelayanan[5])
    sangatBagus = trapesium(x,titikPelayanan[4],titikPelayanan[5],titikPelayanan[6],titikPelayanan[6])
    return kurang,cukup,bagus,sangatBagus

def keanggotaanMakanan(x):
    kurangEnak = trapesium(x,-1,0,titikMakanan[0],titikMakanan[1])
    enak = segitiga(x,titikMakanan[0],titikMakanan[1],titikMakanan[2])
    sangatEnak = trapesium(x,titikMakanan[1],titikMakanan[2],titikMakanan[3],titikMakanan[3])
    return kurangEnak,enak,sangatEnak
```

Gambar 2.2.3 Fungsi untuk Menentukan Range Nilai Linguistik

Fungsi keanggotaan Pelayanan dan keanggotaan Makanan adalah untuk menentukan batasan atau kategori dari data yang di masukan nanti

```
def grafikPelayanan():
    x_axis = np.arange(0, 101, 1)
    len_x = titikPelayanan[len(titikPelayanan)-1]
    fig, ax = plt.subplots(nrows=1, figsize=(15,5))

    kurang,cukup,bagus,sangatBagus = [],[],[],[]
    for x in range(len_x):
        kurang.append(keanggotaanPelayanan(x)[0])
        cukup.append(keanggotaanPelayanan(x)[1])
        bagus.append(keanggotaanPelayanan(x)[2])
        sangatBagus.append(keanggotaanPelayanan(x)[3])

    ax.plot(x_axis, kurang, 'g', linewidth=1.5, label = 'kurang')
    ax.plot(x_axis, cukup, 'r', linewidth=1.5, label = 'cukup')
    ax.plot(x_axis, bagus, 'b', linewidth=1.5, label = 'bagus')
    ax.plot(x_axis, sangatBagus, 'c', linewidth=1.5, label = 'sangat bagus')

    ax.set_title("Pelayanan")
    ax.legend()

    ax.spines['top'].set_visible(False)
    ax.spines['right'].set_visible(False)
    ax.get_xaxis().tick_bottom()
    ax.get_yaxis().tick_left()

    plt.tight_layout()
    plt.show()
```

Gambar 2.2.4 Fungsi untuk Menampilkan Grafik Keanggotaan *Pelayanan*

Ini adalah fungsi untuk membentuk grafik dari bentuk dan batasan dari pelayanan. Dimana disini dibuat array kurang, cukup, bagus dan sangat Bagus yang nantinya array tersebut akan diisi oleh nilai keanggotaan Pelayanan untuk setiap iterasi yang telah dibuat sebelumnya.

Dan disini juga dibuat label untuk masing masing garis dengan menambahkan fungsi `ax.plot` dan menambahkan judul dengan memanggil fungsi `ax.set_title` dan tambahan yang lainnya.

```
def grafikMakanan():
    x_axis = np.arange(0, 11, 1)
    len_x = titikMakanan[len(titikMakanan)-1]
    fig, ax = plt.subplots(nrows=1, figsize=(15,5))

    kurangEnak,enak,sangatEnak = [],[],[]
    for x in range(len_x):
        kurangEnak.append(keanggotaanMakanan(x)[0])
        enak.append(keanggotaanMakanan(x)[1])
        sangatEnak.append(keanggotaanMakanan(x)[2])

    ax.plot(x_axis, kurangEnak, 'g', linewidth=1.5, label = 'kurang enak')
    ax.plot(x_axis, enak, 'r', linewidth=1.5, label = 'enak')
    ax.plot(x_axis, sangatEnak, 'b', linewidth=1.5, label = 'sangat enak')

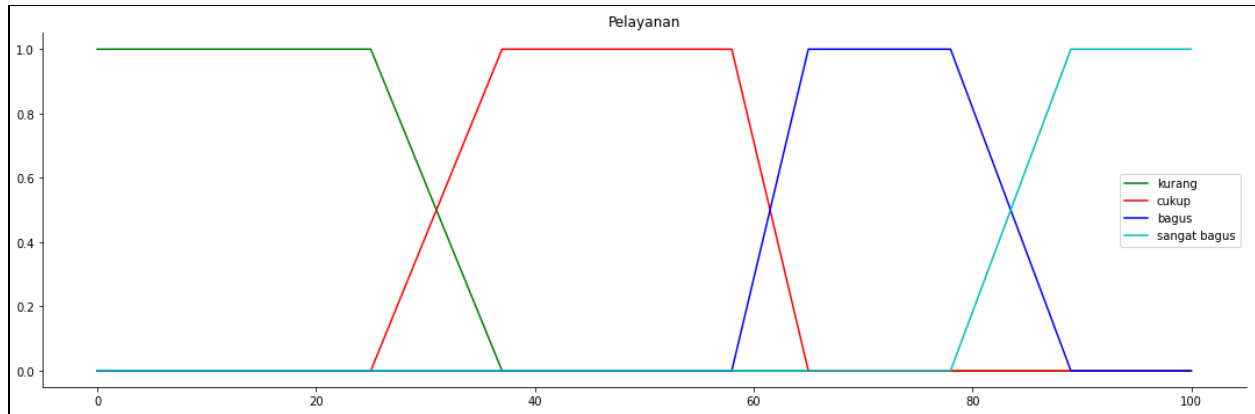
    ax.set_title("Makanan")
    ax.legend()

    ax.spines['top'].set_visible(False)
    ax.spines['right'].set_visible(False)
    ax.get_xaxis().tick_bottom()
    ax.get_yaxis().tick_left()

    plt.tight_layout()
    plt.show()
```

Gambar 2.2.5 Fungsi untuk Menampilkan Grafik Keanggotaan *Makanan*

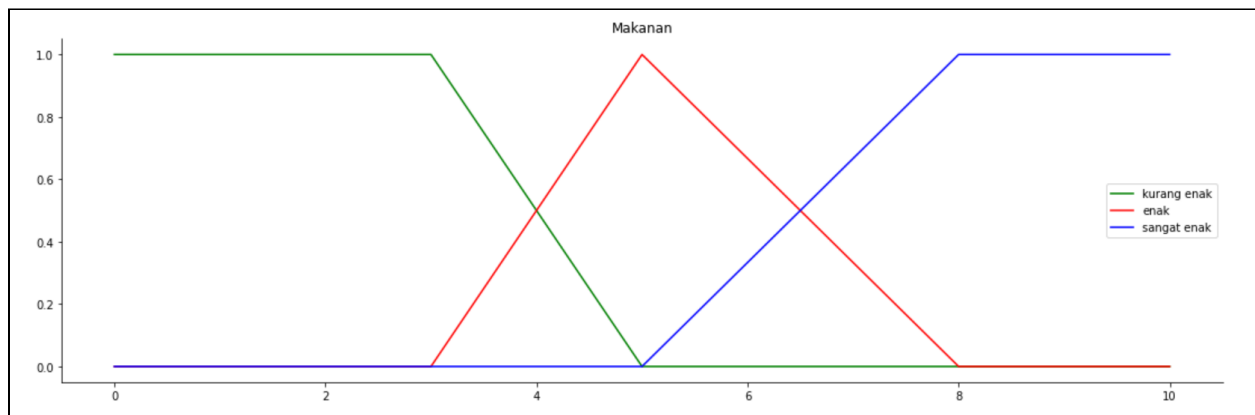
Dan gambar diatas adalah fungsi untuk membentuk grafik dari bentuk dan batasan dari makanan. Dimana disini dibuat array kurang Enak, enak dan sangat Enak yang nantinya array tersebut akan diisi oleh nilai keanggotaan Makanan untuk setiap iterasi yang telah dibuat sebelumnya. Dan disini juga dibuat label untuk masing masing garis dengan menambahkan fungsi `ax.plot` dan menambahkan judul dengan memanggil fungsi `ax.set_title` dan tambahan yang lainnya



Gambar 2.2.6 Grafik Fungsi Keanggotaan *Pelayanan*

Disini untuk pelayanan kami hanya menggunakan bentuk dari fungsi keanggotaan trapesium dengan masing masing batasannya yaitu terdapat trapesium berwarna hijau untuk keterangan kurang dengan batas < 0 sampai 40, trapesium berwarna merah untuk keterangan cukup dengan batas 25 sampai dengan 65, trapesium berwarna biru untuk keterangan bagus dengan batas 58 sampai dengan 89 dan terakhir trapesium berwarna *cyan* untuk keterangan sangat bagus dengan batas 78 sampai dengan > 100 .

Alasan kami memilih pelayanan dengan 4 batasan atau 4 nilai linguistik karena menurut kami 4 nilai linguistik tersebut sangat cocok pada bagian pelayanan dan untuk masing-masing nilai linguistik kami menggunakan bentuk fungsi keanggotaan trapesium dengan alasan agar tidak hanya satu titik yang mempunyai nilai keanggotaan 1, hal ini menurut kami sangat cocok pada bagian pelayanan yang memiliki interval cukup besar.



Gambar 2.2.7 Grafik Fungsi Keanggotaan *Makanan*

Dan untuk bentuk dari fungsi keanggotaan makanan kami menggunakan 2 bentuk yaitu trapesium dan segitiga dengan masing masing batasannya yaitu terdapat trapesium berwarna hijau untuk keterangan kurang enak dengan batasan < 0 sampai dengan 5, segitiga berwarna merah untuk keterangan enak dengan batasan 3 sampai dengan 8 dan terakhir trapesium berwarna biru untuk keterangan sangat enak dengan batasan 5 sampai dengan > 10 .

Alasan kami menggunakan 3 batasan atau 3 nilai linguistik karena menurut kami pada bagian makanan hanya 3 nilai linguistik tersebut yang tepat untuk diimplementasikan pada bagian makanan dan untuk bentuk fungsi keanggotaan kami menggunakan 2 trapesium dan 1 segitiga dengan alasan bagian makanan memiliki interval yang cukup kecil, sehingga menurut kami memerlukan satu bentuk fungsi keanggotaan segitiga. Kami hanya menggunakan satu bentuk fungsi keanggotaan segitiga dan digunakan pada nilai linguistik “enak” dikarenakan kami hanya ingin terdapat satu nilai yang bernilai 1 pada nilai linguistik “enak” , sehingga hasil yang dihasilkan lebih akurat.

2.3 Aturan Inferensi

Untuk aturan inferensi dalam sistem yang dibangun sendiri, nantinya nilai kelayakannya akan dibagi menjadi tiga yaitu “rendah”, “sedang”, dan “tinggi”. Dimana nilai kelayakan tersebut nantinya akan ditentukan dari aturan-aturan fuzzy yang telah dibuat. Adapun aturan-aturannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3.1 Aturan Inferensi

Makanan\Pelayanan	Kurang	Cukup	Bagus	Sangat Bagus
Kurang enak	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
Enak	Rendah	Sedang	Sedang	Tinggi
Sangat Enak	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi

Dengan definisi aturan fuzzy diatas, maka nantinya akan diperoleh $3 \times 4 = 12$ aturan fuzzy yaitu:

1. IF Makanan = Kurang enak AND Pelayanan = Kurang THEN NilaiKelayakan = Rendah
2. IF Makanan = Kurang enak AND Pelayanan = Cukup THEN NilaiKelayakan = Rendah
3. IF Makanan = Kurang enak AND Pelayanan = Bagus THEN NilaiKelayakan = Rendah
4. IF Makanan = Kurang enak AND Pelayanan = Sangat Bagus THEN NilaiKelayakan = Sedang
5. IF Makanan = Enak AND Pelayanan = Kurang THEN NilaiKelayakan = Rendah
6. IF Makanan = Enak AND Pelayanan = Cukup THEN NilaiKelayakan = Sedang
7. IF Makanan = Enak AND Pelayanan = Bagus THEN NilaiKelayakan = Sedang
8. IF Makanan = Enak AND Pelayanan = Sangat Bagus THEN NilaiKelayakan = Tinggi
9. IF Makanan = Sangat Enak AND Pelayanan = Kurang THEN NilaiKelayakan = Rendah
10. IF Makanan = Sangat Enak AND Pelayanan = Cukup THEN NilaiKelayakan = Sedang

11. IF Makanan = Sangat Enak AND Pelayanan = Bagus THEN NilaiKelayakan = Tinggi
12. IF Makanan = Sangat Enak AND Pelayanan = Sangat Bagus THEN NilaiKelayakan = Tinggi

Aturan diatas jika diimplementasikan ke dalam system yang dibangun dengan menggunakan bahasa python akan terlihat sebagai berikut:

```
def inference(dataFuzzyPelayanan, dataFuzzyMakanan):  
    nilaiKelayakan = []  
    for i in range(len(dataFuzzyMakanan)):  
        pelayanan = dataFuzzyPelayanan[i] # [0 1.0 0 0]  
        makanan = dataFuzzyMakanan[i]  
        rendah = []  
        sedang = []  
        tinggi = []  
        for j in range(len(pelayanan)):  
            temp = 0  
            for k in range(len(makanan)):  
                if j == 0 and k == 0:  
                    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])  
                    rendah.append(temp)  
                if j == 0 and k == 1:  
                    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])  
                    rendah.append(temp)  
                if j == 0 and k == 2:  
                    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])  
                    rendah.append(temp)  
                if j == 1 and k == 0:  
                    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])  
                    rendah.append(temp)  
                if j == 1 and k == 1:  
                    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])  
                    sedang.append(temp)  
                if j == 1 and k == 2:  
                    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])  
                    sedang.append(temp)  
                if j == 2 and k == 0:  
                    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])  
                    rendah.append(temp)
```

Gambar 2.3.1 Fungsi Aturan Inferensi-1

```

if j == 2 and k == 0:
    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])
    rendah.append(temp)
if j == 2 and k == 1:
    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])
    sedang.append(temp)
if j == 2 and k == 2:
    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])
    tinggi.append(temp)
if j == 3 and k == 0:
    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])
    sedang.append(temp)
if j == 3 and k == 1:
    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])
    tinggi.append(temp)
if j == 3 and k == 2:
    temp = min(pelayanan[j], makanan[k])
    tinggi.append(temp)

nkRendah = max(rendah)
nkSedang = max(sedang)
nkTinggi = max(tinggi)
nilaiKelayakan.append([nkRendah, nkSedang, nkTinggi])
return nilaiKelayakan

```

Gambar 2.3.2 Fungsi Aturan Inferensi-2

Dapat dilihat pada kode di atas bahwa dilakukan iterasi untuk melakukan pengecekan dari nilai input hasil fuzzifikasi. Dimana nantinya hasil fuzzifikasi dari variabel *Pelayanan* dan *Makanan* pada tiap data akan dicari nilai yang paling minimum antara kedua variabel tersebut dan setelah semua nilai minimum yang kita dapatkan dimasukkan ke dalam array yang bersesuaian dengan nilai kelayakan yang dihasilkan, selanjutnya akan dicari nilai yang paling maksimum dari setiap array tersebut.

2.4 Metode Defuzzifikasi

Disini kami menggunakan metode defuzzifikasi weighted average model sugeno, kami memilih metode ini dikarenakan proses perhitungannya sangat sederhana sehingga membutuhkan waktu perhitungan yang relatif cepat dan sangat mudah untuk diimplementasikan pada kode program.

Untuk menentukan nilai kelayakan yang digunakan dalam sistem yang dibangun, kami membagi nilai kelayakan menjadi tiga yaitu “rendah” ada pada batas atas 30, “sedang” pada batas atas 60, dan “tinggi” ada di batas atas 99.



Gambar 2.4.1 Fungsi Nilai Kelayakan

Dengan memanfaatkan fuzzy dengan model sugeno pada sistem ini, maka nantinya akan dihitung nilai kelayakannya berdasarkan output dari fungsi aturan inferensi yang didapat sebelumnya. Misalnya kita mempunyai hasil output dari aturan fungsi aturan inferensi di suatu restoran sebesar (0, 0.666, 0) yang artinya rendah sebesar 0, sedang sebesar 0.666 dan tinggi sebesar 0. Maka nanti akan diperoleh hasil akhir:

$$y^* = \frac{30(0) + 60(0.666) + 99(0)}{0 + 0.666 + 0} = 60$$

Apabila formula diatas diterapkan untuk setiap data restoran maka tampilannya akan menjadi sebagai berikut.

```
def defuzzyfication(dataFuzzyRules):
    hasilDefuzz = []
    for data in dataFuzzyRules:
        y = ((data[0]*30) + (data[1]*60) + (data[2]*99)) / (data[0] + data[1] + data[2])
        hasilDefuzz.append(y)
    return hasilDefuzz
```

Gambar 2.4.2 Fungsi Defuzzifikasi-1

```
dataFuzzyRules = inference(dataFuzzyPelayanan,dataFuzzyMakanan)
hasilDefuzz = defuzzyfication(dataFuzzyRules)
dataRestoran["Result"] = hasilDefuzz

hasilAkhir = dataRestoran.sort_values(by="Result", ascending=False)[:10]
hasilAkhir
```

Gambar 2.4.3 Fungsi Defuzzifikasi-2

3. Hasil Kesimpulan

Jadi kesimpulan pada program yang kami buat adalah, kami membuat sebuah logika fuzzy menggunakan model sugeno untuk menghitung nilai kelayakan sebuah restoran. Disini kami menggunakan 2 variabel linguistik yaitu *Pelayanan* dan *Makanan*, *Pelayanan* memiliki nilai linguistik “kurang”, “cukup”, “bagus”, “sangat bagus” dan untuk *Makanan* memiliki nilai linguistik “kurang enak”, “enak”, “sangat enak”. Untuk metode defuzzifikasi kami menggunakan metode Weighted Average. Output dari program yang kami buat adalah sebuah file peringkat.xls yang berisikan 10 record id restoran dengan nilai kelayakan terbaik , seperti gambar di bawah ini:

	id	pelayanan	makanan	Result
69	70	78	8	99.000000
23	24	100	9	99.000000
41	42	94	10	99.000000
21	22	79	9	99.000000
82	83	69	8	99.000000
30	31	74	9	99.000000
78	79	87	9	99.000000
68	69	86	10	99.000000
53	54	64	10	93.428571
94	95	63	8	87.857143

Gambar 3.1 Output 10 Nilai Kelayakan Terbaik

A	B	C	D
Record id			
70			
24			
42			
22			
83			
31			
79			
69			
54			
95			

Gambar 3.2 Output 10 Record ID dengan Nilai Kelayakan Terbaik

4. Link Video Presentasi:

Berikut terlampir link video presentasi dari masing-masing anggota kelompok:

1. Ismar Apuandi : <https://youtu.be/2k5NEUSaYKs>
2. Kadek Rizky Francisca Putra : <https://youtu.be/qVHdZq4g4Vo>
3. Rafly Rhamadhan : <https://youtu.be/3FN1UnUblhY>

Referensi

<https://raharja.ac.id/2020/04/06/logika-fuzzy/>

<https://socs.binus.ac.id/2012/03/02/pemodelan-dasar-sistem-fuzzy/>