

Penerapan Teori Permainan Berbasis Logika *Fuzzy* dalam Menentukan Strategi Pemasaran Optimal pada Penyedia Layanan Internet

Kamalin Mastura^{1,*}, Syaripuddin¹, Qonita Qurrota A'yun¹

¹ *Laboratorium Matematika Komputasi Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mulawarman*

Dikirim: Juni 2022;

Diterima: Juli 2022;

Dipublikasi: September 2022

*Alamat Email Korespondensi: kamalinmastura107@gmail.com

Abstrak

Teori permainan adalah pendekatan matematis untuk merumuskan situasi kompetitif dan konflik antara kepentingan yang berbeda. Teori permainan memiliki konsep dasar dalam menyelesaikan suatu kompetisi, meliputi jumlah pemain, nilai permainan, dan strategi permainan. Penelitian ini menerapkan teori permainan yang melibatkan dua pemain yaitu pemain P_1 adalah Telkomsel dan pemain P_2 adalah Indosat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi yang optimal dari masing-masing penyedia layanan internet agar dapat memperoleh keuntungan dan mengurangi kerugian yang disebabkan oleh penilaian konsumen melalui suatu model matematika dan penyelesaian secara numerik dari matriks permainan. Responden konsumen dalam penelitian ini adalah mahasiswa Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Mulawarman. Matriks permainan diperoleh dari logika *fuzzy* melalui proses fuzzifikasi dan defuzzifikasi. Pendekatan numerik yang dilakukan pada matriks dari logika *fuzzy* adalah menggunakan pemrograman linier dengan metode penyelesaian yang digunakan adalah metode simpleks dan dual simpleks untuk memperoleh solusi optimum. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa strategi pemasaran yang optimal untuk kedua penyedia layanan internet adalah atribut kecepatan internet untuk pemain P_2 (Indosat) dan atribut jangkauan jaringan untuk pemain P_1 (Telkomsel) dengan nilai permainan atau *saddle point* yang diperoleh adalah 9,76388. Atribut yang paling dipentingkan oleh responden konsumen adalah jangkauan jaringan dan kecepatan internet. Pada analisis kepuasan diperoleh hasil bahwa pengguna Telkomsel menunjukkan tingkat kepuasan tertinggi pada atribut jangkauan jaringan dengan nilai rata-rata 7,80342 sedangkan pengguna Indosat menunjukkan tingkat kepuasan tertinggi pada atribut kemudahan mendapatkan produk dengan nilai rata-rata 7,47863.

Kata Kunci:

Logika Fuzzy, Pemrograman Linier, Teori Permainan

PENDAHULUAN

Teori permainan memiliki konsep dasar dalam menyelesaikan suatu kompetisi, meliputi jumlah pemain, nilai permainan, dan strategi permainan. Setiap konsep permainan yang dianalisis oleh teori permainan selalu dapat dinyatakan dalam bentuk matriks permainan [1].

Matriks permainan dapat digunakan untuk menggambarkan persaingan pasar. Salah satu contoh spesifik dari persaingan pasar adalah pemasaran. Pemasaran adalah desain dan proses untuk mengomunikasikan, menyampaikan, dan mempertukarkan proposisi nilai bagi masyarakat umum (pelanggan). Pemasaran bukan hanya kegiatan untuk menjual barang dan jasa, tetapi juga untuk memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen dengan cara membuat konsumen senang melalui penciptaan, penyediaan dan pertukaran produk yang memiliki nilai [2].

Permasalahan persaingan pemasaran yang terjadi di masyarakat dapat diselesaikan dengan teori permainan sederhana namun pada beberapa kondisi, untuk mengatasi kasus permainan yang berdimensi lebih besar digunakan pendekatan teori permainan dengan metode model pemrograman linier. Model pemrograman linier secara umum terdiri dari dua bagian, yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala. Fungsi tujuan adalah persamaan fungsi linier dari variabel target, seperti pendapatan, laba, atau biaya. Fungsi tujuan dapat menggambarkan bahwa fungsi variabel harus dimaksimalkan atau diminimalkan [3].

Salah satu asumsi pemrograman linier adalah asumsi kepastian, tetapi ada juga masalah yang melibatkan ketidakpastian. Dalam situasi ini, parameter masalah teori permainan dapat diselesaikan dengan logika *fuzzy*. Berdasarkan penelitian terdahulu yang juga menggunakan metode teori permainan berbasis logika *fuzzy* telah dilakukan beberapa di antaranya membahas aplikasi logika *fuzzy* dan teori permainan pada persaingan Alfamart dan Indomaret yang menghasilkan kesimpulan bahwa atribut kenyamanan berbelanja adalah yang paling dipentingkan konsumen dalam memilih mini market sebagai tempat berbelanja dengan permainan dimenangkan oleh mini market Indomaret dengan menggunakan strategi kenyamanan berbelanja [4]. Penelitian lainnya membahas persaingan pemasaran produk susu cair dalam kemasan siap minum dan menghasilkan kesimpulan bahwa pada persaingan produk susu cair, atribut pemasaran yang diunggulkan untuk *frisian flag* yaitu kesegaran susu, atribut pemasaran yang diunggulkan untuk *indomilk* yaitu iklan, sedangkan atribut pemasaran yang diunggulkan untuk *greenfield* yaitu ketersediaan susu [5].

Penelitian ini menerapkan teori permainan berbasis logika *fuzzy* untuk mengetahui persaingan dalam menentukan strategi pemasaran optimal yang terjadi antara Telkomsel dan Indosat dan mendapatkan komponen yang diutamakan oleh mahasiswa jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Mulawarman dalam memilih dan menggunakan jasa penyedia layanan internet Telkomsel maupun Indosat. Untuk mendapatkan strategi pemasaran optimal dan komponen yang diutamakan maka ditetapkan batasan masalah yaitu, atribut responden yang dipertimbangkan dalam penelitian ini hanya dibatasi pada harga kuota internet, jangkauan jaringan, kecepatan internet, kapasitas kuota yang ditawarkan, promo/diskon, masa aktif, dan kemudahan mendapatkan produk.

LANDASAN TEORI

1. Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* adalah suatu proses untuk memetakan ruang *input* ke suatu ruang *output* [6]. Terdapat beberapa alasan penggunaan logika *fuzzy*, yaitu [7]:

- a) Konsep logika *fuzzy* mudah di mengerti
- b) Logika *fuzzy* sangat fleksibel
- c) Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat
- d) Logika *fuzzy* berdasarkan pada bahasa alami
- e) Logika *fuzzy* dapat mengambil keputusan secara tepat dengan melihat bobot

2. Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah langkah pertama menuju penerapan sistem inferensi *fuzzy*. Kebanyakan variabel yang ada di dunia nyata adalah variabel yang terdefinisi dengan tegas (*crisp*) atau klasik. Proses fuzzifikasi dilakukan dengan membentuk *Triangular fuzzy number* (TFN) dari nilai persepsi responden [8]. Perhitungan fuzzifikasi terhadap data persepsi responden dilakukan dengan menggunakan langkah awal yang terdiri dari mencari nilai a_i , b_i , dan c_i untuk masing-masing kriteria dengan cara sebagai berikut [9]: Nilai batas bawah (a_i):

$$a_i = \frac{b_{i1} \times n_1 + b_{i2} \times n_2 + b_{i3} \times n_3 + \dots + b_{i(k-1)} \times n_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k} \quad (1)$$

Nilai tengah (b_i):

$$b_i = \frac{b_{i1} \times n_1 + b_{i2} \times n_2 + b_{i3} \times n_3 + \dots + b_{ik} \times n_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k} \quad (2)$$

Nilai batas atas (c_i):

$$c_i = \frac{b_{i2} \times n_1 + b_{i3} \times n_2 + \dots + b_{ik} \times n_{(k-1)} + b_{ik} \times n_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k} \quad (3)$$

Keterangan:

b_{ik} = bobot variabel linguistik ke- k pada atribut i

n_k = jumlah responden yang memilih variabel linguistik ke- k

k = variabel linguistik (1, 2, 3, ...)

Defuzzifikasi dapat didefinisikan sebagai proses memodifikasi himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* ditampilkan sebagai *output* himpunan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan dan mengembalikan bentuk tegas (*crisp*). Prosesnya adalah nilai keluaran *fuzzy* yang diperoleh dari evaluasi aturan diambil dan dimasukkan ke dalam keluaran fungsi keanggotaan. Nilai-nilai ini dimasukkan ke dalam metode defuzzifikasi untuk mendapatkan hasil akhir, yang disebut *crisp output* [10]. Nilai defuzzifikasi dan dirumuskan sebagai [9]:

$$\text{Defuzzifikasi} = \frac{a_i + b_i + c_i}{3} \quad (4)$$

3. Teori Permainan

Teori permainan adalah suatu bentuk kompetisi antara dua individu/pihak atau dua kelompok/grup yang saling bertentangan dan bersaing menggunakan aturan yang diketahui saling bertentangan [11]. Terdapat beberapa langkah yang perlu diperhatikan dalam menyelesaikan teori permainan antara lain [5]:

- a) Membentuk matriks permainan. Matriks permainan berisi nilai pembayaran (*pay off*).
- b) Menentukan pemain baris dan pemain kolom.
- c) Menemukan nilai terkecil pada setiap baris dengan nilai terkecil di antara *pay off* yang ada.
- d) Menemukan nilai terbesar pada setiap kolom dengan nilai terbesar di antara *pay off* yang ada.
- e) Menentukan nilai maksimin, yaitu nilai maksimum dari nilai minimum pada minimum baris.
- f) Menentukan nilai minimaks, yaitu nilai minimum dari nilai maksimum pada maksimum kolom.
- g) Menghitung *saddle point* untuk menentukan apakah strategi yang digunakan adalah strategi murni, atau strategi campuran. Jika nilai maksimin dan minimaks sama, maka strategi sudah optimal dan pemain hanya perlu menggunakan satu strategi saja. Namun, jika maksimin dan minimaks tidak sama, strateginya tidak optimal dan perlu menggunakan strategi campuran.

4. Pemrograman Linier

Pemrograman linier adalah metode aplikasi matematika yang dikembangkan pada tahun 1947 oleh George B. Dantzig. Pemrograman linier menggunakan model matematika

untuk menggambarkan suatu permasalahan [12]. Model pemrograman linier untuk pemain baris (P_1) adalah sebagai berikut [13]:

$$\text{Maksimumkan } Z = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n \quad (5)$$

Berdasarkan kendala:

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{21}X_2 + \dots + a_{m1}X_m &\geq 1 \\ a_{12}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{m2}X_m &\geq 1 \\ \vdots & \\ a_{1n}X_1 + a_{2n}X_2 + \dots + a_{mn}X_m &\geq 1 \\ X_i &\geq 0 \end{aligned}$$

dengan $V = \frac{1}{Z}$ dan $X_i = \frac{x_i}{V}$

Sedangkan dan model pemrograman linier untuk pemain kolom (P_2) adalah sebagai berikut:

$$\text{Minimumkan } W = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n \quad (6)$$

Berdasarkan kendala:

$$\begin{aligned} a_{11}Y_1 + a_{12}Y_2 + \dots + a_{1n}Y_n &\leq 1 \\ a_{21}Y_1 + a_{22}Y_2 + \dots + a_{2n}Y_n &\leq 1 \\ \vdots & \\ a_{m1}Y_1 + a_{m2}Y_2 + \dots + a_{mn}Y_n &\leq 1 \\ Y_j &\geq 0 \end{aligned}$$

dengan $V = \frac{1}{W}$ dan $Y_j = \frac{y_j}{V}$

Keterangan:

Z, W : fungsi tujuan

V : nilai permainan

x_i : probabilitas pemain baris (P_1) memilih strategi ke- i

y_j : probabilitas pemain kolom (P_2) memilih strategi ke- j

X_i : strategi ke- i pemain P_1

Y_j : strategi ke- j pemain P_2

a_{ij} : nilai pembayaran yang bersesuaian dengan strategi ke- i pemain P_1 dan ke- j pemain P_2 .

i : $1, 2, \dots, m$

j : $1, 2, \dots, n$

5. Uji Validitas

Uji validitas penelitian adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui keabsahan/ketepatan/kecermatan *item* pertanyaan pada saat mengukur variabel yang akan diteliti. *Item* pertanyaan disebut valid ketika dapat mengukur hal yang seharusnya diukur. Uji validitas dapat dilakukan dengan menggunakan korelasi *product and moment* dimana skor untuk setiap *item* berkorelasi dengan skor total [14]. Adapun rumus korelasi *product and moment* adalah sebagai berikut [15]:

$$r_{xy} = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}} \quad (7)$$

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y

- N = jumlah subyek
 X = skor suatu *item*
 Y = skor total
 $\sum XY$ = jumlah perkalian antara variabel X dan Y
 $\sum X^2$ = jumlah dari kuadrat nilai X
 $\sum Y^2$ = jumlah dari kuadrat nilai Y

6. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas penelitian adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kepercayaan (keandalan) suatu pertanyaan dalam mengukur variabel yang diteliti. Suatu instrumen penelitian dapat memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi apabila hasil pengujian instrumen tersebut menunjukkan hasil yang relatif sama/tetap (konsisten). Pengujian reliabilitas dilakukan dengan menggunakan pendekatan reliabilitas konsistensi internal (*internal consistency reliability*) yang menggunakan *alpha cronbach* untuk mengetahui seberapa baik hubungan antar *item-item* instrumen penelitian [14].

$$r_i = \frac{K}{(K-1)} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \quad (8)$$

Rumus untuk varians total dan varians *item*

$$s_t^2 = \frac{\sum X_t^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{n^2} \quad (9)$$

$$s_i^2 = \frac{JK_i}{n} - \frac{JK_s}{n^2} \quad (10)$$

Keterangan:

- r_i = koefisien reliabilitas
 K = jumlah *item* dalam instrumen
 $\sum s_i^2$ = jumlah varians skor tiap-tiap *item*
 s_t^2 = varians total
 JK_i = jumlah kuadrat seluruh *item*
 JK_s = jumlah kuadrat subyek

[16]

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden berupa kuesioner. Jenis kuesioner yang digunakan penulis adalah kuesioner tertutup, yaitu kuesioner yang menawarkan pilihan jawaban. Skala *likert* digunakan dalam mengukur tanggapan terhadap kuesioner yang disajikan kepada responden.

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Mulawarman angkatan 2018, 2019, 2020, dan 2021 menggunakan layanan internet Telkomsel dan Indosat dengan teknik penarikan sampel terlapis proporsional (*Stratified Random Sampling*).

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian instrumen penelitian, mengolah data dengan *fuzzy*, dan mengolah data dengan teori permainan. Berikut tahapan-tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini:

- 1) Melakukan uji kecukupan data menggunakan rumus Slovin

- 2) Melakukan uji validitas data menggunakan rumus korelasi *product and moment* dan uji reliabilitas pada pre-kuesioner menggunakan rumus *alpha cronbach*
- 3) Melakukan uji validitas menggunakan rumus korelasi *product and moment* dan uji reliabilitas pada kuesioner formal menggunakan rumus *alpha cronbach*
- 4) Melakukan proses fuzzifikasi menggunakan *triangular fuzzy number*
- 5) Menemukan nilai tegas tunggal melalui proses defuzzifikasi menggunakan Persamaan (4)
- 6) Membentuk matriks permainan dari hasil defuzzifikasi
- 7) Menentukan pemain P₁ dan pemain P₂
- 8) Menentukan nilai minimaks dan maksimin
- 9) Membentuk matriks pembayaran menjadi model pemrograman linier sesuai persamaan (5) dan (6)
- 10) Mencari strategi optimal menggunakan metode pemrograman linier. Selain pengerjaan secara manual, hasilnya juga diverifikasi dengan menggunakan *software Matlab*.
- 11) Melakukan analisis terhadap strategi yang paling optimal untuk setiap pemain setelah didapat nilai permainannya

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Validitas Data

Karakteristik untuk memperoleh koefisien validitas atribut yang terdiri dari banyaknya responden, jumlah skor dalam distribusi X dan Y, dan jumlah kuadrat dalam skor distribusi X dan Y dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik untuk Memperoleh Koefisien Validitas

No.	Atribut	N	ΣX	ΣY	ΣXY	ΣX^2	ΣY^2
1	Harga kuota internet	30	128	902	3.942	576	27.698
2	Jangkauan jaringan	30	139	902	4.236	659	27.698
3	Kecepatan internet	30	140	902	4.256	670	27.698
4	Kapasitas Kuota yang ditawarkan	30	131	902	4.001	591	27.698
5	Promo/diskon	30	128	902	3.946	576	27.698
6	Masa aktif	30	115	902	3.599	487	27.698
7	Kemudahan mendapatkan produk	30	121	902	3.718	513	27.698

Uji validitas data dilakukan pada hasil *pre-kuesioner* dengan nilai $N = 30$ dan $\alpha = 0,05$ maka $r_{tabel} = 0,361$. Rekapitulasi hasil uji validitas data *pre-kuesioner* untuk atribut jangkauan jaringan, kecepatan internet, kapasitas kuota, promo, masa aktif, dan kemudahan mendapatkan produk dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Data Pre-Kuesioner

No.	Atribut	Nilai r_{hitung}	Nilai r_{tabel}	Keterangan
1	Harga kuota internet	0,711	0,361	Valid
2	Jangkauan jaringan	0,610	0,361	Valid
3	Kecepatan internet	0,476	0,361	Valid
4	Kapasitas kuota yang ditawarkan	0,595	0,361	Valid
5	Promo/diskon	0,742	0,361	Valid
6	Masa aktif	0,865	0,361	Valid
7	Kemudahan mendapatkan produk	0,665	0,361	Valid

Pada Tabel 2 terlihat bahwa secara keseluruhan hasil uji menunjukkan $r_{hitung} > r_{tabel}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh atribut pada data *pre*-kuesioner bersifat valid.

2. Uji Reliabilitas Data

Karakteristik untuk memperoleh reliabilitas kuesioner yang terdiri dari banyak responden, jumlah skor dalam distribusi X, jumlah kuadrat dalam skor distribusi X, dan kuadrat dari jumlah skor dalam distribusi X ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik untuk Memperoleh Koefisien Reliabilitas

No.	Atribut	N	ΣX	$(\Sigma X)^2$	ΣX^2
1	Harga kuota internet	30	128	16.384	576
2	Jangkauan jaringan	30	139	19.321	659
3	Kecepatan internet	30	140	19.600	670
4	Kapasitas kuota yang ditawarkan	30	131	17.161	591
5	Promo/diskon	30	128	16.384	576
6	Masa aktif	30	115	13.225	487
7	Kemudahan mendapatkan produk	30	121	14.641	513
Jumlah			902	116.716	4.074

Sebelum melakukan perhitungan koefisien reliabilitas (r_i), terlebih dahulu dilakukan perhitungan jumlah varians skor tiap-tiap *item* pertanyaan (s_i^2) dan varians total (s_t^2) menggunakan rumus pada Persamaan (9) dan (10):

$$s_t^2 = \frac{27.698}{30} - \frac{(902)^2}{30^2} = 19,262$$

$$s_i^2 = \frac{4.072}{30} - \frac{116.716}{30^2} = 6,049$$

Jika dimasukkan dalam rumus *alpha cronbach* pada Persamaan (8) diperoleh:

$$\begin{aligned} r_i &= \frac{7}{(7-1)} \left\{ 1 - \frac{6,049}{19,262} \right\} \\ &= 1,16667 \times 0,68596 \\ &= 0,8003 \end{aligned}$$

Dari hasil uji reliabilitas pada *pre*-kuesioner dengan menggunakan rumus *alpha cronbach* diperoleh koefisien reliabilitas $r_i = 0,8003$, karena $r_i = 0,8003 > 0,599$ maka hal ini menunjukkan jawaban responden terhadap pertanyaan adalah konsisten artinya kuesioner reliabel.

Selanjutnya adalah uji validitas dan uji reliabilitas pada kuesioner formal. Berdasarkan uji validitas dan uji reliabilitas menggunakan SPSS 25 diperoleh:

Tabel 4. Hasil Uji Validitas Data Kuesioner Formal

Tingkat Kepentingan				
No.	Atribut	Nilai r_{hitung}	Nilai r_{tabel}	Keterangan
1	Harga kuota internet	0,690	0,223	Valid
2	Jangkauan jaringan	0,492	0,223	Valid
3	Kecepatan internet	0,531	0,223	Valid
4	Kapasitas kuota yang ditawarkan	0,754	0,223	Valid
5	Promo/diskon	0,664	0,223	Valid
6	Masa aktif	0,752	0,223	Valid
7	Kemudahan mendapatkan produk	0,758	0,223	Valid

Tingkat Kepuasan				
No.	Atribut	Nilai r_{hitung}	Nilai r_{tabel}	Keterangan
1	Harga kuota internet	0,713	0,223	Valid
2	Jangkauan jaringan	0,554	0,223	Valid
3	Kecepatan internet	0,699	0,223	Valid
4	Kapasitas kuota yang ditawarkan	0,808	0,223	Valid
5	Promo/diskon	0,717	0,223	Valid
6	Masa aktif	0,655	0,223	Valid
7	Kemudahan mendapatkan produk	0,657	0,223	Valid

Pada Tabel 4 diketahui bahwa seluruh atribut baik pada tingkat kepentingan maupun pada tingkat kepuasan dinyatakan valid. Hal ini membuktikan bahwa atribut-atribut pertanyaan pada kuesioner formal layak digunakan sebagai alat ukur untuk mengukur data penelitian dan dapat dianalisis lebih lanjut.

Pada uji reliabilitas diperoleh nilai reliabilitas tingkat kepentingan yaitu $r_i = 0,792$ dan pada tingkat kepuasan $r_i = 0,814$. Karena seluruh nilai reliabilitas $r_i > 0,599$ hal ini menunjukkan bahwa seluruh atribut pertanyaan dinyatakan reliabel karena jawaban responden terhadap pertanyaan adalah konsisten dengan kriteria reliabilitas tinggi.

3. Perhitungan Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi Persepsi Responden

Setelah dilakukan pengumpulan data dengan penyebaran kuesioner, selanjutnya dilakukan proses fuzzifikasi melalui pembentukan *triangular fuzzy number* nilai tingkat kepentingan responden lalu kemudian defuzzifikasikan. Hasil perhitungan rekapitulasi nilai fuzzifikasi dan defuzzifikasi setiap atribut dapat dilihat pada Tabel 5. Contoh perhitungan untuk atribut harga kuota internet, sebagai berikut:

Nilai batas bawah (a_1)

$$a_1 = \frac{(1 \times 0) + (1 \times 0) + (2 \times 0) + (2 \times 0) + (3 \times 0) + (4 \times 1) + (4 \times 0) + (5 \times 2) + (6 \times 6) + (6 \times 7) + (7 \times 11) + (8 \times 16) + (8 \times 3) + (9 \times 32)}{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 2 + 6 + 7 + 11 + 16 + 3 + 32}$$

$$a_1 = 7,80769$$

Nilai tengah (b_1)

$$b_1 = \frac{(1 \times 0) + (2 \times 0) + (2 \times 0) + (3 \times 0) + (4 \times 0) + (4 \times 1) + (5 \times 0) + (6 \times 2) + (6 \times 6) + (7 \times 7) + (8 \times 11) + (8 \times 16) + (9 \times 3) + (10 \times 32)}{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 2 + 6 + 7 + 11 + 16 + 3 + 32}$$

$$b_1 = 8,51282$$

Nilai batas atas (c_1)

$$c_1 = \frac{(2 \times 0) + (2 \times 0) + (3 \times 0) + (4 \times 0) + (4 \times 0) + (5 \times 1) + (6 \times 0) + (6 \times 2) + (7 \times 6) + (8 \times 7) + (8 \times 11) + (9 \times 16) + (10 \times 3) + (10 \times 32)}{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 2 + 6 + 7 + 11 + 16 + 3 + 32}$$

$$c_1 = 8,93590$$

Tahap selanjutnya adalah melakukan defuzzifikasi menggunakan rumus Persamaan (4) untuk untuk mendapatkan nilai tunggal yang representatif.

$$\text{Defuzzifikasi} = \frac{7,80769 + 8,51282 + 8,93590}{3} = 8,41880$$

Berdasarkan hasil perhitungan fuzzifikasi dan defuzzifikasi untuk seluruh atribut secara keseluruhan terdapat pada tabel berikut.

Tabel 5. Nilai TFN Persepsi Kepentingan Responden

No	Atribut	TFN			Defuzzifikasi	Peringkat
		a_i	b_i	c_i		
1	Harga Kuota Internet	7,80769	8,51282	8,93590	8,41880	3
2	Jangkauan Jaringan	8,28205	9,10256	9,46154	8,94872	2
3	Kecepatan Internet	8,41026	9,20513	9,58974	9,06838	1
4	Kapasitas Kuota yang Ditawarkan	7,48718	8,19231	8,66667	8,11538	4
5	Promo/diskon	7,38462	8,11538	8,57692	8,02564	5
6	Masa Aktif	7,05128	7,83333	8,29487	7,72650	7
7	Kemudahan Mendapatkan Produk	7,34615	8,07692	8,55128	7,99145	6

Hasil pengolahan data perhitungan fuzzifikasi dan defuzzifikasi persepsi kepentingan responden terhadap setiap atribut dapat diketahui bahwa nilai persepsi kepentingan tertinggi dari atribut penyedia layanan internet adalah kecepatan internet dengan nilai 9,06838. Dapat disimpulkan bahwa hal yang paling dipentingkan oleh mahasiswa jurusan Matematika dalam menggunakan jasa penyedia layanan internet adalah kecepatan internet.

4. Persepsi Responden Terhadap Telkomsel

Hasil perhitungan kepuasan mahasiswa jurusan Matematika pengguna Telkomsel pada atribut seluruh atribut diperoleh dengan menggunakan Persamaan (1), (2), dan (3) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai TFN Persepsi Kepuasan Responden Telkomsel

No	Atribut	TFN			Defuzzifikasi	Peringkat
		a_i	b_i	c_i		
1	Harga Kuota Internet	5,87179	6,61538	7,15385	6,54701	5
2	Jangkauan Jaringan	7,20513	7,84615	8,35897	7,80342	1
3	Kecepatan Internet	6,71795	7,51282	7,97436	7,40171	3
4	Kapasitas Kuota yang Ditawarkan	5,74359	6,35897	6,89744	6,33333	6
5	Promo/diskon	5,53846	6,30769	6,76923	6,20513	7
6	Masa Aktif	6,17949	6,87179	7,38462	6,81197	4
7	Kemudahan Mendapatkan Produk	6,71795	7,56410	8,00000	7,42735	2

Hasil pengolahan data persepsi kepuasan mahasiswa jurusan Matematika menunjukkan bahwa nilai persepsi kepuasan tertinggi dari atribut penyedia layanan internet Telkomsel adalah jangkauan jaringan dengan nilai 7,80342. Dapat disimpulkan

bahwa jangkauan jaringan dari Telkomsel adalah atribut yang dinilai paling memuaskan di antara atribut lainnya.

5. Persepsi Responden Terhadap Indosat

Hasil perhitungan kepuasan mahasiswa jurusan Matematika pengguna Indosat pada seluruh atribut diperoleh dengan menggunakan Persamaan (1), (2), dan (3) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai TFN Persepsi Kepuasan Responden Indosat

No	Atribut	TFN			Defuzzifikasi	Peringkat
		a_i	b_i	c_i		
1	Harga Kuota	6,05128	6,79487	7,30769	6,71795	4
2	Jangkauan Jaringan	5,76923	6,46154	7,02564	6,41880	7
3	Kecepatan Internet	6,00000	6,61538	7,25641	6,62393	6
4	Kapasitas Kuota yang Ditawarkan	6,33333	6,92308	7,53846	6,93162	2
5	Promo/diskon	6,07692	6,69231	7,30769	6,69231	5
6	Masa Aktif	6,23077	6,82051	7,48718	6,84615	3
7	Kemudahan Mendapatkan Produk	6,79487	7,56410	8,07692	7,47863	1

Hasil pengolahan data persepsi kepuasan mahasiswa jurusan Matematika menunjukkan bahwa nilai persepsi kepuasan tertinggi dari atribut penyedia layanan internet Indosat adalah kemudahan mendapatkan produk dengan nilai 7,47863. Dapat disimpulkan bahwa kemudahan mendapatkan produk dari Indosat adalah atribut yang dinilai paling memuaskan di antara atribut lainnya.

6. Pengolahan Data Menggunakan Teori Permainan

Untuk menentukan strategi pemasaran yang optimal masing-masing jasa penyedia layanan internet maka digunakan teori permainan. Atribut-atribut yang digunakan oleh setiap pemain adalah sama yaitu: (1) harga kuota internet, (2) jangkauan jaringan, (3) kecepatan internet, (4) kapasitas kuota, (5) promo/diskon, (6) masa aktif, dan (7) kemudahan mendapatkan produk. Atribut tersebut akan digunakan sebagai strategi. Variabel X_i adalah strategi ke- i untuk Telkomsel dan variabel Y_j adalah strategi ke- j untuk Indosat, untuk $i, j = 1, 2, 3, \dots, 7$.

Langkah awal dalam pengolahan data teori permainan adalah membentuk matriks permainan. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *payoff* adalah dengan menggunakan nilai hasil dari perhitungan defuzzifikasi sebagai berikut [5]:

$$X_i; Y_j = (d \times dP_1) - (d \times dP_2) \quad (11)$$

Keterangan:

X_i : strategi ke- i pemain P_1

Y_j : strategi ke- j pemain P_2

d : defuzzifikasi tingkat kepentingan

dP_1 : defuzzifikasi pemain P_1

dP_2 : defuzzifikasi pemain P_2

Berikut contoh perhitungan mencari nilai *payoff*:

- 1) Nilai *payoff* atribut harga kuota internet Telkomsel (P_1) terhadap atribut harga kuota internet Indosat (P_2) adalah sebagai berikut:

$$X_1; Y_1 = (8,41880 \times 6,54701) - (8,41880 \times 6,71795) = -1,43911$$

- 2) Nilai *payoff* atribut harga kuota internet Telkomsel (P_1) terhadap atribut jangkauan jaringan Indosat (P_2) adalah sebagai berikut:

$$X_1; Y_2 = (8,41880 \times 6,54701) - (8,94872 \times 6,41880) = -2,32208$$

Hasil perhitungan nilai *payoff* secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Matriks Nilai Perolehan *payoff* Seluruh Atribut

$P_1 \backslash P_2$	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
X_1	-1,43911	-2,32208	-4,95033	-1,13482	1,40792	2,22120	-4,64716
X_2	13,27350	12,39053	9,76229	13,57780	16,12053	16,93382	10,06545
X_3	10,56439	9,68142	7,05318	10,86869	13,41143	14,22471	7,35634
X_4	-5,15965	-6,04263	-8,67087	-4,85536	-2,31262	-1,49934	-8,36770
X_5	-6,75696	-7,63993	-10,26817	-6,45266	-3,90993	-3,09665	-9,96501
X_6	-3,92446	-4,80744	-7,43568	-3,62017	-1,07743	-0,26415	-7,13252
X_7	2,79823	1,91526	-0,71298	3,10253	5,64526	6,45854	-0,40982

Pemain P_1 menerapkan aturan maksimin dan pemain P_2 menerapkan aturan minimaks.

Tabel 9. Matriks Permainan Telkomsel vs Indosat

$P_1 \backslash P_2$	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Min
X_1	-1,43911	-2,32208	-4,95033	-1,13482	1,40792	2,22120	-4,64716	-4,95033
X_2	13,27350	12,39053	9,76229	13,57780	16,12053	16,93382	10,06545	9,76229
X_3	10,56439	9,68142	7,05318	10,86869	13,41143	14,22471	7,35634	7,05318
X_4	-5,15965	-6,04263	-8,67087	-4,85536	-2,31262	-1,49934	-8,36770	-8,67087
X_5	-6,75696	-7,63993	-10,26817	-6,45266	-3,90993	-3,09665	-9,96501	-10,26817
X_6	-3,92446	-4,80744	-7,43568	-3,62017	-1,07743	-0,26415	-7,13252	-7,43568
X_7	2,79823	1,91526	-0,71298	3,10253	5,64526	6,45854	-0,40982	-0,71298
Maks	13,27350	12,39053	9,76229	13,57780	16,12053	16,93382	10,06545	

7. Penyelesaian Teori Permainan Menggunakan Pemrograman Linier

Dalam metode pemrograman linier, apabila pada matriks nilai perolehan terdapat elemen yang bernilai negatif maka seluruh elemen matriks dijumlahkan dengan nilai mutlak dari elemen terkecil, dalam kasus ini adalah -10,26817. Jumlahkan seluruh elemen dengan nilai $k = |-10,26817| = 10,26817$ agar nilai permainan (V) yang diperoleh bernilai positif.

Tabel 10. Matriks Nilai Perolehan *payoff* Modifikasi

$P_1 \backslash P_2$	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
X_1	8,82906	7,94609	5,31784	9,13335	11,67609	12,48937	5,62101
X_2	23,54167	22,65870	20,03046	23,84597	26,38870	27,20199	20,33362
X_3	20,83256	19,94959	17,32135	21,13686	23,67960	24,49288	17,62451
X_4	5,10852	4,22554	1,59730	5,41281	7,95555	8,76883	1,90047
X_5	3,51121	2,62824	0	3,81551	6,35824	7,17152	0,30316
X_6	6,34371	5,46073	2,83249	6,64800	9,19074	10,00402	3,13565
X_7	13,06640	12,18343	9,55519	13,37070	15,91343	16,72671	9,85835

Hasil modifikasi pada Tabel 10 kemudian diubah ke dalam bentuk pemrograman linier.

8. Penyelesaian Bentuk Pemrograman Linier Indosat

Bentuk pemrograman linier untuk Indosat, yaitu:

$$\text{Maksimumkan } W = \frac{1}{V} = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 \quad (12)$$

dengan kendala:

$$8,82906Y_1 + 7,94609Y_2 + 5,31784Y_3 + 9,13335Y_4 + 11,67609Y_5 + 12,48937Y_6 + 5,62101Y_7 \leq 1$$

$$23,54162Y_1 + 22,65870Y_2 + 20,03046Y_3 + 23,84597Y_4 + 26,38870Y_5 + 27,20199Y_6 + 20,33362Y_7 \leq 1$$

$$20,83256Y_1 + 19,94959Y_2 + 17,32135Y_3 + 21,13686Y_4 + 23,67960Y_5 + 24,49288Y_6 + 17,62451Y_7 \leq 1$$

$$5,10852Y_1 + 4,22554Y_2 + 1,59730Y_3 + 5,41281Y_4 + 7,95555Y_5 + 8,76883Y_6 + 1,90047Y_7 \leq 1$$

$$3,51121Y_1 + 2,62824Y_2 + 0 + 3,81551Y_4 + 6,35824Y_5 + 7,17152Y_6 + 0,30316Y_7 \leq 1$$

$$6,34371Y_1 + 5,46071Y_2 + 2,83249Y_3 + 6,64800Y_4 + 9,19074Y_5 + 10,00402Y_6 + 3,13565Y_7 \leq 1$$

$$13,06640Y_1 + 12,18343Y_2 + 9,55519Y_3 + 13,37070Y_4 + 15,91343Y_5 + 16,72671Y_6 + 9,85835Y_7 \leq 1$$

Penyelesaian bentuk Persamaan (12) dengan menggunakan program *Matlab* diperoleh solusi optimal berikut:

Tabel 11. Solusi Optimal Untuk Indosat

Variabel Basis	W	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	NK
W	1	0,17529	0,13121	0	0,19049	0,31743	0,35803	0,01514	0	0,04992	0	0	0	0	0	0,04992
S ₁	0	2,57903	1,93048	0	2,80254	4,67021	5,26757	0,22268	1	-0,26549	0	0	0	0	0	0,73451
Y ₃	0	1,17529	1,13121	1	1,19049	1,31743	1,35803	1,01514	0	0,04992	0	0	0	0	0	0,04992
S ₃	0	0,47489	0,35547	0	0,51605	0,85995	0,96995	0,04100	0	-0,86475	1	0	0	0	0	0,13525
S ₄	0	3,23122	2,41866	0	3,51125	5,85121	6,59964	0,27899	0	-0,07974	0	1	0	0	0	0,92026
S ₅	0	3,51121	2,62824	0	3,81551	6,35824	7,17153	0,30316	0	0,00000	0	0	1	0	0	1,00000
S ₆	0	3,01470	2,25658	0	3,27596	5,45913	6,15740	0,26029	0	-0,14141	0	0	0	1	0	0,85859
S ₇	0	1,83625	1,37448	0	1,99539	3,32515	3,75047	0,15854	0	-0,47703	0	0	0	0	1	0,52297

Diperoleh strategi pemasaran optimal untuk Indosat, yaitu:

$$W = 0,04992$$

$$Y_3 = 0,04992$$

$$Y_1 = Y_2 = Y_4 = Y_5 = Y_6 = Y_7 = 0$$

Karena $W = \frac{1}{V}$ dan karena $Y_j = \frac{y_j}{V}$ maka $y_j = Y_j \cdot V$

$$V = \frac{1}{W} = \frac{1}{0,04992} = 20,03205$$

$$y_3 = 0,04992 \cdot 20,03205 = 0,99999 = 100\%$$

$$y_1 = y_2 = y_4 = y_5 = y_6 = y_7 = 0 \cdot 20,03205 = 0$$

Pada matriks perolehan awal sebelumnya seluruh elemen telah ditambah dengan $k = 10,26817$ maka $V = 20,03205 - 10,26817 = 9,76388$.

Dengan demikian, strategi pemasaran optimal untuk Indosat adalah strategi kecepatan internet dengan peluang 100% artinya Indosat harus mengutamakan kecepatan internet agar maksimum kerugian yang diperoleh oleh perusahaan adalah 9,76388 singkatnya adalah Indosat dapat meminimumkan kerugiannya dengan meningkatkan kualitas kecepatan internet.

9. Penyelesaian Bentuk Pemrograman Linier Telkomsel

Bentuk pemrograman linier untuk Telkomsel adalah sebagai berikut:

$$\text{Minimumkan } Z = \frac{1}{V} = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 \quad (13)$$

dengan kendala:

$$8,82889X_1 + 23,54150X_2 + 20,83239X_3 + 5,10835X_4 + 3,51104X_5 + 6,34354X_6 + 13,06623X_7 \geq 1$$

$$7,94592X_1 + 22,65853X_2 + 19,94942X_3 + 4,22537X_4 + 2,62807X_5 + 5,46056X_6 + 12,18326X_7 \geq 1$$

$$5,31767X_1 + 20,03029X_2 + 17,32118X_3 + 1,59713X_4 + 0 + 2,83232X_6 + 9,55502X_7 \geq 1$$

$$9,13318X_1 + 23,84580X_2 + 21,13669X_3 + 5,41264X_4 + 3,81534X_5 + 6,64783X_6 + 13,37053X_7 \geq 1$$

$$11,67592X_1 + 26,38853X_2 + 23,67943X_3 + 7,95538X_4 + 6,35807X_5 + 9,19057X_6 + 15,91326X_7 \geq 1$$

$$12,48920X_1 + 27,20182X_2 + 24,49271X_3 + 8,76866X_4 + 7,17135X_5 + 10,00385X_6 + 16,72654X_7 \geq 1$$

$$5,62084X_1 + 20,33345X_2 + 17,62434X_3 + 1,90030X_4 + 0,30299X_5 + 3,13548X_6 + 9,85818X_7 \geq 1$$

Penyelesaian bentuk Persamaan (13) dengan menggunakan program *Matlab* diperoleh solusi optimal berikut:

Tabel 12. Solusi Optimal Untuk Telkomsel

Variabel Basis	Z	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	NK
Z	1	-0,73451	0	-0,13525	-0,92026	-1	-0,85859	-0,52297	0	0	-0,04992	0	0	0	0	0,04992
X ₂	0	0,26549	1	0,86475	0,07974	0	0,14141	0,47703	0	0	-0,04992	0	0	0	0	0,04992
S ₂	0	-1,93047	0	-0,35547	-2,41866	-2,62824	-2,25658	-1,37448	0	1	-1,13121	0	0	0	0	0,13121
S ₁	0	-2,57903	0	-0,47489	-3,23122	-3,51121	-3,01470	-1,83625	1	0	-1,17529	0	0	0	0	0,17529
S ₄	0	-2,80254	0	-0,51605	-3,51125	-3,81551	-3,27596	-1,99539	0	0	-1,19049	1	0	0	0	0,19049
S ₅	0	-4,67021	0	-0,85995	-5,85122	-6,35825	-5,45913	-3,32515	0	0	-1,31743	0	1	0	0	0,31743
S ₆	0	-5,26757	0	-0,96995	-6,59964	-7,17153	-6,15741	-3,75047	0	0	-1,35803	0	0	1	0	0,35803
S ₇	0	-0,22267	0	-0,04100	-0,27898	-0,30316	-0,26029	-0,15854	0	0	-1,01513	0	0	0	1	0,01513

Dari Tabel 4.21 di atas diperoleh strategi pemasaran optimal untuk Telkomsel, yaitu:

$$Z = 0,04992$$

$$X_2 = 0,04992$$

$$X_1 = X_3 = X_4 = X_5 = X_6 = X_7 = 0$$

Karena $Z = \frac{1}{V}$ dan karena $X_i = \frac{x_i}{V}$ maka $x_i = X_i \cdot V$

$$V = \frac{1}{Z} = \frac{1}{0,04992} = 20,03205$$

$$x_2 = 0,04992 \cdot 20,03205 = 0,99999 = 100\%$$

$$x_1 = x_3 = x_4 = x_5 = x_6 = x_7 = 0 \cdot 20,03205 = 0$$

Pada matriks perolehan awal sebelumnya seluruh elemen telah ditambah dengan $k = 10,26817$ maka $V = 20,03205 - 10,26817 = 9,76388$. Dengan demikian, strategi pemasaran optimal untuk Telkomsel adalah strategi jangkauan jaringan dengan peluang 100% artinya Telkomsel harus mengutamakan jangkauan jaringan agar minimum keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan adalah 9,76388 singkatnya adalah Telkomsel dapat memaksimalkan keuntungannya dengan meningkatkan kualitas jangkauan jaringan.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai permainan $V_{Telkomsel} = V_{Indosat} = 9,76388$ yang merupakan nilai keseimbangan. Maksud nilai

keseimbangan ini adalah tingkat penilaian responden terhadap layanan yang ditawarkan oleh kedua pemain. Artinya dengan menggunakan strategi murni maupun strategi campuran metode pemrograman linier antara Telkomsel dan Indosat masing-masing memperoleh strategi optimal untuk meningkatkan keuntungan dan mengurangi resiko kerugian yang disebabkan oleh penilaian konsumen.

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa strategi pemasaran yang optimal untuk kedua penyedia layanan internet dengan menggunakan logika *fuzzy* sebagai bantuan teori permainan adalah atribut kecepatan internet untuk pemain P₂ (Indosat) dan atribut jangkauan jaringan untuk pemain P₁ (Telkomsel) dengan nilai permainan atau *saddle point* yang diperoleh adalah 9,76388. Atribut yang paling dipentingkan oleh mahasiswa Jurusan Matematika fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman adalah jangkauan jaringan dan kecepatan internet. Pada analisis kepuasan diperoleh hasil bahwa pengguna Telkomsel menunjukkan tingkat kepuasan tertinggi pada atribut jangkauan jaringan dengan nilai rata-rata 7,80342 sedangkan pengguna Indosat menunjukkan tingkat kepuasan tertinggi pada atribut kemudahan mendapatkan produk dengan nilai rata-rata 7,47863.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wijayati, D. (2019). Teori Permainan Menggunakan Algoritma Kunang-Kunang. *Naratif: Jurnal Ilmiah Nasional Riset Aplikasi Dan Teknik Informatika*, 01(02), 7–12.
- [2] Ritonga, H. M., Fikri, M. El, Siregar, N., Agustin, R. R., & Hidayat, R. (2018). *Manajemen Pemasaran: Konsep dan Strategi*.
- [3] Susdarwono, E. T. (2020). Pemrograman Linier Permasalahan Ekonomi Pertahanan: Metode Grafik Dan Metode Simpleks. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 5(1), 89–104. <https://doi.org/10.25157/teorema.v5i1.3246>
- [4] Anggraini, D., Mujib, & Putra, N. W. (2017). Aplikasi Logika Fuzzy dalam Teori Permainan untuk Menentukan Strategi Pemasaran (Studi Kasus: Persaingan Alfamart dan Indomaret). *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika 2017*, 6, 81–87.
- [5] Wahyuti, I., & Ngatilah, Y. (2020). Analisis Persaingan Pemasaran Produk Susu Cair Dalam Kemasan Siap Minum Menggunakan Metode Logika Fuzzy dan Teori Permainan. *Juminten*, 1(3), 116–128. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i3.124>
- [6] Sujarwata. (2018). *Sistem Fuzzy dan Aplikasinya (Edisi 1)*. Deepublish.
- [7] Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan (Edisi 2)*. Graha Ilmu.
- [8] Djalal, A. (2013). Analisis Kepuasan Nasabah dengan Pendekatan Fuzzy Service Quality dalam Upaya Peningkatan Kualitas Layanan Perbankan (Studi Kasus di Bank Mandiri Cabang Sudirman Yogyakarta). *Teknoin*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol19.iss1.art1>
- [9] Ummi, N., & Katili, P. B. (2018). Aplikasi Fuzzy-Servqual dan Importance Performance Analysis untuk Meningkatkan Kualitas Pelayanan Perpustakaan (Studi Kasus: Perpustakaan FT. Untirta). *Jurnal Teknik Industri Fakultas Teknik*, 3, 146–157.
- [10] Haerani, E. (2013). Analisa Kendali Logika Fuzzy Dengan Metode Defuzzifikasi COA (Center of Area), Bisektor, MOM (Mean of Maximum), LOM (Largest of Maximum), DAN SOM (Smallest of Maximum). *Jurnal Sains Dan Teknologi Industri*, 10(2), 245–253.

- [11] Kartono. (1994). Teori Permainan. Andi Offset.
- [12] Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2001). Introduction to Operations Research (K. Kane (ed.); Edisi 7). McGraw-Hill.
- [13] Siagian, P. (1987). Penelitian Operasional, Teori dan Praktek. Universitas Indonesia (UI-Press).
- [14] Kurniawan, A. W., & Puspitaningtyas, Z. (2012). Metode Penelitian Kuantitatif. Pandiva Buku.
- [15] Setiawan, S. (2020). Merancang Kuesioner Untuk Penelitian (Edisi 1). PPNI Qatar.
- [16] Sugiyono. (2007). Statistik Untuk Penelitian (E. Mulyatiningsih (ed.)). Alfabeta Bandung.