

## Penerapan *Fuzzy* Teori Permainan dalam Menentukan Strategi Optimal *Provider* di Bengalon

Clara Indriani Puspitasari<sup>1</sup>, Wasono<sup>1\*</sup>, Moh. Nurul Huda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratorium Matematika Komputasi Jurusan Matematika FMIPA Universitas Mulawarman*

Dikirim: Januari 2023; Diterima: Maret 2023; Dipublikasi: September 2023

Alamat Email Korespondensi: [wason.khayla32@gmail.com](mailto:wason.khayla32@gmail.com)

### ABSTRAK

Teori permainan adalah sebuah teori yang bertujuan untuk membantu memahami situasi dimana pengambil keputusan berinteraksi. Penelitian ini menerapkan teori permainan yang melibatkan dua pemain yaitu pemain P1 adalah Telkomsel dan pemain P2 adalah Indosat dengan lokasi di kecamatan Bengalon, khususnya Desa Sepaso Barat. 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. Matriks permainan diperoleh dari logika *fuzzy* melalui proses fuzzifikasi dan defuzzifikasi. Pendekatan numerik yang digunakan pada matriks dari logika *fuzzy* yaitu 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 P2 (Indosat) dan atribut jangkauan jaringan untuk pemain P1 (Telkomsel) dengan nilai permainan atau *saddle point* yang diperoleh adalah 4,5667. Atribut yang paling dianggap penting oleh warga desa Sepaso Barat di Bengalon adalah kekuatan sinyal dan harga pulsa. Pada analisis kepuasan diperoleh hasil bahwa pengguna Telkomsel menunjukkan tingkat kepuasan tertinggi pada atribut tarif SMS dengan nilai rata-rata 7,9167 sedangkan pengguna Indosat menunjukkan tingkat kepuasan tertinggi pada atribut tarif SMS mendapatkan produk dengan nilai rata-rata 7,0833.

### Kata Kunci:

*Logika Fuzzy, Pemrograman Linier, Teori Permainan*

## PENDAHULUAN

Teori permainan (*game theory*) adalah bagian dari ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan pembuatan keputusan pada saat ada dua pihak atau lebih berada dalam kondisi persaingan atau konflik [1]. Saat menentukan strategi persaingan digunakan *fuzzy* dan teori permainan sebagai proses pengambilan keputusan dari situasi persaingan dan melibatkan dua atau lebih kepentingan yang biasa menjadi solusi, dalam pengambilan keputusan terdapat strategi antara pelaku persaingan. Setiap konsep permainan dinyatakan dalam bentuk matriks permainan. Matriks permainan disebut juga *matriks pay-off* adalah matriks yang menunjukkan hasil pembayaran dari strategi yang berbeda tiap pemain [2].

Logika *fuzzy* adalah suatu teori himpunan yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat antara kebenaran dan kesalahan, bukan hanya menghasilkan 0 sebagai tidak dan 1 sebagai ya tetapi seluruh nilai antara 0 dan 1. *Fuzzy* digunakan dalam masalah menentukan strategi optimal [3]. Beberapa macam bilangan *fuzzy*, *Triangular Fuzzy Number* (TFN) merupakan bilangan *fuzzy* yang paling sering digunakan. *Triangular Fuzzy Number* ditunjukkan dengan tiga titik. *Triangular Fuzzy Number* dipilih karena kemudahan penggunaannya dalam proses perhitungan, selain itu efektif untuk formulasi masalah keputusan dengan informasi yang subjektif dan tidak akurat [4].

Beberapa penyedia jasa layanan internet (*internet service provide*) di Indonesia menawarkan beberapa produk salah satunya berupa paket data. Banyaknya produk paket data yang ditawarkan oleh *provider* menyebabkan persaingan yang ketat didalam pemasaran layanan internet. Oleh karena itu, *provider* harus membuat strategi untuk memenangkan persaingan [5].

Telkomsel adalah salah satu *provider* operator telekomunikasi seluler GSM pertama di Indonesia dengan layanan pascabayar kartu HALO yang diluncurkan pada tanggal 26 Mei 1995. Indosat juga merupakan perusahaan operator telepon seluler bersistem GSM di Indonesia yang berdiri pada 23 Juli 2001.

Berdasarkan latar belakang penelitian ini, peneliti ingin menentukan strategi optimal provider di Bangalon yang mana sebelumnya penelitian serupa telah dilakukan oleh Eriani (2012) menggunakan metode *logika fuzzy*. Maka pengembangan metode dilakukan penulis dengan menambahkan penggunaan model matematika yaitu teori permainan yaitu dengan judul "Penerapan *Fuzzy* Teori Permainan dalam Menentukan Strategi Optimal *Provider* di Bangalon".

## LANDASAN TEORI

### 1. Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* adalah suatu proses untuk memetakan ruang input kesuatu ruangan output. Logika *fuzzy* dapat digunakan untuk memecahkan suatu masalah ketidakpastian tetapi bukan pengganti teori probabilitas [3].

### 2. Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses yang dilakukan untuk mengubah variable nyata menjadi variable *fuzzy*, ini ditujukan agar masukkan kontroler *fuzzy* bias dipetakan menuju jenis yang sesuai dengan himpunan *fuzzy* [6]. Perhitungan fuzzifikasi data persepsi responden dilakukan dengan menggunakan langkah awalnya adalah mencari nilai  $c$ ,  $a$ , dan  $b$  untuk tiap kriteria dengan cara sebagai berikut [7] [8]:

batas bawah

$$a_i = \frac{x_1 n_1 + x_2 n_2 + \dots + x_k n_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}, \quad (1)$$

batas tengah

$$b_i = \frac{y_1 n_1 + y_2 n_2 + \dots + y_k n_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}, \quad (2)$$

batas atas

$$c_i = \frac{z_1 n_1 + z_2 n_2 + \dots + z_k n_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}, \quad (3)$$

dengan:

$x_k$  = batas variabel *linguistic* ke  $k$  untuk batas bawah,

$y_k$  = batas variabel *linguistic* ke  $k$  untuk batas tengah,

$z_k$  = batas variabel *linguistic* ke  $k$  untuk batas atas,

$n_k$  = jumlah responden variabel *linguistic* ke  $k$

Defuzzifikasi adalah proses pemetaan himpunan *fuzzy* himpunan tegas (crisp). Proses ini merupakan kebalikan dari proses fuzzifikasi. Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus diambil suatu nilai crisp tertentu dengan rumus[6]:

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

dengan keterangan:

$a_i$  = Nilai batas atas,

$b_i$  = nilai batas tengah,

$c_i$  = nilai batas bawah.

### 3. Teori Permainan

Teori permainan merupakan suatu model matematika yang digunakan dalam situasi konflik atau persaingan antara berbagai kepentingan yang saling berhadapan sebagai pesaing. Teori permainan dikembangkan untuk menganalisa proses pengambilan keputusan dari situasi yang berbeda-beda[1].

### 4. Uji validitas

Uji validitas adalah ketepatan alat penilaian terhadap konsep yang dinilai sehingga menilai dengan benar apa yang akan dinilai. Validitas kuisioner dilakukan dengan menggunakan rumus Korelasi *Product Moment* [9]:

$$r_{xy} = \frac{N \sum(XY) - (\sum X \sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2 - (\sum X)^2)(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (5)$$

keterangan:

$r_{xy}$  = koefisien korelasi antara variable X dan Y

$X$  = skor suatu item

$Y$  = total nilai skor

$N$  = jumlah Subyek

Apabila koefisien korelasi *product moment* lebih besar dari nilai tabel *product moment* maka pengujian dinyatakan valid.

### 5. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas merupakan alat yang digunakan untuk mengukur konsistensi kuesioner yang merupakan indikator dari variabel atau konstruk (Variabel dapat disamakan dengan sesuatu yang dapat digunakan untuk membedakan atau merubah nilai, sebagai sinonim dari konstruk yang dinyatakan dengan nilai atau angka). Pengukuran reliabilitas terhadap variabel dilakukan dengan menggunakan teknik *Cronbach Alpha*. Jika nilai *Cronbach's Alpha*  $\geq 0,6$  maka reliabilitas suatu variabel dapat dinyatakan baik. Rumus *Cronbach Alpha* dituliskan sebagai berikut [10]:

$$r_i = \frac{K}{(K - 1)} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \quad (6)$$

Rumus untuk varians total dan varians item

$$s_t^2 = \frac{\sum X_t^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{n^2} \quad (7)$$

$$s_t^2 = \frac{JK_i}{n} - \frac{JK_s}{n^2} \quad (8)$$

dengan:

- $r_i$  = 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

Suatu kuesioner dikatakan reliabel atau handal jika jawaban seseorang terhadap pertanyaan adalah konsisten atau stabil dari waktu ke waktu [11].

## METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan memperoleh informasi dari responden berupa kuesioner. Jenis kuesioner yang digunakan berupa kuesioner yang menawarkan pilihan jawaban berdasarkan skala *likert*. Skala *likert* digunakan untuk mengukur tanggapan responden terhadap pertanyaan pada kuesioner.

Populasi dalam penelitian ini adalah warga desa Sepaso Barat RT 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 yang menggunakan layanan internet Telkomsel dan Indosat. Penarikan sampel dilakukan dengan teknik penarikan sampel terlapis proposional.

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

1. Melakukan uji kecukupan data menggunakan rumus slovin
2. Melakukan uji validitas 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 *Tringular fuzzy number*
5. Defuzzifikasi pada nilai rata-rata tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan responden menggunakan persamaan (4)
6. Membentuk matriks permainan dari hasil defuzzifikasi
7. Menentukan pemain  $P_1$  dan pemain  $P_2$

8. Menentukan nilai maksimin dan minimaks
9. Membentuk matriks pembayaran menjadi model pemrograman linier sesuai persamaan (5) dan (6)
10. Mencari strategi optimal menggunakan metode pemrograman linier
11. Melakukan analisis terhadap strategi yang paling optimal untuk setiap pemain setelah didapat nilai permainannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Uji validitas

Karakteristik untuk memperoleh koefisien validitas atribut yang terdiri dari banyak 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	$\sum X$	$\sum Y$	$\sum XY$	$\sum X^2$	$\sum Y^2$
1.	Harga Paket Data	20	71	383	1400	267	7523
2.	Kekuatan Sinyal	20	72	383	1437	284	7523
3.	Tarif SMS	20	85	383	1655	369	7523
4.	Tarif Telepon	20	77	383	1512	315	7523
5.	Harga Pulsa	20	78	383	1519	316	7523

Uji validitas data dalam pre-kuesioner dengan nilai  $N = 20$  dan  $\alpha = 0,05$  maka  $r_{tabel} = 0,444$ . Rekapitulasi hasil uji validitas data pre-kuesioner untuk atribut kekuatan sinyal, tariff sms, tariff telepon dan harga pulsa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Data Pre-Kuesioner

No.	Atribut	Nilai $r_{hitung}$	Nilai $r_{tabel}$	Keterangan
1.	Harga Paket Data	0.7599931	0,444	Valid
2.	Kekuatan Sinyal	0.8511064	0,444	Valid
3.	Tarif SMS	0.7128569	0,444	Valid
4.	Tarif Telepon	0.6332374	0,444	Valid
5.	Harga Pulsa	0.5363721	0,444	Valid

Pada Tabel 2 terlihat bahwa secara keseluruhan hasil uji menunjukkan r hitung lebih besar dari r tabel, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh atribut pada 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	$\sum X$	$(\sum X)^2$	$\sum X^2$
1.	Harga Paket Data	20	71	5041	267
2.	Kekuatan Sinyal	20	72	5184	284
3.	Tarif SMS	20	85	7225	369
4.	Tarif Telepon	20	77	5929	315
5.	Harga Pulsa	20	78	6084	316
Jumlah			383	29.463	1.551

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 persamaan (7) dan (8) sehingga diperoleh:

$$s_t^2 = \frac{7523}{20} - \frac{(383)^2}{20^2} = 9,4275$$

$$s_i^2 = \frac{1551}{20} - \frac{29463}{20^2} = 3,8925$$

Jika dimasukkan dalam rumus *alpha cronbach* pada persamaan (6) diperoleh:

$$\begin{aligned} r_i &= \frac{5}{(4-1)} \left\{ 1 - \frac{3,8925}{9,4275} \right\} \\ &= 1,25 \times 0,58711 \\ &= 0,85745 \end{aligned}$$

Dari hasil uji reliabilitas pada *pre*-kuesioner dengan menggunakan rumus *alpha cronbach* diperoleh koefisien reliabilitas  $r_i = 0,85745$ . Hal ini menunjukkan bahwa kelima atribut yaitu Harga Paket Data, Kekuatan Sinyal, Tarif SMS, Tarif Telepon, dan Harga Pulsa dinyatakan reliabel karena jawaban responden terhadap pertanyaan adalah konsisten dengan kriteria reliabilitas sangat tinggi. Hasil uji validitas kelima atribut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Validitas Data Kuesioner Formal (Tingkat Kepentingan)

No.	Atribut	Tingkat Kepentingan		Keterangan
		Nilai r hitung	Nilai r tabel	
1.	Harga Paket Data	0.5626	0.444	Valid
2.	Kekuatan Sinyal	0.4569	0.444	Valid
3.	Tarif SMS	0.6983	0.444	Valid
4.	Tarif Telepon	0.6891	0.444	Valid
5.	Harga Pulsa	0.7005	0.444	Valid

Pada Tabel 4 diketahui bahwa seluruh atribut pada tingkat kepentingan dinyatakan valid. Hal ini dikarenakan nilai r hitung lebih besar dibanding nilai r tabel.

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Data Kuesioner Formal (Tingkat Kepuasan)

No.	Atribut	Tingkat Kepuasan		Keterangan
		Nilai r hitung	Nilai r tabel	
1.	Harga Paket Data	0,7031	0.444	Valid
2.	Kekuatan Sinyal	0,7418	0.444	Valid
3.	Tarif SMS	0,4767	0.444	Valid
4.	Tarif Telepon	0,8117	0.444	Valid
5.	Harga Pulsa	0,6681	0.444	Valid

Pada Tabel 5 diketahui juga bahwa seluruh atribut pada tingkat kepuasan dinyatakan valid. Hal ini membuktikan bahwa atribut-atribut pertanyaan pada kuisisioner formal layak digunakan sebagai alat ukur untuk mengukur data penelitian dan dapat dianalisis lebih lanjut.

Pada uji reliabilitas diperoleh nilai reliabilitas tingkat kepentingan yaitu  $r_i = 0,7485$  dan pada tingkat kepuasan  $r_i = 0,7622$ . Karena seluruh reabilitas  $r_i > 0,599$  hal ini menunjukkan bahwa seluruh atribut pertanyaan dinyatakan reliabel karena jawaban responden terhadap pernyataan adalah konsisten dengan kriteria reliabilitas tinggi.

### 3. Perhitungan Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi Persepsi Responden

Setelah dilakukan pengumpulan data dari penyebaran kuesioner formal, selanjutnya dilakukan proses fuzzifikasi dengan menggunakan pembentukan triangular fuzzy number nilai tingkat kepentingan responden kemudian di defuzzifikasikan. hasil rekapitulasi kuesioner formal pada Tabel 5.

Nilai batas bawah ( $a_i$ )

$$a_i = \frac{1.1 + 1.0 + 2.0 + 2.0 + 3.0 + 4.1 + 4.0 + 5.2 + 6.6 + 6.7 + 7.16 + 8.12 + 8.3 + 9.32}{1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 2 + 6 + 7 + 16 + 12 + 3 + 32}$$

$$a_i = 7,6625$$

Nilai tengah ( $b_i$ )

$$b_i = \frac{1.1 + 2.0 + 2.0 + 3.0 + 4.0 + 4.1 + 5.0 + 6.2 + 6.6 + 7.7 + 8.16 + 8.12 + 9.3 + 10.32}{1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 2 + 6 + 7 + 16 + 12 + 3 + 32}$$

$$b_i = 8,4125$$

Nilai batas atas ( $c_i$ )

$$c_i = \frac{2.1 + 2.0 + 3.0 + 4.0 + 4.0 + 5.1 + 6.0 + 6.2 + 7.6 + 8.7 + 8.16 + 9.12 + 10.3 + 10.32}{1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 + 0 + 2 + 6 + 7 + 16 + 12 + 3 + 32}$$

$$c_i = 8,7875$$

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

$$\text{Defuzzifikasi} = \frac{7,6625 + 8,4125 + 8,7875}{3} = 8,2875$$

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

Tabel 6. nilai TFN persepsi Kepentingan Responden

No.	Atribut	TFN			Defuzzifikasi	Peringkat
		$a_i$	$b_i$	$c_i$		
1.	Harga Paket Data	7,6625	8,4125	8,7875	8,2875	2
2.	Kekuatan Sinyal	8,2625	9,0875	9,5750	8,9650	1
3.	Tarif SMS	7,3750	8,0875	8,5875	8,0166	4
4.	Tarif Telepon	7,4375	8,1250	8,6250	8,0625	3
5.	Harga Pulsa	7,0500	7,7625	8,3000	7,7041	5

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 kekuatan sinyal dengan nilai 8,9650. Dapat disimpulkan bahwa hal yang paling dipentingkan oleh warga desa Sepaso Barat dalam menggunakan layanan internet adalah kekuatan sinyal.

#### 4. Persepsi Responden Terhadap Telkomsel

Hasil perhitungan kepuasan warga desa Sepaso Barat pengguna Telkomsel pada seluruh atribut diperoleh dengan menggunakan Persamaan (1), (2), dan (3) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai TFN Persepsi Kepuasan Responden Telkomsel

No.	Atribut	TFN			Defuzzifikasi	Peringkat
		$a_i$	$b_i$	$c_i$		
1.	Harga Paket Data	5,9500	6,6750	7,2000	6,6083	4
2.	Kekuatan Sinyal	6,6000	7,3250	7,8750	7,2667	2
3.	Tarif SMS	7,2500	7,9250	8,5750	7,9167	1
4.	Tarif Telepon	5,8000	6,5750	7,0250	6,4667	5
5.	Harga Pulsa	6,3250	7,0250	7,5500	6,9667	3

Hasil pengolahan data persepsi kepuasan warga desa Sepaso Barat menunjukkan bahwa nilai persepsi kepuasan tertinggi dari atribut penyedia layanan internet telkomsel adalah tarif SMS dengan nilai 7,9167. Dapat disimpulkan bahwa harga pulsa dari Telkomsel adalah atribut yang paling memuaskan diantara atribut lainnya.

#### 5. Persepsi Responden terhadap Indosat

Hasil perhitungan kepuasan warga desa Sepaso Barat pengguna Indosat pada seluruh atribut diperoleh dengan menggunakan Persamaan (1), (2), dan (3) dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Nilai TFN Persepsi Kepuasan Responden Indosat

No.	Atribut	TFN			Defuzzifikasi	Peringkat
		$a_i$	$b_i$	$c_i$		
1.	Harga Paket Data	5,9500	6,6750	7,2500	6,6250	5
2.	Kekuatan Sinyal	6,0750	6,8000	7,400	6,7573	2
3.	Tarif SMS	6,4250	7,1500	7,6750	7,0833	1
4.	Tarif Telepon	6,0250	6,7000	7,2250	6,6500	4
5.	Harga Pulsa	6,1500	6,7000	7,4000	6,7500	3

Hasil pengolahan data persepsi kepuasan warga desa Sepaso Barat menunjukkan bahwa nilai persepsi kepuasan tertinggi dari atribut penyedia layanan internet indosat adalah Tarif SMS dengan nilai 7,0833. Dapat disimpulkan bahwa tarif SMS dari indosat adalah atribut yang dinilai paling memuaskan diantara 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 paket data, (2) kekuatan sinyal, (3) tarif SMS, (4) tarif telepon, dan (5) harga pulsa. 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, dengan  $i, j = 1, 2, \dots, 5$ .

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

$$X_i; Y_j = (d \times dP_1) - (d \times dP_2) \quad (9)$$

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 *pay off*.

1. Nilai *pay off* atribut harga paket data Telkomsel ( $P_1$ ) terhadap atribut harga paket data Indosat ( $P_2$ ) adalah sebagai berikut:

$$x_1; y_1 = (8,382978 \cdot 7,255318) - (8,382978 \cdot 8,276595) = -8,561342$$

2. Nilai *pay off* atribut harga paket data Telkomsel ( $P_1$ ) terhadap atribut kekuatan sinyal Indosat ( $P_2$ ) adalah sebagai berikut:

$$x_1; y_2 = (8,382978 \cdot 7,255318) - (9,191489 \cdot 7,992907) = -12,645545$$

Hasil perhitungan nilai *pay off* secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 9

Tabel 9. Matriks Simpleks Nilai Perolehan *pay off* Seluruh Atribut

$P_1 \backslash P_2$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
$x_1$	-0,1383	-5,8129	-2,0176	1,1507	2,7636
$x_2$	10,2421	4,5667	8,3620	11,5303	13,1432
$x_3$	8,5603	2,8858	6,6811	9,8494	11,4623
$x_4$	-2,7669	-8,4414	-4,6461	-1,4778	0,1351
$x_5$	-1,2324	-6,9070	-3,1117	0,0566	1,6695

Pemain  $P_1$  menerapkan aturan maksimin atau pemain  $P_2$  menerapkan aturan minimaks. Hasil analisis permainan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Matriks Simpleks Permainan Telkomsel vs Indosat

$P_1 \backslash P_2$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	min
$x_1$	-0,1383	-5,8129	-2,0176	1,1507	2,7636	-5,8129
$x_2$	10,2421	4,5667	8,3620	11,5303	13,1432	4,5667
$x_3$	8,5603	2,8858	6,6811	9,8494	11,4623	2,8858
$x_4$	-2,7669	-8,4414	-4,6461	-1,4778	0,1351	-8,4414
$x_5$	-1,2324	-6,9070	-3,1117	0,0566	1,6695	-6,9070
max	10,2421	4,5667	8,3620	11,5303	13,1432	

Pada Tabel 10 diperoleh nilai maksimin sama dengan nilai minimaks yaitu 4,5667 artinya *saddle point* tercapai dan ditemukan strategi yang optimal.

### 7. Penyelesaian Teori Permainan menggunakan Pemrograman Linier

Metode pemrograman linier menyatakan 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  $-8,4414$ . Jumlahkan seluruh elemen dengan nilai  $k = |-8,4414| = 8,4414$  agar nilai pemain ( $V$ ) yang diperoleh bernilai positif.

Tabel 11. Matriks Nilai Perolehan *pay off* Modifikasi (Simpleks)

$P_1 \backslash P_2$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
$x_1$	8,3031	2,6285	6,4238	9,5921	11,2050
$x_2$	18,6835	13,0081	16,8034	19,9717	21,5846
$x_3$	17,0017	11,3272	15,1225	18,2908	19,9037
$x_4$	5,6745	0,0000	3,7953	6,9636	8,5765
$x_5$	7,2090	1,5344	5,3297	8,4980	10,1109

Hasil modifikasi pada tabel 11 kemudian diubah ke dalam bentuk pemrograman linier. Untuk selanjutnya dicari solusi optimalnya.

### 8. Penyelesaian Bentuk Pemrograman Linier Indosat

Bentuk pemrograman linier sebagai berikut:

$$\text{Maksimumkan } W = \frac{1}{v} = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 \quad (10)$$

Dengan kendala:

$$8,3031Y_1 + 2,6285Y_2 + 6,4238Y_3 + 9,5921Y_4 + 11,2050Y_5 \leq 1,$$

$$18,6835Y_1 + 13,0081Y_2 + 16,8034Y_3 + 19,9717Y_4 + 21,5846Y_5 \leq 1,$$

$$17,0017Y_1 + 11,3272Y_2 + 15,1225Y_3 + 18,2908Y_4 + 19,9037Y_5 \leq 1,$$

$$5,6745Y_1 + 0,0000Y_2 + 3,7953Y_3 + 6,9636Y_4 + 8,5765Y_5 \leq 1,$$

$$7,2090Y_1 + 1,5344Y_2 + 5,3297Y_3 + 8,4980Y_4 + 10,1109Y_5 \leq 1.$$

Penyelesaian bentuk persamaan (10) diperoleh solusi optimal sebagai berikut:

Tabel 12. Solusi Optimal Untuk Indosat (Simpleks)

Var	W	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	NK
W	1	0,4364	0	0,2919	0,3975	0,5041	0	0,0768	0	0	0	0,0768
$S_1$	0	4,5277	0	3,0281	5,5563	6,8430	1	-0,2021	0	0	0	0,7979
$Y_2$	0	1,4364	1	1,2919	1,3975	1,5041	0	0,0768	0	0	0	0,0768
$S_3$	0	0,7268	0	0,4849	0,8946	1,1012	0	-0,9076	1	0	0	0,0924
$S_4$	0	5,6746	0	3,7955	6,9635	8,5764	0	-0,0002	0	1	0	0,9998
$S_5$	0	5,1099	0	3,4418	6,2541	7,6856	0	-0,1125	0	0	1	0,8875

Diperoleh strategi pemasaran optimal untuk indosat yaitu

$$W=0,0768$$

$$Y_2 = 0,0768$$

$$Y_1 = Y_3 = Y_4 = Y_5 = Y_2 = 0$$

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

$$V = \frac{1}{W} = \frac{1}{0,0768} = 13,0081$$

$$y_2 = 0,0768 \cdot 13,0208 = 0,9999 = 99,99\%$$

$$y_1 = y_3 = y_4 = y_5 = 0 \cdot 13,0081 = 0$$

Pada matriks perolehan awal sebelumnya seluruh elemen telah ditambah dengan  $k = 8,4414$  maka  $V = 13,0081 - 8,4414 = 4,5667$

Dengan demikian, strategi pemasaran optimal untuk indosat adalah strategi kekuatan sinyal dengan peluang 99,99% artinya indosat harus mengutamakan kekuatan sinyal agar maksimum kerugian yang diperoleh oleh perusahaan adalah 4,5667 singkatnya adalah indosat dapat meminimumkan kerugiannya dengan meningkatkan kualitas kekuatan sinyal.

### 9. Penyelesaian Bentuk Pemrograman Linier Telkomsel

Bentuk pemrograman linier untuk Telkomsel adalah sebagai berikut

$$\text{Minimumkan } Z = \frac{1}{V} = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \quad (11)$$

Dengan kendala:

$$8,3031X_1 + 18,6835X_2 + 17,0017X_3 + 5,6745X_4 + 7,2090X_5, \quad \geq 1,$$

$$2,6285X_1 + 13,0081X_2 + 11,3272X_3 + 0,0000X_4 + 1,5344X_5, \quad \geq 1,$$

$$6,4238X_1 + 16,8034X_2 + 15,1225X_3 + 3,7953X_4 + 5,3297X_5, \quad \geq 1,$$

$$9,5921X_1 + 19,9717X_2 + 18,2908X_3 + 6,9636X_4 + 8,4980X_5, \quad \geq 1,$$

$$11,2050x_1 + 21,5846X_2 + 19,9037X_3 + 8,5765X_4 + 10,1109X_5, \quad \geq 1.$$

Penyelesaian bentuk persamaan (13) diperoleh solusi sebagai berikut:

Tabel 13. Solusi Optimal Untuk Telkomsel (Simpleks)

Var	Z	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	NK
Z	1	-0,7979	0	-0,1292	-1	-0,8820	0	-0,0769	0	0	0	0,0768
$X_2$	0	0,2020	1	0,8708	0	0,1180	0	-0,0769	0	0	0	0,0768
$S_1$	0	-4,5317	0	-0,7313	-5,6769	-5,0066	1	-1,4369	0	0	0	0,4369
$S_3$	0	-3,4864	0	-0,4905	-1,1523	-1,0613	0	-1,2916	1	0	0	0,2916
$S_4$	0	-5,5568	0	-0,7813	-6,9639	-6,1425	0	-1,6216	0	1	0	0,6216
$S_5$	0	-6,8908	0	-1,1080	-8,5769	-7,5652	0	-1,6593	0	0	1	0,6593

Dari Tabel 13 diatas diperoleh strategi pemasaran optimal untuk Telkomsel , yaitu:

$$Z = 0,0769$$

$$X_2 = 0,0769$$

$$X_1 = X_3 = X_4 = X_5 = 0$$

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

$$V = \frac{1}{Z} = \frac{1}{0,0768} = 13,0081$$

$$x_2 = 0,0768 \cdot 13,0081 = 0,9999 = 99,99\%$$

$$x_1 = x_3 = x_4 = x_5 = 0 \cdot 13,0039 = 0$$

Pada matriks perolehan awal sebelumnya seluruh elemen telah ditambah dengan  $k = 8,4414$  maka  $V = 13,0081 - 8,4414 = 4,5667$ . Dengan demikian, strategi pemasaran optimal untuk telkomsel adalah strategi harga paket data dengan peluang 99,99% artinya telkomsel harus mengutamakan harga paket data agar maksimum kerugian yang diperoleh oleh perusahaan adalah 4,5667 singkatnya adalah Telkomsel dapat memaksimalkan keuntungannya dengan meningkatkan kualitas harga paket data.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai permainan  $V_{\text{Telkomsel}} = V_{\text{Indosat}} = 4,5667$  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 dari metode teori permainan adalah atribut kekuatan sinyal untuk pemain P2 (Indosat) dan atribut harga paket data untuk pemain P1 (Telkomsel) dengan nilai permainan atau saddle point yang diperoleh adalah 4,5667. Atribut yang paling dipentingkan oleh warga desa Sepaso Barat adalah kekuatan sinyal dan harga paket data. Pada analisis kepuasan diperoleh hasil bahwa pengguna Telkomsel menunjukkan tingkat kepuasan tertinggi pada atribut tarif SMS dengan nilai rata-rata 7,9167 sedangkan pengguna Indosat menunjukkan tingkat kepuasan tertinggi pada atribut tarif SMS dengan nilai rata-rata 7,0833.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Aminuddin. (2005). *Prinsip-prinsip Riset Operasi*. Jakarta: Erlangga
- [2] Dimiyanti, A. (2006). *Operation Research*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- [3] Kusumadewi, S, & H. Purnomo. (2013). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi kedua Cetakan kedua*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [4] Rouhani, S., Mehdi, G., & Mostafa, J. (2012). Evaluation Model Of Business Intelligence for Enterprise System Using Fuzzy TOPSIS. *Expert System with applications*. 39. 3764-3771
- [5] Juraman, S. R. (2014). Pemanfaatan Smarthphone Android Oleh mahasiswa ILKOM dalam Mengakses Informasi Edukatif. *Journal Unstrat* Volume III, No. 1 tahun 2014., diakses pada tanggal 6 januari pukul 08.00
- [6] Kurniawan, Albert. (2014). *Metode Riset untuk Ekonomi dan Bisnis Teori, Konsep, dan Praktik Penelitian Bisnis: Dilengkapi Perhitungan Pengolahan Data dengan IBM SPSS 22.0 (Cetakan Pertama)*. Bandung: CV. Alfabeta
- [7] Mastura, K., Syaripuddin, S., & A'yun, QQ. (2022). Penerapan Teori Permainan Berbasis Logika Fuzzy dalam Menentukan Strategi Pemasaran Optimal pada Penyedia Layanan Internet. *Basis : Jurnal Ilmiah Matematika*, 1(1), 70-84. doi:10.30872/basis.v1i1.936
- [8] Maruvad, D.P., dan Bellamkonda, R.S. (2010). Analyzing The Passenger Service Quality of the Indian Reilways Using Railqual:Examining The Applicability Of Fuzzy Logic. *International Journal Of Innovation Management And Technology*. 5(2): 478-482
- [9] Gumilar, I. (2007). *Metode Riset untuk Bisnis dan Manajemen*. Bandung: Utamalab
- [10] Sugiyono. (2013). *Metodelogi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta
- [11] Ghozali, I. (2006). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS (edisi ke 4)*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.