



## Implementasi Algoritma Pengambilan Keputusan dan Pendekatan *Key Requirement* untuk Pemilihan Vendor dalam Penawaran Perangkat Telekomunikasi

### Implementation of Decision-Making Algorithms and Key Requirement Approach for Vendor Selection in Telecommunication Device Bidding

Patria Adhastian<sup>\*1</sup>, Dyah Puspitasari Sunaryo Putri<sup>1</sup>, Ihsan Supono<sup>1</sup>, Priyo Wibowo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Diterima 24-08-2022

Diperbaiki 30-06-2023

Disetujui 30-06-2023

##### Kata Kunci:

Persepsi kualitas, *Key requirement*, *Analytical Hierarchy Process*, Proses penawaran, Perangkat telekomunikasi

##### Keywords:

Perceived quality, Key requirements, *Analytical Hierarchy Process*, Bidding process, Telecommunication devices

#### ABSTRAK

Pengaruh persepsi kualitas merupakan permasalahan klasik dalam suatu proses pemilihan vendor (*bidding*). Untuk mengatasi masalah tersebut telah banyak digunakan algoritma dalam pengambilan keputusan. Dalam makalah ini telah dilakukan identifikasi kebutuhan *team planning* dan optimalisasi skema *bidding* menggunakan *key of requirement* untuk meminimalkan pengaruh persepsi kualitas. Metode *Kano Model Analysis*, *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution* (TOPSIS) digunakan untuk menganalisis dan menentukan *key requirement* dalam proses *bidding* perangkat telekomunikasi yang dibutuhkan *team planning*. Pemilihan vendor berdasarkan spesifikasi *key of requirement* dilakukan dalam enam tahap, yaitu tahap persiapan, identifikasi *requirement*, penentuan spesifikasi *key of requirement*, pemilihan vendor, uji akurasi dan kesimpulan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kebutuhan *planning* dan *new architecture* dari penyedia layanan telekomunikasi dapat dikelompokkan menjadi NFVi dan *service*. Kriteria penting dari pembangunan NFVi (*Hardware*) yaitu *Virtual Infrastructure Management* (VIM) dengan bobot 22% sedang kriteria *service* yaitu *Fixed Services* dengan bobot 50,94%. Berdasarkan hasil analisis juga diperoleh nilai preferensi dari masing-masing vendor (*supplier*) perangkat telekomunikasi.

#### ABSTRACT

The influence of perceived quality is a classic problem in a vendor selection process. To overcome this problem, many algorithms have been used in decision making. In this paper we have carried out the identification of planning team needs and the optimization of the bidding scheme using key requirements to minimize the influence of quality perceptions. The *Kano Model Analysis* method, the *Analytical Hierarchy Process* and *Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution* are used to analyze and determine the key requirements in the bidding process for telecommunications equipment needed by the planning team. Vendor selection based on key of requirements specifications is carried out in six stages, namely the preparation stage, requirements search, selection of Key of Requirements specifications, vendor selection, accuracy testing and conclusions. The results of the analysis show that the need for new planning and architecture of telecommunication service providers can increase to NFVi and services. An important criterion for NFVi (*Hardware*) development is *Virtual Infrastructure Management* (VIM) with a weight of 22%, while the service criteria are *Fixed Services* with a weight of 50.94%. Based on the analysis results, the preference value of each telecommunication equipment vendor (*supplier*) is also obtained.

## 1. Pendahuluan

Teknologi dan industri komunikasi telah berkembang pesat di Indonesia dalam hampir satu dekade ini. Industri

komunikasi di Indonesia terus berusaha meningkatkan pelayanan, hal ini didorong adanya meningkatnya permintaan pelanggan, kemajuan teknologi serta tren yang ada di seluruh

dunia. Industri komunikasi bukan hanya dituntut mampu memberi pelayanan dasar, namun juga pelayanan terkini seperti data, layanan interaktif multimedia, dan konferensi video. Pengadaan memerankan peranan penting dalam memenuhi permintaan pelanggan, dan merupakan proses yang dilakukan di awal dari sebuah proyek termasuk di dalamnya pemilihan vendor. Pengadaan adalah proses untuk mendapatkan barang dan jasa yang berguna untuk menjamin kelancaran proses produksi dan logistik suatu perusahaan [1]. Untuk itu pemilihan pemasok merupakan komponen penting yang harus dilakukan dalam suatu perusahaan [2]. Keputusan untuk memilih vendor bukanlah sebuah hal yang mudah, pada kenyataannya banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam memilih vendor [3].

Pengambilan keputusan multi kriteria telah dikembangkan dengan model Kano, *Fuzzy-Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution* (TOPSIS) [4]. Avikal dkk. [5], menerapkan metodologi integrasi terdiri model Kano, *fuzzy-AHP* dan teknik berbasis M-TOPSIS untuk mencari urutan optimal dengan menggunakan relasi prioritas AND/OR. Singh dkk. [6], dalam penelitiannya menghadapi masalah memperkenalkan ponsel sesuai dengan kebutuhan pelanggan, juga menggunakan pendekatan berbasis model Kano dengan *Fuzzy AHP* dan TOPSIS dalam memecahkan masalah tersebut.

Kilaparti dan Sambana [7], mengusulkan metodologi dalam mengkategorikan dan memprioritaskan pemilihan atribut vendor menggunakan *fuzzy* berdasarkan model Kano. Yoa dkk. [8], mengidentifikasi atribut kualitas Kano untuk 17 fitur keamanan yang dikembangkan oleh 25 vendor utama MSA dan hasil yang diperoleh 4 fitur teratas mempunyai dampak lebih besar terhadap kepuasan pelanggan, oleh sebab itu harus menekankan 4 fitur tersebut. Banerjee dan Parkhi [9], menggunakan Model Kano AHP dalam proses pemilihan vendor.

AHP umumnya digunakan untuk menilai kriteria penting dalam masalah pengambilan keputusan [10]. Akadiri dkk. [11], menggunakan *Fuzzy AHP* untuk mengembangkan proses seleksi bahan untuk proyek bangunan. Chen dkk. [12], telah mempresentasikan desain, implementasi dan evaluasi sistem rekomendasi berbasis AHP untuk membantu pengguna memilih model ponsel yang tepat berdasarkan preferensi mereka. Chen dkk. [13], menyatakan AHP merupakan alat yang efektif untuk menangani pengambil keputusan yang kompleks dengan membantu membuat keputusan menetapkan prioritas dan membuat pilihan terbaik dalam hal ini evaluasi dan seleksi vendor. Ghorabae dkk. [14], menyatakan metode AHP dan TOPSIS merupakan pendekatan yang paling populer.

TOPSIS dikembangkan oleh Hwang dan Yoon pada tahun 1981, merupakan salah satu metode yang umum digunakan berdasarkan kedekatan titik ideal dan opsi terbaik [15]. Terol dkk. [16], TOPSIS merupakan pilihan yang dibedakan menjadi PIS (*Positive Ideal Solution*) dan NIS (*Negative Ideal Solution*) dimana pilihan terbaik adalah jarak terendah dari PIS dan jarak tertinggi dari NIS. Jadidi dkk. [17], menggunakan TOPSIS untuk pemilihan vendor dengan multi kriteria. Singh [18], telah mengintegrasikan AHP dan TOPSIS dalam menyelesaikan masalah multi kriteria pada pemberian peringkat vendor.

*Requirement* harus dipenuhi suatu sistem sesuai standar atau spesifikasi dari apa yang harus diimplementasikan [15], [19]. Keberadaan vendor bagi perusahaan memegang peranan

penting terutama di dalam menjamin ketersediaan barang dan jasa. Oleh karena itu, perlu melakukan pemilihan vendor dengan didasarkan pada kriteria. Beberapa kriteria yang dibuat sebagai dasar penilaian dalam pengambilan keputusan yang disebut *key requirement*.

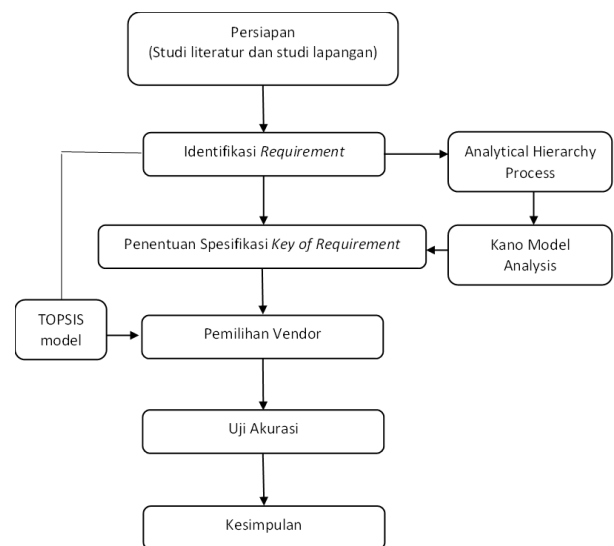
Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan penyusunan skema pemilihan vendor dengan pendekatan *key requirement* yang ditentukan berdasarkan persyaratan yang telah teridentifikasi untuk meminimalisir pengaruh persepsi kualitas. Pemilihan vendor dapat memberi pengaruh terhadap kualitas yang diterima, namun pemilihan tersebut terdapat permasalahan yang mungkin terjadi yaitu persepsi kualitas pengambil keputusan. Pendekatan subyektif ini memiliki kelemahan antara lain tidak dapat menjamin konsistensi penilaian pengambil keputusan terhadap calon vendor [20]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diaplikasikan algoritma pengambilan keputusan dengan metode KANO, AHP dan TOPSIS.

## 2. Metode Penelitian

Metode Kano, AHP dan TOPSIS digunakan untuk menganalisis dan menentukan *key requirement* dalam proses *bidding* perangkat telekomunikasi. Data *new architecture technology* pada sistem telekomunikasi dibutuhkan dalam *key requirement* dari *team planning* dan *engineering* di PT. X. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, terdiri dari:

1. Data kuantitatif berupa data *requirement scope of work planning network* dari tahun 2020 – 2025.
2. Data Kualitatif berupa data penilaian di beberapa divisi Manajemen PT. X yang terkait pengadaan telekomunikasi.
3. Data *submission BOQ (Bill of Quantity)* dan *Feature list* dari berbagai vendor (*supplier*) perangkat telekomunikasi.

Pemilihan vendor berdasarkan *spesifikasi key of requirement* dilakukan dalam enam tahap, yaitu tahap persiapan, identifikasi *requirement* dengan AHP, penentuan spesifikasi *key of requirement* dengan Kano model, pemilihan vendor sebagai alternatif dengan metode TOPSIS, uji akurasi dan kesimpulan. Diagram alir penelitian yang dilakukan seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Tahap persiapan dilakukan dengan menyiapkan semua perijinan dan akses untuk mendapatkan data primer. Identifikasi *requirement* dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan dari sisi *planning*, aspek peningkatan teknologi dan kapasitas. Penentuan spesifikasi *key requirement* dengan menggunakan metode *analytical hierarchy process* dan *kano model analysis* dilakukan dengan menggabungkan kebutuhan *planning team*, *architect team*, *operasional team* serta kebutuhan dalam jurnal *procurement and service* perangkat telekomunikasi. Pada pemilihan vendor, analisis dilakukan dengan menyeleksi dan merangkum data primer yang diperoleh dari tiap vendor dengan metode TOPSIS, menganalisis kesesuaian data terhadap *key requirement* dengan pembobotan untuk tiap-tiap spesifikasi. Uji akurasi *key requirement* dari tiap-tiap penawaran vendor dilakukan dengan *me-review* secara sistematis dan mengevaluasi hasil penilaian kesesuaian yang diikuti dengan menyimpulkan hasil penelitian.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Analisis Key Requirement

Tipe model dalam pengembangan dan pembangunan infrastruktur jasa layanan pada perusahaan telekomunikasi dengan melihat *existing architecture*, maka dibutuhkan pengembangan jaringan telekomunikasi berdasarkan *architecture* baru yang mencakup *programmability*, *scalability*, *cost efficiency* dan *agility*. Selain itu, *tender bidding* perangkat telekomunikasi juga menawarkan *architecture* dan teknologi baru yang memadai seperti *cloud network*. *Central* dan *regional cloud* harus mendukung *Virtual Management* dan *Container* yang memiliki preferensi tinggi sebagai host dari aplikasi *cloud* termasuk VNF / CNF *telco*, aplikasi telekomunikasi, dan aplikasi *enterprise* di masa mendatang. Semua aplikasi pada infrastruktur tunggal menggunakan konsep NFVi berbasis aplikasi (*vertical NFVi*) yang juga harus ditingkatkan dan diintegrasikan ke *cloud*. Berdasarkan *architecture* baru dan *requirement* dari sisi *planning*, maka *requirement* perangkat telekomunikasi seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Dengan melihat beberapa kategori *architecture* baru dan kebutuhan dari sisi *planning*, maka ditentukan pembobotan untuk tiap *supplier* yang ditentukan dengan beberapa 4 kategori yaitu NFVi (*Network Function Virtual indicator*) terdiri dari *hardware*, *software*, dan *services* dalam perangkat telekomunikasi yang terdiri dari PSI (*Profesional Service Industri*) dan *Onboarding*.

#### 3.2 Hasil Analytical Hierarchy Process

Pembobotan dari tiap-tiap indikator kategori *architecture* baru dan kebutuhan *planning* dilakukan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Matrik AHP memberikan hasil perhitungan *importance indicator* beserta prosentase seberapa penting *indicator* tersebut seperti ditunjukkan pada Tabel 2 - 5.

#### 3.3 Hasil Analisis Kano Model

Dalam penyusunan model Kano, *key requirement* dikategorikan menjadi *basic needs*, *performance needs*, dan *delighter* untuk tiap-tiap *requirement* yang sudah diurutkan dalam indikator peringkat. Penentuan *threshold* dalam matrik AHP pada level 80% - 90% - 100% sesuai dengan metode pemeringkatan dalam matrik AHP. Sehingga kategori yang terpilih sesuai dengan akumulasi *importance* dari 0% sampai level 80% masuk ke kategori *basic needs*, sedangkan akumulasi *importance* dari level 80% - 90% masuk ke dalam kategori *performance needs*. Pada akumulasi *importance* dari level 90% - 100% masuk ke dalam kategori *delighters*. Kano model dipetakan berdasarkan *importance*, kemudian setiap sel baris kolom mewakili urutan *key requirement* dari *tender bidding* tersebut. Hal terpenting dari urutan *key requirement* berada pada kolom *basic needs* yang juga merupakan kebutuhan awal dan kebutuhan logis, diikuti kolom *performance needs* dengan parameter *key requirement* yang memerlukan peningkatan dan terakhir prioritas tambahan pada kategori *delighter* baik pada sisi NFVi maupun *services*. Hasil analisis Kano model untuk kategori *requirement* berdasarkan kebutuhan jaringan (*network*) seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 1.  
Kriteria Requirement Perangkat Telekomunikasi

Type	Breakdown description		Unit of measurement
Hardware	Network	IP Network (EOR/TOR/Spine-Leaf Switch)	Per Device
		DC Gateway	Per Gbps
	Compute	COTS Hardware	Per Server
	Storage	Centralize Storage	Per TB
NFVi	Software	NFVi Software-Virtual Infrastructure Management (VIM) - Should cover both VMs and Containers	Per System
			Per CPU Socket
		NFVi Software - Software Defined Infrastructure (SDI)	Per System
	CVIP		Per CPU Socket
		SDN Controller	Per System
	Per CPU Socket		
Services	PSI (Profesional Service Industri)	Fixed Services – Project Mgmt., Technical Solution, Planning & Design, Installation, Integration, Testing, Commissioning	Per SOW
		Type A - Variable Services – expansion works (New Equipment)	Per Server/Router/Switch
		Type B - Variable Services – expansion works ( Equipment taken from existing one after shutting down and dismantled)	Per Server/Router/Switch
	Onboarding	Onboarding 3rd party VNF – Investigate, Requirement gathering, VNF evaluation, planning & design, onboarding, testing & migration	Per VNF
		Onboarding 3rd party Hardware (Certification)	Per Server Type

Sumber: Data Primer (2020)

Tabel 2.  
AHP matrix Network Functions Virtualization Infrastructure (NFVi)

AHP Top Level Matrix Sub element	Output								
9,00 an order of magnitude more important									
8,00 absolutely more important (8x as important)									
7,00 demonstrated more important									
6,00 demonstrated more important (6x as important)									
5,00 essentially more important									
4,00 essentially more important (4x as important)									
3,00 considerably more important									
2,00 twice as important									
1,50 somewhat more important									
1,00 equally important									
0,67 somewhat less important									
0,50 half as important									
0,33 clearly less important									
0,25 essentially less important (other item 4x as important)									
0,20 essentially less important									
0,17 demonstrated less important (other item 6x as important)									
0,14 demonstrated less important									
0,13 absolutely less important									
0,11 an order of magnitude									
IP Network (EOR/TOR/Spine-Leaf Switch)		3	4	3	2	3	3	1	8,36
Gateway			3	2	4	1,5	4	2	8,30
Compute				4	6	4	4	2	11,73
Storage					7	4	6	1	12,67
Virtual Infrastructure Management (VIM)						5	8	9	22,00
Software Defined Infrastructure (SDI)							7	2	10,56
SDN Controller								9	15,84
NVFO									10,56

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 3.  
Sorted Item Indicator Requirement untuk NFVi

Items Sorted Item	Importance		Weighted shorted item				
	Calculated importance (%)	Final Impotance (%)	20%	40%	60%	80%	100%
Virtual Infrastructure Management (VIM)	22.00	22.10	█				
SDN Controller	15.84	15.80		█			
Storage	12.67	12.70			█		
Compute	11.73	11.60				█	
Software Define Infrastructure (SDI)	10.56	10.50					█
NVFO	10.56	10.60					█
IP Network (EOR/TOR/Spine-LeafSwitch)	8.36	8.30					█
Gateway	8.30	8.40					█
Most Importance item	22.00						
Least Importance item	8.30						

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 4.  
AHP Matrix Services

AHP Top Level Matrix Sub element	Output				
9,00 an order of magnitude more important					
8,00 absolutely more important (8x as important)					
7,00 demonstrated more important					
6,00 demonstrated more important (6x as important)					
5,00 essentially more important					
4,00 essentially more important (4x as important)					
3,00 considerably more important					
2,00 twice as important					
1,50 somewhat more important					
1,00 equally important					
0,67 somewhat less important					
0,50 half as important					
0,33 clearly less important					
0,25 essentially less important (other item 4x as important)					
0,20 essentially less important					
0,17 demonstrated less important (other item 6x as important)					
0,14 demonstrated less important					
0,13 absolutely less important					
0,11 an order of magnitude					
Fixed Services – Project Mgmt., Technical Solution, Planning & Design, Installation, Integration, Testing, Commissioning	8	7	6	6	50,94
Variable Services – expansion works (New Equipment)		5	2	1	15,09
Variable Services – expansion works (Equipment taken from existing one after shutting down and dismantled)			4	2	11,32
Onboarding 3rd party VNF				7	13,21
Onboarding 3rd party Hardware					9,43

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 5.  
Sorted Indicator Requirement untuk Services

Items Sorted Item	Importance		Weighted shorted item				
	Calculated importance (%)	Final Impotance (%)	20%	40%	60%	80%	100%
Fixed Services – Project Mgmt, Tech solution, planning and design, installation, integration, testing, commissioning	50.94	50.89	█				
Variable services – expansion works (new equipment)	15.09	15.10		█			
Onboarding 3 <sup>rd</sup> party VNF	13.21	13.13			█		
Variable services – expansion works (equipment taken from existing on after shutting down and dismantled)	11.32	11.35				█	
Onboarding 3 <sup>rd</sup> party hardware	9.43	9.46					█
Most Importance item	50.94						
Least Importance item	9.43						

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 6.  
Analisis Kano Model

	Basic needs		Performance needs		Delighters
NFVi	Virtual Infrastructure Management (VIM), SDN Controller, Storage, Compute, Software Defined Infrastructure (SDI)	2	NVFO	4	IP Network (EOR/TOR/Spine-Leaf Switch), Gateway
Services	Fixed Services – Project Management, Technical Solution, Planning & Design, Installation, Integration, Testing, Commissioning Variable Services – expansion works (New Equipment), Onboarding 3rd party VNF	1	Variable Services – expansion works (Equipment taken from existing one after shutting down and dismantled)	3	Onboarding 3rd party Hardware

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

### 3.4 Hasil Pengolahan TOPSIS

Hasil pengolahan data metode TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) pada kriteria *hardware*, *software*, *PSI (Profesional Service Industri)* dan *Onboarding* tersusun menjadi 6 bagian yaitu:

- Nilai alternative tiap vendor
- Matriks keputusan ternormalisasi
- Matriks keputusan normalisasi terbobot
- Matriks solusi ideal positif dan negatif
- Jarak antara nilai setiap alternatif
- Nilai Preferensi dari setiap alternatif

#### 3.4.1 Nilai alternative tiap vendor untuk masing-masing kriteria

Penilaian terhadap 4 vendor diperoleh dari data *team planning* berdasarkan komposisi *network element* yang ditawarkan oleh vendor. Nilai alternatif terhadap kriteria NFVi (*Hardware, Software*), layanan *PSI (Profesional Service Industri)* dan *Onboarding* seperti ditunjukkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

#### 3.4.2 Matriks keputusan ternormalisasi

Setelah membentuk matriks keputusan, Langkah selanjutnya adalah membuat normalisasi nilai matriks keputusan menggunakan persamaan berikut:

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, m$   
 $j = 1, 2, 3, \dots, n$

$R_{ij}$  = rangking kinerja alternatif ke- $i$  pada kinerja ke- $j$   
 $X_{ij}$  = alternatif ke- $i$  pada kriteria ke- $j$

Hasil perhitungan matriks keputusan ternormalisasi terbobot seperti ditunjukkan pada Tabel 9 sedang matriks kriteria *service* ternormalisasi ditunjukkan pada Tabel 10.

#### 3.4.3 Matriks keputusan normalisasi terbobot

Bobot dari masing-masing kriteria ditentukan terlebih dahulu sebelum menghitung matrik keputusan normalisasi terbobot. Tingkat kepentingan tiap kriteria dapat dinilai dalam bentuk prosentase. Nilai bobot awal ( $w$ ) digunakan untuk menunjukkan tingkat kepentingan relatif dari setiap kriteria. Bobot dari masing-masing kriteria seperti ditunjukkan pada Tabel 11 dan Tabel 12 .

Setelah menentukan bobot (skala) dari masing-masing kriteria NFVi dan *service*, maka dapat dihitung matrik normalisasi terbobot,

$$Y_{ij} = W_{ij} \times R_{ij} \quad (2)$$

Hasil perhitungan matriks ternormalisasi terbobot untuk NFVi seperti ditunjukkan pada Tabel 13 sedangkan matriks ternormalisasi terbobot untuk *service* seperti ditunjukkan pada Tabel 14.

#### 3.4.4 Matriks solusi ideal positif dan solusi ideal negatif

Langkah selanjutnya yaitu menentukan matrik solusi ideal positif  $A^+$  dan matrik solusi ideal negatif  $A^-$  berdasarkan matriks ternormalisasi terbobot. Hasil perhitungan matrik solusi ideal positif dan matrik solusi ideal negatif untuk NFVi ditunjukkan Tabel 15 sedangkan untuk *service* ditunjukkan Tabel 16.

#### 3.4.5 Jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif & negative.

Hasil perhitungan jarak bobot alternatif dengan solusi ideal positif  $D_i^+$  dan negatif  $D_i^-$  untuk NFVi seperti ditunjukkan pada Tabel 17 sedangkan untuk *service* seperti pada Tabel 18.

#### 3.4.6 Nilai Preferensi dari setiap alternative

Langkah terakhir dalam perhitungan TOPSIS adalah mencari nilai preferensi untuk setiap alternatif diberikan sesuai dengan jarak ideal. Nilai preferensi untuk masing-masing vendor untuk NFVi dan *service* ditunjukkan pada Tabel 19.

Tabel 7.  
 Nilai Alternatif Terhadap Kriteria NFVi

No.	Vendor	IP Network	Gateway	Compute	Storage	VIM	SDI	SDN Controller	NVFO
1	A	83	76	81	80	82	80	81	81
2	B	83	78	84	83	84	80	82	83
3	C	81	76	85	75	79	82	80	81
4	D	80	77	80	79	80	78	81	81

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 8.  
 Nilai Alternatif Terhadap Kriteria Service

No.	Vendor	Fixed Services	Variable Services – expansion works (New Equipment)	Variable Services – expansion works (Equipment taken from existing)	Onboarding 3rd party VNF	Onboarding 3rd party Hardware
1	A	83	76	81	80	82
2	B	83	78	84	83	84
3	C	81	76	85	75	79
4	D	80	77	80	79	80

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 9.  
 Matriks Ternormalisasi kriteria NFVi

No.	Vendor	IP Network	Gateway	Compute	Storage	VIM	SDI	SDN Controller	NVFO
1	A	0,508	0,495	0,491	0,504	0,504	0,500	0,500	0,497
2	B	0,508	0,508	0,509	0,523	0,517	0,500	0,506	0,509
3	C	0,495	0,495	0,515	0,473	0,486	0,512	0,494	0,497
4	D	0,489	0,502	0,485	0,498	0,492	0,487	0,500	0,497

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 10.  
 Matriks Ternormalisasi Kriteria Service

No.	Vendor	Fixed Services	Variable Services – expansion works (New Equipment)	Variable Services – expansion works (Equipment taken from existing)	Onboarding 3rd party VNF	Onboarding 3rd party Hardware
1	A	0,498	0,492	0,508	0,495	0,498
2	B	0,522	0,505	0,514	0,502	0,505
3	C	0,486	0,505	0,482	0,508	0,505
4	D	0,492	0,498	0,495	0,495	0,492

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 11.  
 Bobot Kriteria NFVi

Kriteria	Bobot (W)
IP Network (EOR/TOR/Spine-LeafSwitch)	8,36
Gateway	8,3
Compute	11,73
Storage	12,67
Virtual Infrastructure Management (VIM)	22
Software Defined Infrastructure (SDI)	10,56
SDN Controller	15,84
NVFO	10,56

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 12.  
Bobot Kriteria *Service*

Kriteria	Bobot (W)
IP Network (EOR/TOR/Spine-LeafSwitch)	8,36
Gateway	8,3
Compute	11,73
Storage	12,67
Virtual Infrastructure Management (VIM)	22
Software Defined Infrastructure (SDI)	10,56
SDN Controller	15,84
NVFO	10,56

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 13.  
Matriks Ternormalisasi Terbobot untuk NFVi

No.	Vendor	IP Network	Gateway	Compute	Storage	VIM	SDI	SDN Controller	NVFO
1	A	0,0424	0,0411	0,0576	0,0639	0,1110	0,0528	0,0792	0,0525
2	B	0,0424	0,0422	0,0597	0,0663	0,1137	0,0528	0,0802	0,0538
3	C	0,0414	0,0411	0,0604	0,0599	0,1069	0,0541	0,0782	0,0525
4	D	0,0409	0,0416	0,0569	0,0631	0,1083	0,0515	0,0792	0,0525

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 14.  
Matriks Ternormalisasi Terbobot untuk *Service*

No.	Vendor	Fixed Services	Variable Services – expansion works (New Equipment)	Variable Services – expansion works (Equipment taken from existing)	Onboarding 3rd party VNF	Onboarding 3rd party Hardware
1	A	0,2539	0,0743	0,0575	0,0654	0,0470
2	B	0,2659	0,0761	0,0582	0,0663	0,0476
3	C	0,2478	0,0761	0,0546	0,0671	0,0476
4	D	0,2508	0,0752	0,0560	0,0654	0,0464

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 15.  
Tabel Solusi Ideal Positif dan Negatif NFVi

No.	Vendor	IP Network	Gateway	Compute	Storage	VIM	SDI	SDN Controller	NVFO
1	A	0,0424	0,0411	0,0576	0,0639	0,1110	0,0528	0,0792	0,0525
2	B	0,0424	0,0422	0,0597	0,0663	0,1137	0,0528	0,0802	0,0538
3	C	0,0414	0,0411	0,0604	0,0599	0,1069	0,0541	0,0782	0,0525
4	D	0,0409	0,0416	0,0569	0,0631	0,1083	0,0515	0,0792	0,0525
	Max	0,0424	0,0422	0,0604	0,0663	0,1137	0,0541	0,0802	0,0537
	Min	0,0409	0,0411	0,0569	0,0599	0,1069	0,0515	0,0782	0,0525

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 16.  
Tabel Solusi Ideal Positif dan Negatif *Service*

No.	Vendor	Fixed Services	Variable Services – expansion works (New Equipment)	Variable Services - expansion works (Equipment taken from existing)	Onboarding 3rd party VNF	Onboarding 3rd party Hardware
1	A	0,2539	0,0743	0,0575	0,0654	0,0470
2	B	0,2659	0,0761	0,0582	0,0663	0,0476
3	C	0,2478	0,0761	0,0546	0,0671	0,0476
4	D	0,2508	0,0752	0,0560	0,0654	0,0464
	Max	0,2659	0,0761	0,0582	0,0671	0,0476
	Min	0,2478	0,0743	0,0546	0,0654	0,0464

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)



Tabel 17.  
Jarak Bobot Alternatif dengan Solusi Ideal Positif dan Negatif NFVi

No.	Vendor	IP Network	Gateway	Compute	Storage	VIM	SDI	SDN Controller	NVFO	D+	D-
1	A	0,0424	0,0411	0,0576	0,0639	0,1110	0,0528	0,0792	0,0525	0,0052	0,0062
2	B	0,0424	0,0422	0,0597	0,0663	0,1137	0,0528	0,0802	0,0538	0,0015	0,0103
3	C	0,0414	0,0411	0,0604	0,0599	0,1069	0,0541	0,0782	0,0525	0,0097	0,0045
4	D	0,0409	0,0416	0,0569	0,0631	0,1083	0,0515	0,0792	0,0525	0,0080	0,0036

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 18.  
Jarak Bobot Alternatif dengan Solusi Ideal Positif dan Negatif Service

No.	Vendor	Fixed Services	Variable Services – expansion works (New Equipment)	Variable Services – expansion works (Equipment taken from existing)	Onboarding 3rd party VNF	Onboarding 3rd party Hardware	D+	D-
1	A	0,2539	0,0743	0,0575	0,0654	0,0470	0,0124	0,0067
2	B	0,2659	0,0761	0,0582	0,0663	0,0476	0,0008	0,0186
3	C	0,2478	0,0761	0,0546	0,0671	0,0476	0,0185	0,0027
4	D	0,2508	0,0752	0,0560	0,0654	0,0464	0,0154	0,0035

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Tabel 19.  
Nilai Preferensi NFVi

No.	Vendor	Preferensi NFVi	Preferensi service
1	A	0.543	0.543
2	B	0.872	0.958
3	C	0.316	0.128
4	D	0.310	0.184

Sumber: Data diolah oleh peneliti (2021)

Kano model *Analysis dan Analytical Hierarchy Process* dapat digunakan untuk menganalisis serta menentukan *key requirement* dalam proses *bidding* perangkat telekomunikasi yang dibutuhkan oleh *team planning*. Berdasarkan perhitungan AHP diperoleh kriteria paling penting dalam pembangunan NFVi (*Hardware*) yaitu *Virtual Infrastructure Management (VIM)* dengan bobot 0,22 atau 22%. *Requirement* untuk *SDN Controller* memiliki bobot 0,1584 atau 15,84% sedangkan *storage* memiliki bobot 0,1267 atau 12,67%. Pada kategori *hardware* yang paling penting adalah *compute* dengan bobot 0,1173 atau 11,73%. Pada kriteria *service*, yang paling penting adalah *Fixed Services – Project Management, Technical Solution, Planning & Design, Installation, Integration, Testing, Commissioning* dengan bobot 0,5094 atau 50,94% dan *Type A - variable service – expansion works (new equipment)* dengan bobot 0,1509 atau 15,09%.

Analisis Kano model untuk kriteria *key requirement* dalam pengembangan perangkat telekomunikasi dapat dibedakan menjadi *basic need, performance need* dan *delighters*. *Basic need* pada kriteria NFVi yang paling penting adalah *Virtual Infrastructure Management (VIM), SDN Controller, Storage, Compute, Software Defined Infrastructure (SDI)* sedangkan pada kategori *service* yang terpenting adalah *Fixed Service – project Mgmt., Technical Solution, Planning & Design, Installation, Integration, Testing, Commissioning, Variable Services – expansion works (New Equipment)*. Pada kategori *Performance needs* yang penting dari kriteria *hardware* adalah *NVFO* sedangkan kriteria *service* adalah *variable service expansion works (equipment taken from*

*existing one after shutting down and dismantled)*. Pada kategori terakhir yakni *Delighter*, hal penting dari kriteria *Hardware* adalah *IP Network (EOR/TOR/Spine-LeafSwitch), Gateway* dan dari kriteria *service* adalah *Onboarding 3rd party hardware*. Pengkategorian dengan analisis Kano model dapat dijadikan sebagai pengkategorian dengan *budget* terbatas sebab analisis dilakukan sesuai kebutuhan yang tercermin dalam *key requirement* dari perangkat telekomunikasi pada proses *bidding*.

Metode *TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)* yang menggunakan kriteria seperti yang dilakukan dalam metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Namun metode *TOPSIS* melakukan analisis dari masing-masing kriteria dalam *key requirement bidding* yang ditawarkan oleh masing masing vendor (A, B C dan D). Dari hasil perhitungan diperoleh nilai preferensi terbaik diberikan oleh vendor B baik NFVi maupun *service* masing-masing 0,872 dan 0,958. Nilai preferensi terendah untuk kategori NFVi diberikan oleh vendor D dengan nilai preferensi 0,310 sedangkan pada kategori *service* pada vendor C dengan nilai preferensi 0,128.

#### 4. Kesimpulan

Telah dilakukan optimalisasi skema *bidding* menggunakan *key of requirement* untuk meminimalkan pengaruh persepsi kualitas. Metode “*Kano Model Analysis*” dan *Analytical Hierarchy Process* digunakan untuk menganalisis dan menentukan *key requirement* dalam proses *bidding* perangkat telekomunikasi yang dibutuhkan *team*

*planning*. Penentuan vendor dalam proses *bidding* perangkat telekomunikasi dapat dilakukan dengan metode *Kano Model Analysis* dan *Analytical Hierarchy Process* untuk menganalisis sekaligus menentukan *key requirement* yang dibutuhkan oleh *team planning*. Menggunakan metode yang diusulkan dapat diperoleh kebutuhan utama pengembangan jaringan telekomunikasi dan *architecture* baru dari penyedia layanan telekomunikasi yakni NFVi dan *service*. Kriteria penting dari pembangunan NVFi (*Hardware*) yaitu VIM (*Virtual Infrastructure Management*) dengan bobot 22% sedang kriteria *service* yaitu *Fixed Services* dengan bobot 50,94%. Pengkategorian dengan analisis Kano model dapat dijadikan sebagai pengkategorian dengan budget terbatas sebab analisis dilakukan sesuai kebutuhan yang tercermin dari *key requirement* perangkat telekomunikasi pada proses *bidding*. Menggunakan metode yang diusulkan dapat ditentukan vendor dengan preferensi terbaik berdasarkan penawaran vendor dan *key requirement* yang sebenarnya dibutuhkan. Pengembangan metode yang diusulkan dapat dilakukan melalui komparasi hasil analisis menggunakan metode yang sama untuk penyedia layanan telekomunikasi yang lain terkait tender *bidding* perangkat telekomunikasi.

## Referensi

- [1] R. Govindaraju and J. P. Sinulingga, "Pengambilan Keputusan Pemilihan Pemasok Di Perusahaan Manufaktur Dengan Metode Fuzzy ANP," *J. Technol. Manag.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–16, 2017.
- [2] S. O. Viarani and H. R. Zadry, "Analisis Pemilihan Pemasok dengan Metode Analytical Hierarchy Process di Proyek Indarung VI PT Semen Padang," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 14, no. 1 SE-Articles, pp. 55–70, Apr. 2016.
- [3] M. A. Setyawan and S. Winiarti, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Supplier Terbaik Menggunakan Metode Weighted Product," *J. Sarj. Tek. Inform. Vol 2, No 3 Oktober*, Oct. 2014.
- [4] M. Zoghi, G. Rostami, A. Khoshand, and F. Motaleb, "Material selection in design for deconstruction using Kano model, fuzzy-AHP and TOPSIS methodology," *Waste Manag. Res.*, 2022.
- [5] S. Avikal, R. Jain, and P. K. Mishra, "A Kano model, AHP and M-TOPSIS method-based technique for disassembly line balancing under fuzzy environment," *Appl. Soft Comput. J.*, 2014.
- [6] R. Singh, S. Avikal, R. Rashmi, and M. Ram, "A Kano model, AHP and TOPSIS based approach for selecting the best mobile phone under a fuzzy environment," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, 2020.
- [7] S. Kilaparathi and N. Sambana, "Prioritization of supplier selection attributes using fuzzy kano model analysis," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, 2017.
- [8] M. L. Yao, M. C. Chuang, and C. C. Hsu, "The Kano model analysis of features for mobile security applications," *Computers and Security*. 2018.
- [9] Shilpa Parkhi, Aishwarya Banerjee, "RPA Vendor Evaluation and Selection using AHP and Kano Model," *Psychol. Educ. J.*, 2021.
- [10] A. Mdallal and A. Hammad, "Application of fuzzy analytical hierarchy process (FAHP) to reduce concrete waste on construction sites," in *Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering*, 2019.
- [11] P. O. Akadiri, P. O. Olomolaiye, and E. A. Chinyio, "Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for building projects," *Autom. Constr.*, 2013.
- [12] D. N. Chen, P. J. H. Hu, Y. R. Kuo, and T. P. Liang, "A Web-based personalized recommendation system for mobile phone selection: Design, implementation, and evaluation," *Expert Syst. Appl.*, 2010.
- [13] M. C. Chen, C. L. Hsu, and L. H. Lee, "Investigating pharmaceutical logistics service quality with refined Kano's model," *J. Retail. Consum. Serv.*, 2020.
- [14] M. Keshavarz Ghorabae, M. Amiri, E. K. Zavadskas, and J. Antucheviciene, "Supplier evaluation and selection in fuzzy environments: a review of MADM approaches," *Econ. Res. Istraživanja*, vol. 30, no. 1, pp. 1073–1118, Jan. 2017.
- [15] K. Palczewski and W. Sałabun, "The fuzzy TOPSIS applications in the last decade," in *Procedia Computer Science*, 2019.
- [16] A. Bilbao-Terol, M. Arenas-Parra, V. Cañal-Fernández, and J. Antomil-Ibias, "Using TOPSIS for assessing the sustainability of government bond funds," *Omega (United Kingdom)*, 2014.
- [17] O. Jadidi, F. Firouzi, and E. Bagliery, "TOPSIS method for supplier selection problem," *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, 2010.
- [18] R. K. Singh, S. Kansara, and N. K. Vishwakarma, "Vendor rating system for an Indian start-up: a combined AHP & TOPSIS approach," *Meas. Bus. Excell.*, 2018.
- [19] K. Wiegers and J. Beatty, *Software requirements*, 3rd ed. Pearson Education, 2013.
- [20] Supriady, W. Resdiana, and N. A. Zahirah, "Pemilihan Vendor Pengadaan Barang Tingkat Kabupaten Menggunakan Metode Saw (Simple Additive Weighting)," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–6, Mar. 2019.