

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, akan diambil data mengenai atribut layanan yang menjadi kebutuhan dan harapan pelanggan (mahasiswa) melalui kuesioner terhadap mahasiswa aktif Fakultas Teknik Untirta. Kuesioner dirancang dengan dimensi *Servqual* sebagai landasan utama. Dari hasil kuesioner diperoleh jawaban mahasiswa terkait nilai kepentingan dan kepuasan dalam skala likert terhadap layanan Fakultas Teknik Untirta.

##### 4.1.1 Penyusunan Kuesioner

Kuesioner sebagaimana terlampir pada Lampiran 1, disusun berdasarkan dimensi *Servqual* sebagai landasan utama. Mengutip Parasuraman (1988) bahwa dimensi *Servqual* dapat membantu berbagai layanan dan organisasi dalam menilai harapan konsumen terkait persepsi kualitas layanan. Ini juga dapat membantu dalam menentukan area yang membutuhkan perhatian serta tindakan manajerial untuk meningkatkan kualitas layanan (Parasuraman, 1988). Pada tahun 1990 Parasuraman dkk membagi kualitas layanan menjadi 5 dimensi utama yaitu bukti fisik (*Tangibles*), reliabilitas (*Reliability*), daya tanggap (*Responsiveness*), jaminan, (*Assurance*) dan Empati (*Empathy*). Variabel atau pernyataan pada kuesioner juga dapat dilihat pada

Tabel 4.

##### 4.1.2 Teknik Sampling Responden

Adapun teknik pengambilan sampel menggunakan *proportionate stratified random sampling* dimana sampel diambil dari populasi yang heterogen dan berstrata dengan mengambil sampel dari tiap-tiap sub populasi yang jumlahnya disesuaikan dengan jumlah anggota dari masing-masing sub populasi secara acak atau serampangan. Teknik pengambilan sampel secara *proportionate stratified random sampling* digunakan dengan tujuan untuk memperoleh sampel yang representatif dengan melihat populasi.

Populasi mahasiswa aktif Fakultas Teknik Untirta, tergabung dari 7 prodi berbeda yaitu Teknik Mesin, Teknik Kimia, Teknik Industri, Teknik Informatika, Teknik Metalurgi, Teknik Elektro dan Teknik Sipil berjumlah sebanyak 3134 mahasiswa. Digunakan rumus Cochran untuk menentukan jumlah sampel dengan persamaan sebagai berikut:

$$n_0 = \frac{Z^2 pq}{e^2} \quad (23)$$

Dimana:

n = Jumlah sampel yang diperlukan

p = perkiraan proporsi dari populasi

q = 1- p

z = Dapat dilihat pada Tabel Z di Lampiran 2.

Penelitian ini memiliki tingkat kepercayaan sebesar 95% dimana nilai z sebesar 1,96 dan telah ditentukan persentase *error* atau kesalahan sebesar 5% sehingga ukuran sampel pada penelitian tanpa melihat jumlah populasi terhitung sebagai berikut:

$$n_0 = \frac{(1,96)^2(0,5)(0,5)}{(0,05)^2}$$

$$n_0 = 385$$

Didapatkan ukuran sampel tanpa melihat jumlah populasi yaitu sebesar 385 responden. Namun, pada penelitian ini populasi telah diketahui yaitu sebesar 3134 mahasiswa, sehingga digunakan turunan rumus Cochran untuk mengetahui ukuran sampel yang telah disesuaikan dengan mengetahui jumlah populasi.

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Dimana:

n = Ukuran sampel yang telah disesuaikan

n<sub>0</sub> = Rekomendasi sampel Cochran sebelumnya (tanpa populasi)

N = Besar populasi yang diketahui

Didapatkan besar sampel yang telah disesuaikan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$n = \frac{385}{1 + \frac{(385)}{3134}}$$

$$n = \frac{385}{1,12252}$$

$$n = 342,97$$

$$n \approx 343$$

Berdasarkan perhitungan, apabila telah diketahui populasi sebesar 3134 mahasiswa didapatkan besar ukuran sampel yang telah disesuaikan adalah sebesar 343 mahasiswa. Setelah didapat ukuran sampel yang telah disesuaikan, dilakukan pembagian proporsi berdasarkan masing masing prodi Fakultas Teknik Untirta. Rincian pembagian proporsinya disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Proporsi Sampel Berdasarkan Prodi FT Untirta**

Jurusan	Jumlah Mahasiswa Aktif	Proporsi	Sampel Mahasiswa
Teknik Informatika	182	6%	20
Teknik Elektro	538	17%	58
Teknik Industri	517	16%	56
Teknik Kimia	459	15%	51
Teknik Mesin	460	15%	50
Teknik Metalurgi	444	14%	49
Teknik Sipil	534	17%	59
<b>Total</b>	<b>3134</b>	<b>100%</b>	<b>343</b>

Berdasarkan Tabel 5 didapatkan proporsi sampel mahasiswa dari tiap prodi, yaitu Teknik Informatika sebanyak 20 mahasiswa, Teknik Elektro 58 mahasiswa, Teknik Industri 56 mahasiswa, Teknik Kimia 51 mahasiswa, Teknik Mesin 50 mahasiswa, Teknik Metalurgi 49 mahasiswa, dan Teknik Sipil 59 mahasiswa.

#### 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini meliputi pengujian hasil survey pendahuluan dengan uji validitas dan uji reliabilitas, setelah valid dan reliabel maka survey dilanjutkan untuk memperoleh seluruh data dari sampel responden. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan *Servqual Gap analysis* per dimensi. Hasil dari *Gap analysis* per dimensi tersebut akan dilakukan klasterisasi dengan

menggunakan metode *K-Means*, sehingga pada akhirnya akan terbentuk kluster kluster mahasiswa berdasarkan nilai *Gap* per dimensi.

#### 4.2.1 Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini mampu mengungkapkan sesuatu yang diukur oleh kuesioner tersebut melalui atribut pertanyaan-pertanyaan dengan menggunakan skala likert.

##### 4.2.1.1 Uji Validitas Ekspektasi Mahasiswa FT Untirta

Uji validitas untuk atribut pernyataan pada bagian ekspektasi merupakan uji validitas yang menjelaskan valid atau tidaknya kuesioner dalam mengungkapkan tingkat kepentingan dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan yang diajukan pada beberapa dimensi yang ada pada kuesioner yaitu dimensi *tangibles*, *reliability*, *responsiveness*, *assurance*, *empathy*. Hasil dari uji validitas untuk ekspektasi dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6 Uji Validitas Ekspektasi Mahasiswa FT Untirta**

<b>Dimensi</b>	<b>Label</b>	<b>N</b>	<b>Sig.</b>	<b>Hasil Uji</b>
<i>Tangibles</i>	X1	30	0.000	Valid
	X2	30	0.000	Valid
	X3	30	0.000	Valid
	X4	30	0.000	Valid
<i>Reliability</i>	X5	30	0.000	Valid
	X6	30	0.000	Valid
	X7	30	0.000	Valid
	X8	30	0.000	Valid
	X9	30	0.000	Valid
<i>Responsiveness</i>	X10	30	0.000	Valid
	X11	30	0.000	Valid
	X12	30	0.000	Valid
	X13	30	0.000	Valid
<i>Assurance</i>	X14	30	0.000	Valid
	X15	30	0.000	Valid
	X16	30	0.000	Valid
	X17	30	0.000	Valid
<i>Empathy</i>	X18	30	0.000	Valid
	X19	30	0.000	Valid
	X20	30	0.000	Valid
	X21	30	0.000	Valid
	X22	30	0.000	Valid



Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa untuk seluruh item pertanyaan dari dimensi *tangibles*, *reliability*, *responsiveness*, *assurance*, *empathy* pada pengujian dua arah dengan tingkat tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0,05 dan pada membandingkan dengan nilai signifikansi (Sig.) dengan  $\alpha$  sebesar 0,05 dapat dilihat bahwa seluruh nilai signifikansinya lebih kecil dari  $\alpha$  dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa atribut ekspektasi dari seluruh dimensi yang menggunakan skala likert pada kuesioner sudah valid.

#### 4.2.1.2 Uji Validitas Performansi Mahasiswa FT Untirta

Uji validitas untuk atribut pernyataan pada bagian performansi merupakan uji validitas yang menjelaskan valid atau tidaknya kuesioner dalam mengungkapkan tingkat kepentingan dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan yang diajukan pada beberapa dimensi yang ada pada kuesioner yaitu dimensi *tangibles*, *reliability*, *responsiveness*, *assurance*, *empathy*. Hasil dari uji validitas untuk performansi dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Uji Validitas Performansi Mahasiswa FT Untirta**

<b>Dimensi</b>	<b>Label</b>	<b>N</b>	<b>Sig.</b>	<b>Hasil Uji</b>
<i>Tangibles</i>	X1	30	0.000	Valid
	X2	30	0.000	Valid
	X3	30	0.000	Valid
	X4	30	0.000	Valid
<i>Reliability</i>	X5	30	0.000	Valid
	X6	30	0.000	Valid
	X7	30	0.000	Valid
	X8	30	0.000	Valid
	X9	30	0.000	Valid
<i>Responsiveness</i>	X10	30	0.000	Valid
	X11	30	0.000	Valid
	X12	30	0.000	Valid
	X13	30	0.000	Valid
<i>Assurance</i>	X14	30	0.000	Valid
	X15	30	0.000	Valid
	X16	30	0.000	Valid
	X17	30	0.000	Valid
<i>Empathy</i>	X18	30	0.000	Valid
	X19	30	0.000	Valid
	X20	30	0.000	Valid
	X21	30	0.000	Valid
	X22	30	0.000	Valid

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa untuk seluruh item pertanyaan dari dimensi *tangibles*, *reliability*, *responsiveness*, *assurance*, *empathy* pada pengujian dua arah dengan tingkat tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0,05 dan pada membandingkan dengan nilai signifikansi (Sig.) dengan  $\alpha$  sebesar 0,05 dapat dilihat bahwa seluruh nilai signifikansinya lebih kecil dari  $\alpha$  dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa atribut performansi dari seluruh dimensi yang menggunakan skala likert pada kuesioner sudah valid.

#### 4.2.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas atribut merupakan pengukuran konsistensi jawaban responden terhadap pertanyaan yang terdapat pada kuesioner. Hasil uji reliabilitas atribut dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Reliabilitas Kepuasan Mahasiswa Fakultas Teknik**

Uraian	Cronbach's Alpha
Atribut Ekspektasi	0,987
Atribut Performansi	0,987

Berdasarkan Tabel 8 diketahui nilai *cronbach's alpha* yang merupakan parameter pengujian reliabilitas sebesar 0,987 untuk atribut pernyataan ekspektasi dan nilai yang sama yaitu 0,987 untuk atribut pernyataan performansi. Keduanya memiliki nilai yang lebih besar dari 0,700 maka dapat disimpulkan atribut pernyataan ekspektasi dan performansi pada kuesioner dan konsistensi jawaban responden sudah reliabel sehingga dapat digunakan mengukur atribut ekspektasi dan performansi.

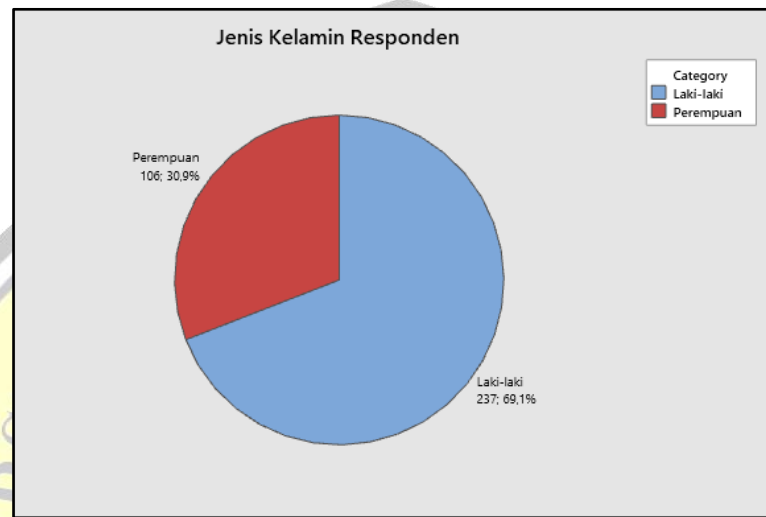
#### 4.2.3 Karakteristik Responden

Responden pada penelitian ini merupakan mahasiswa aktif Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa tahun ajaran 2023/2024. Kuesioner yang digunakan dibuat dengan bantuan aplikasi *Google Forms*. Dalam proses memperoleh responden, kuesioner yang telah dibuat disebarakan secara *online* melalui *personal chat* WhatsApp, telegram maupun *direct message* Instagram. Dari hasil penyebaran kuesioner, didapatkan 343 responden sesuai dengan jumlah

sampel yang dan responden telah ditentukan dan akan dilakukan penggolongan responden berdasarkan jenis kelamin, angkatan, serta prodi asal responden. Penggolongan responden ini dilakukan agar dapat memberi gambaran responden secara rinci.

#### 4.2.3.1 Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diperoleh, gambaran umum terkait responden berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada Gambar 8.

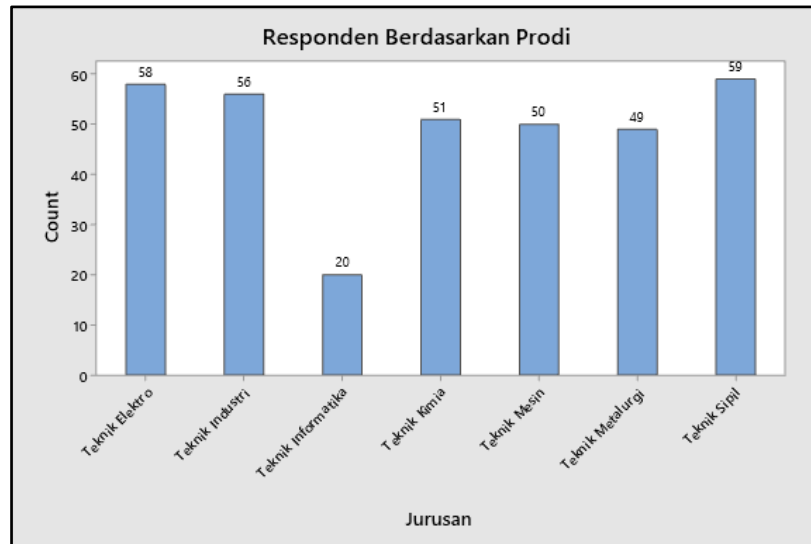


**Gambar 8. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin**

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa jumlah responden dengan jenis kelamin Laki-laki memiliki jumlah dan persentase yang lebih besar yaitu berjumlah 237 orang dengan persentase sebesar 63% dibandingkan dengan responden yang berjenis kelamin Perempuan yang berjumlah 106 dengan persentase sebesar 37%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa responden pada penelitian ini mayoritas adalah mahasiswa berjenis kelamin Laki-laki.

#### 4.2.3.2 Karakteristik Responden Berdasarkan Prodi

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diperoleh, gambaran umum terkait responden berdasarkan prodi dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9. Karakteristik Responden Berdasarkan Prodi**

Hasil dari kuesioner telah sesuai dengan teknik sampling yaitu *Proportionate Stratified Random Sampling* yaitu melakukan *sampling* secara acak namun memperhitungkan proporsi dari setiap kelas atau kelompok, sehingga kelas kelas responden yang ada bisa terwakilkan. Dalam kasus ini teknik *sampling* tersebut diterapkan dengan memperhitungkan proporsi setiap prodinya dari seluruh populasi mahasiswa Fakultas Teknik Untirta.

#### 4.2.3.3 Karakteristik Responden Berdasarkan Angkatan

Berdasarkan hasil kuesioner yang telah diperoleh, gambaran umum terkait responden berdasarkan angkatan dapat dilihat pada Gambar 10



**Gambar 10. Karakteristik Responden Berdasarkan Angkatan**



Dapat dilihat dari Gambar 10 bahwa responden terbanyak berasal dari angkatan 2020 yaitu berjumlah 127 mahasiswa, terbanyak kedua adalah dari angkatan 2021 yang berjumlah 107 orang, angkatan 2019 berjumlah 81 orang, untuk angkatan 2018 berjumlah 16 orang saja dan angkatan 2022 berjumlah 12 orang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa angkatan yang mendominasi adalah angkatan 2020, diikuti oleh angkatan 2021 dan angkatan 2019.

#### 4.2.4 *Servqual Gap Analysis*

*Servqual Gap Analysis* pada penelitian ini akan membahas terkait kesenjangan antara kenyataan yang dialami dengan harapan yang diinginkan konsumen. Adapun rumus perhitungan *Gap* adalah nilai persepsi konsumen dikurangi dengan nilai harapan konsumen seperti pada Persamaan 2.1. Skor ini akan menunjukkan nilai kualitas layanan atau nilai *Servqual* per dimensinya. Hasil perhitungan *Gap analysis* dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9 Rata-Rata *Servqual Gap Analysis* Per Dimensi**

No.	NIM	Avg <i>Tangibles</i>	Avg <i>Reliability</i>	Avg <i>Responsiveness</i>	Avg <i>Assurance</i>	Avg <i>Empathy</i>
1	3333210021	-1	-0.4	0	0	0
2	3333210038	-1.75	-1	-1	-1	-0.8
3	3333200012	0	0	0	0	-0.4
4	3333200084	0	0	0	0	-0.8
5	3333200013	0	0	0	0	0
6	3333200015	0	0	0	0	-1
7	3333200016	-0.5	-1	-1.25	-1.25	-2.2
8	3333200017	-0.75	-1.2	-1.75	-1.5	-2
9	3333200018	0	0	0.5	0.75	0.6
10	3333200019	0	0	0	0	0
11	3333200020	0.25	0	0	0	0
12	3333200021	0	0	0	0	0
13	3333210020	0	-0.2	0	0	0
14	3333200003	0	0	0.25	0.25	-0.2
15	3335180038	-0.75	0	0.5	-0.25	-0.4
16	3333200002	-1	-0.4	0	0	0
17	3333210023	0	0	0	0	0.2
18	3335200005	0	0	0	0	0
19	3331180062	0.75	0.4	0.5	0.25	0.4
...	...	...	...	...	...	...
342	3335180045	-1	-0.8	-1.5	0.75	-0.6
343	3335190041	0.75	0.6	-0.5	0.5	-1.6

Pada Tabel 9 dapat dilihat rata-rata *Servqual Gap analysis* per dimensi dari setiap mahasiswa. Hasil perhitungan tersebut akan diolah untuk membentuk klasterisasi mahasiswa. Untuk tabel hasil yang lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran 4.

#### 4.2.5 Analisis Faktor dan Uji Asumsi

Sebelum melakukan analisis klaster, maka perlu dilakukan uji asumsi terhadap variabel yang akan digunakan. Tujuannya untuk mengetahui apakah analisis bisa digunakan atau tidak untuk tahap uji selanjutnya. Pada penelitian ini uji asumsi dilakukan dengan menggunakan uji Bartlett, KMO dan MSA. Untuk hasil dari Uji Bartlett dan KMO dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10 Uji Asumsi Metode Bartlett dan KMO**

Uji Bartlett ( <i>Bartlett's Test of Sphericity</i> )	Sig. 0.000
Uji KMO ( <i>Kaiser Meyer Olkin</i> )	0,672

Diperoleh hasil uji asumsi yaitu uji Bartlett atau *Bartlett's Test of Sphericity* dengan nilai signifikansi 0,000 atau dibawah 0,005 (5%), sehingga uji Bartlett dianggap memenuhi persyaratan dan variabel-variabel disimpulkan bukan merupakan matriks identitas. Uji asumsi selanjutnya menggunakan uji KMO atau *Kaiser Meyer Olkin*. Diperoleh nilai KMO adalah sebesar 0,672. Pada kasus ini nilai KMO sudah melebihi 0,5 sehingga dinyatakan data telah mencukupi dan memenuhi persyaratan untuk dilakukan analisis selanjutnya. Setelah dilakukan uji asumsi dengan Uji Bartlett dan KMO, selanjutnya dilakukan uji asumsi dengan metode MSA atau *Measure of Sampling Adequacy*. Uji asumsi dengan MSA adalah pengujian persyaratan terhadap kelima variabel atau pengecekan terhadap anti image matriks yang bertujuan untuk mengetahui apakah variabel-variabel tersebut secara parsial layak atau tidak untuk dianalisis dalam penelitian. Apabila terdapat variabel yang tidak layak atau memiliki nilai dibawah 0,5 maka variabel tersebut tidak memenuhi persyaratan dan harus dieliminasi. Hasil uji MSA pada penelitian ini dapat dilihat secara rinci pada Tabel 11.

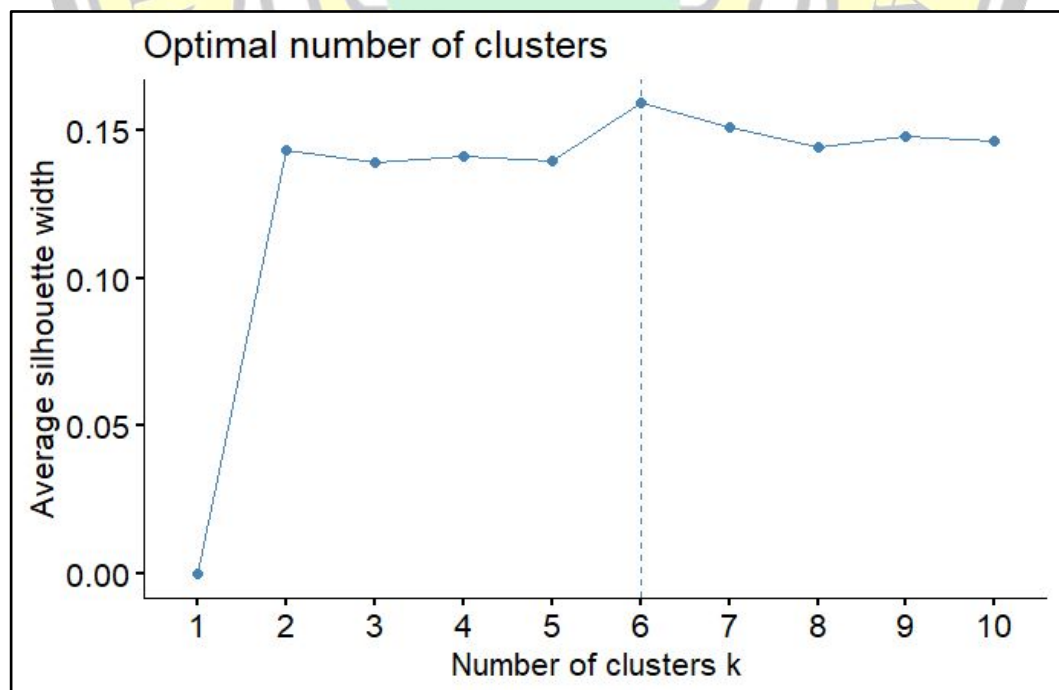
Tabel 11 Uji Asumsi Metode MSA

No	Variabel	Nilai MSA ( <i>Anti-image Correlation</i> )
1	<i>Average Gap Value of Tangibles</i>	0,566
2	<i>Average Gap Value of Reliability</i>	0,578
3	<i>Average Gap Value of Responsiveness</i>	0,612
4	<i>Average Gap Value of Assurance</i>	0,510
5	<i>Average Gap Value of Empathy</i>	0,514

Dari seluruh variabel diperoleh nilai MSA atau nilai *anti-image correlation* seluruhnya berada diatas 0,5 sehingga kelima variabel dianggap memenuhi syarat serta dapat dilakukan analisis lebih lanjut dan tidak perlu ada variabel yang dikeluarkan atau dieliminasi.

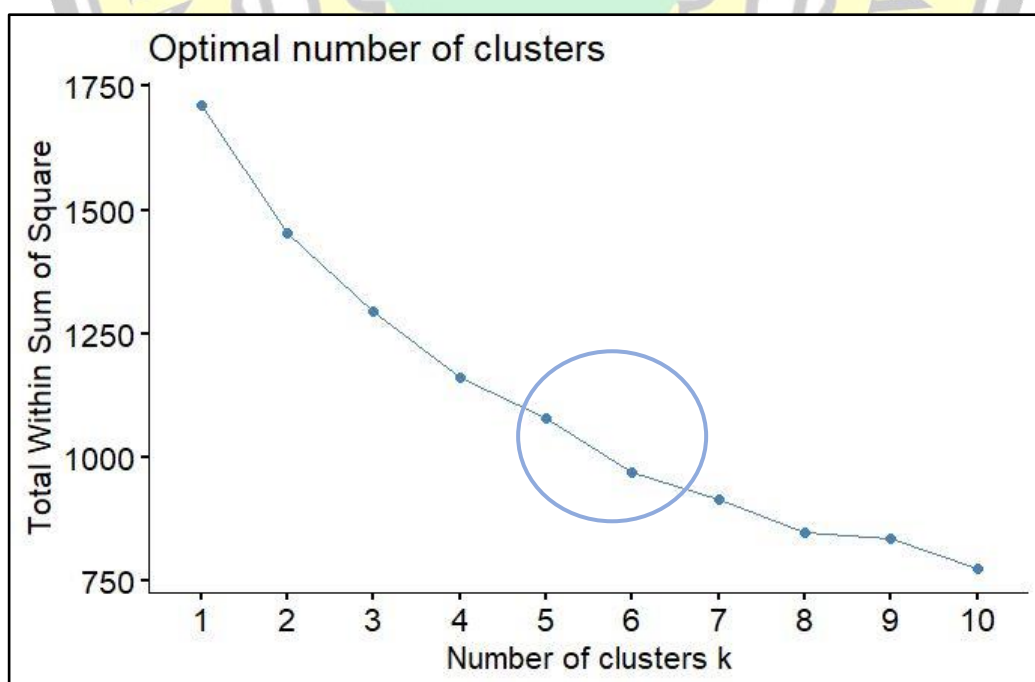
#### 4.2.6 Penentuan Jumlah Kluster Optimum Berdasarkan Metode *Silhouette*, *Elbow* dan *Gap Statistic*.

Pada penelitian ini, sebelum dilakukan klusterisasi diperlukan untuk menentukan kluster optimum dengan menggunakan metode *Silhouette*, *Elbow* dan *Gap Statistic*. Penentuan jumlah kluster dilakukan dengan bantuan *software R Studio*. Hasil penentuan kluster optimum dengan metode *Silhouette* dapat dilihat pada Gambar 11.

Gambar 11 Grafik Metode *Silhouette*

Pendekatan rata-rata nilai metode *Silhouette* digunakan untuk menduga kualitas dari kluster yang terbentuk. Semakin tinggi nilai rata-ratanya maka akan semakin baik. Berdasarkan grafik, banyak kluster optimal yang terbentuk memiliki rata-rata tertinggi pada  $k = 6$ , sehingga dapat dinyatakan bahwa jumlah kluster yang optimum adalah 6 kluster berdasarkan metode *Silhouette*. Jumlah kluster optimum akan lebih baik tidak hanya dianalisa dengan satu metode saja, melainkan menggunakan beberapa metode dan dibandingkan hasilnya.

Metode selanjutnya dalam menentukan jumlah kluster optimal adalah menggunakan metode *Elbow*. Metode *Elbow* adalah teknik dalam analisis kluster (*clustering*) yang digunakan untuk menentukan jumlah kluster optimal dari data yang tidak berlabel. Dalam metode ini, kita menjalankan algoritma klustering dengan berbagai nilai  $k$  (jumlah kluster) dan menghitung *Within-Cluster Sum of Squares* (WSS) atau Inertia pada setiap nilai  $k$ . WSS merupakan ukuran variabilitas data dalam satu kluster. Selanjutnya, nilai WSS tersebut diplot dalam grafik terhadap jumlah kluster, dan jumlah kluster optimal dipilih berdasarkan bentuk grafik yang membentuk seperti "*Elbow Point*", yaitu titik di mana penurunan WSS mulai melambat dan tidak signifikan lagi. Jumlah kluster yang sesuai adalah nilai  $k$  yang berada pada *Elbow Point* tersebut. Hasil penentuan jumlah kluster dengan metode *Elbow* dapat dilihat pada Gambar 12.

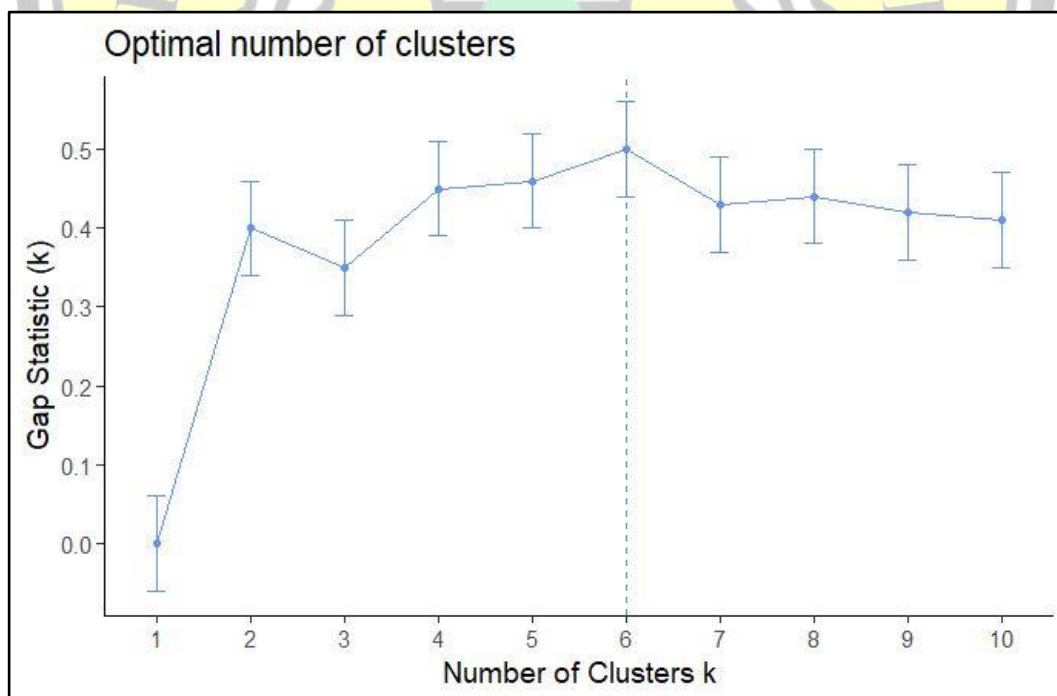


**Gambar 12. Grafik Metode *Elbow***



Berdasarkan analisis menggunakan metode *Elbow*, *Elbow point* terletak pada  $k=6$ . Pada grafik yang menunjukkan nilai *Within-Cluster Sum of Squares* (WSS) terhadap jumlah kluster ( $k$ ), terlihat bahwa penurunan nilai WSS menjadi lebih lambat setelah mencapai  $k=6$ . Sebelum  $k=6$ , penurunan nilai WSS cenderung lebih tajam, menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam kualitas kluster seiring dengan penambahan kluster. Namun, setelah  $k=6$ , penurunan tersebut mulai melambat, dan penambahan kluster tidak lagi memberikan peningkatan yang signifikan dalam kualitas kluster. Oleh karena itu,  $k=6$  dipilih sebagai jumlah kluster optimal berdasarkan *Elbow Point* untuk analisis kluster data ini.

Metode penentuan jumlah kluster selanjutnya adalah menggunakan metode *Gap Statistic*. Jumlah kluster yang optimal dipilih berdasarkan *Gap Statistic* yang paling tinggi, yang menunjukkan pemisahan kelompok data yang lebih signifikan daripada kluster acak. Metode *Gap Statistic* membantu mencegah *overfitting* atau *underfitting* dan memberikan penilaian objektif terhadap jumlah kluster yang paling sesuai untuk analisis data. Hasil dari penentuan jumlah kluster optimal dengan metode *Gap Statistic* dapat dilihat pada Gambar 13.



**Gambar 13 Grafik Metode *Gap Statistic***

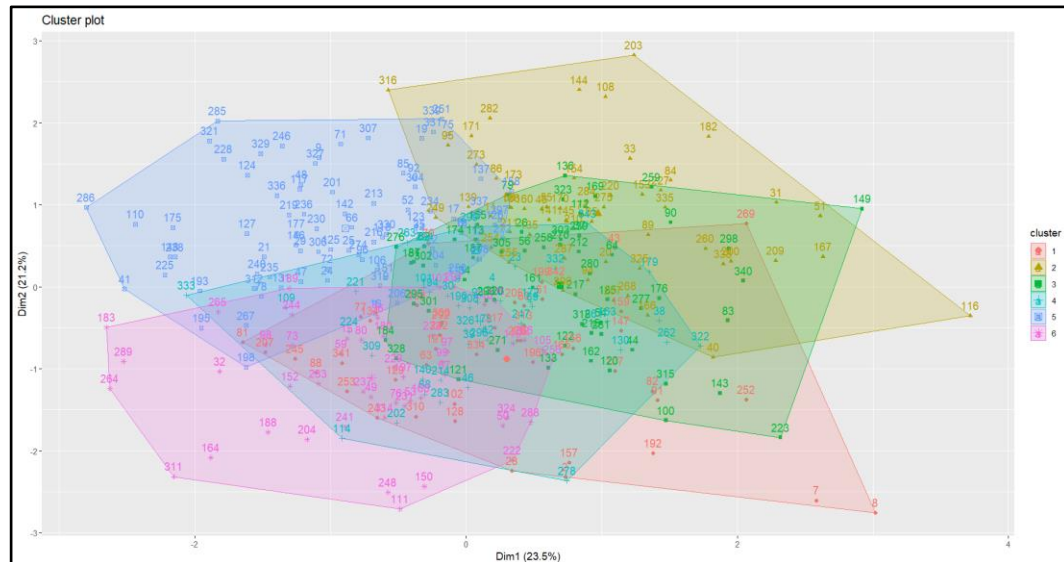
Berdasarkan analisis menggunakan metode *Gap Statistic*, hasilnya menunjukkan bahwa jumlah kluster optimal adalah  $k=6$ . *Gap Statistic*

membandingkan kualitas klustering aktual dari data dengan kualitas klustering data acak dengan jumlah klaster yang sama. Pada nilai  $k=6$ , *Gap Statistic* memberikan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kandidat klaster lainnya. Hal ini menandakan bahwa  $k=6$  memberikan pemisahan kelompok data yang lebih baik daripada klaster acak dengan  $k=6$ . Oleh karena itu, hasil *Gap Statistic* menyarankan bahwa jumlah klaster optimal untuk analisis data ini adalah  $k=6$ . Dengan demikian, pemilihan  $k=6$  akan menghasilkan klustering yang lebih relevan dan representatif untuk tujuan analisis yang lebih akurat dan bermakna.

Berdasarkan analisis menggunakan metode *Silhouette*, *Elbow*, dan *Gap Statistic*, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa ketiga metode tersebut secara konsisten menunjukkan bahwa jumlah klaster optimal adalah  $k=6$ . Metode *Silhouette* menghasilkan nilai tertinggi ketika jumlah klaster adalah 6, menandakan bahwa klustering pada  $k=6$  memberikan pemisahan kelompok data yang lebih baik daripada klaster lainnya. Metode *Elbow* menunjukkan *Elbow Point* yang terletak pada  $k=6$ , menandakan bahwa setelah jumlah klaster mencapai 6, penurunan dalam nilai WSS tidak signifikan lagi. Sementara itu, metode *Gap Statistic* memberikan nilai tertinggi pada  $k=6$ , menunjukkan bahwa  $k=6$  menghasilkan pemisahan kelompok data yang lebih baik daripada klaster acak dengan  $k=6$ . Oleh karena itu, secara keseluruhan, tiga metode tersebut secara konsisten merekomendasikan jumlah klaster yang optimal adalah  $k=6$  untuk analisis data yang sedang diuji.

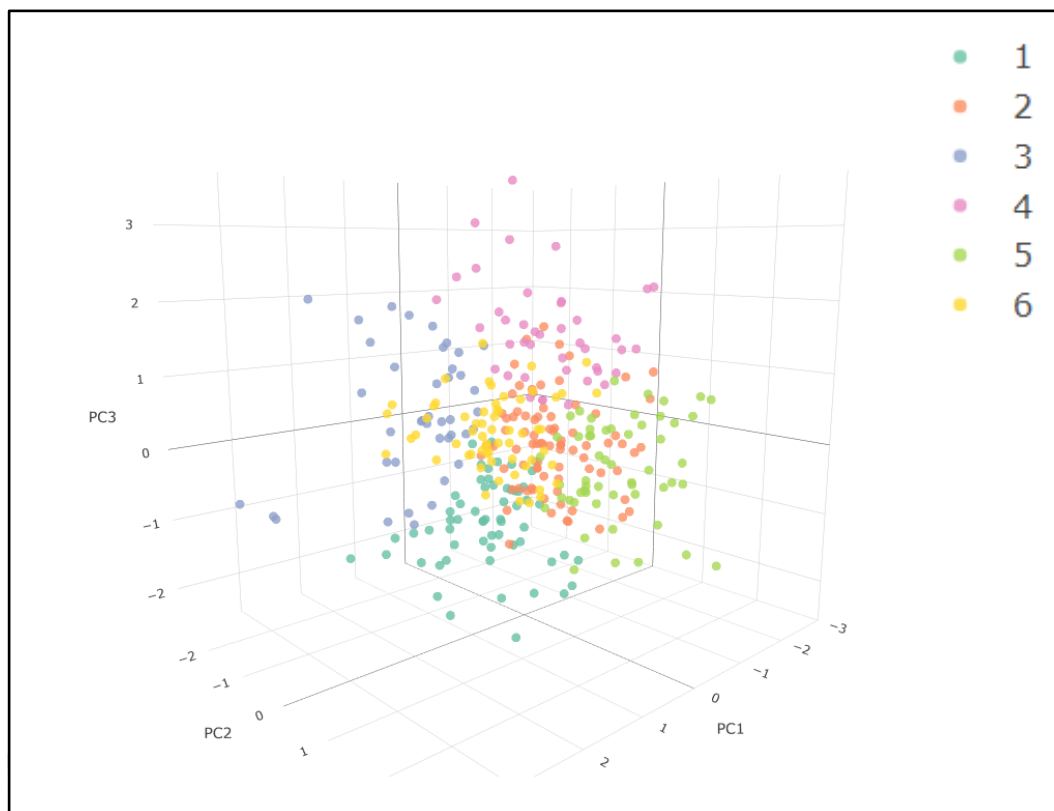
#### 4.2.7 Klasterisasi Algoritma *K-Means*

Setelah ditentukan jumlah klaster optimum yaitu 6 klaster, langkah selanjutnya adalah mengelompokkan dengan algoritma *K-Means* yang mendeskripsikan bahwa tiap-tiap objek dikelompokkan menggunakan centroid atau rata-rata yang terdekat antar objek tersebut. Klasterisasi dengan metode *K-Means* dilakukan dengan bantuan *software* R Studio dengan bahasa pemrograman R. Algoritma *K-Means* menentukan *starting centroid* secara acak atau random. Setelah menentukan *starting centroid* secara acak sebanyak 30 kali, didapatkan 6 *centroid* utama dan telah ditentukan objek lain yang memiliki rata-rata terdekat dengan *centroid-centroid* tersebut. Sehingga didapatkan hasil plot klasterisasi seperti pada Gambar 14.



**Gambar 14. Visualisasi Klasterisasi Algoritma K-Means**

Didapatkan visualisasi kluster mahasiswa dengan bantuan *software* R Studio. Meskipun dim1 dan dim2 hasil perhitungan PCA (*Principal Component Analysis*) menunjukkan persentase rendah dan visualisasi kluster terlihat seakan bertumpuk, hal tersebut disebabkan oleh tingkat variabilitas data, jumlah dimensi dan juga kompleksitas data. Hal tersebut bukan merupakan kegagalan dalam analisis. Visualisasi kluster menggunakan dua dimensi utama masih dapat memberikan gambaran yang baik namun dengan dimensi utama dim1 dan dim2 yang rendah dan bahkan ditotal kurang dari 50%, maka variansinya belum bisa dijelaskan dengan maksimal. Namun, dengan menggunakan visualisasi tiga dimensi dapat memperoleh gambaran yang lebih komprehensif dan memastikan bahwa anggota kluster benar-benar terpisah tanpa ada anggota yang bertumpukan antara mereka.



**Gambar 15. Visualisasi Kluster**

Visualisasi tiga dimensi memungkinkan untuk melihat data dari berbagai sudut, dan ini membantu mengungkapkan seberapa baik klustering tersebut terbentuk. Dalam visualisasi tiga dimensi, Anda mungkin dapat melihat bagaimana kluster berada pada tiga dimensi utama (dim1, dim2, dan dim3) secara terpisah, dan juga bagaimana anggota kluster berada dalam ruang tiga dimensi. Dari klusterisasi yang telah dilakukan dapat diambil informasi terkait karakteristik kluster secara rinci dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12 Karakteristik Kluster Mahasiswa**

Karakteristik Cluster								
Cluster	Tangibles	Reliability	Responsiveness	Assurance	Empathy	Jml Anggota	%anggota	$\Sigma$ Avg Gap/Cluster
1	<b>-0.968</b>	<b>-0.187</b>	<b>-0.723</b>	<b>-0.298</b>	<b>-0.826</b>	47	14%	-3.002
2	0.304	0.221	<b>-0.683</b>	<b>-0.424</b>	<b>-0.025</b>	56	16%	-0.607
3	4.000	<b>-1.308</b>	<b>-0.174</b>	<b>-0.194</b>	0.583	58	17%	2.907
4	3.795	3.886	3.750	3.682	4.091	44	13%	19.205
5	4.079	3.573	4.157	3.528	4.112	89	26%	19.449
6	4.102	3.408	4.327	3.224	4.265	49	14%	19.327



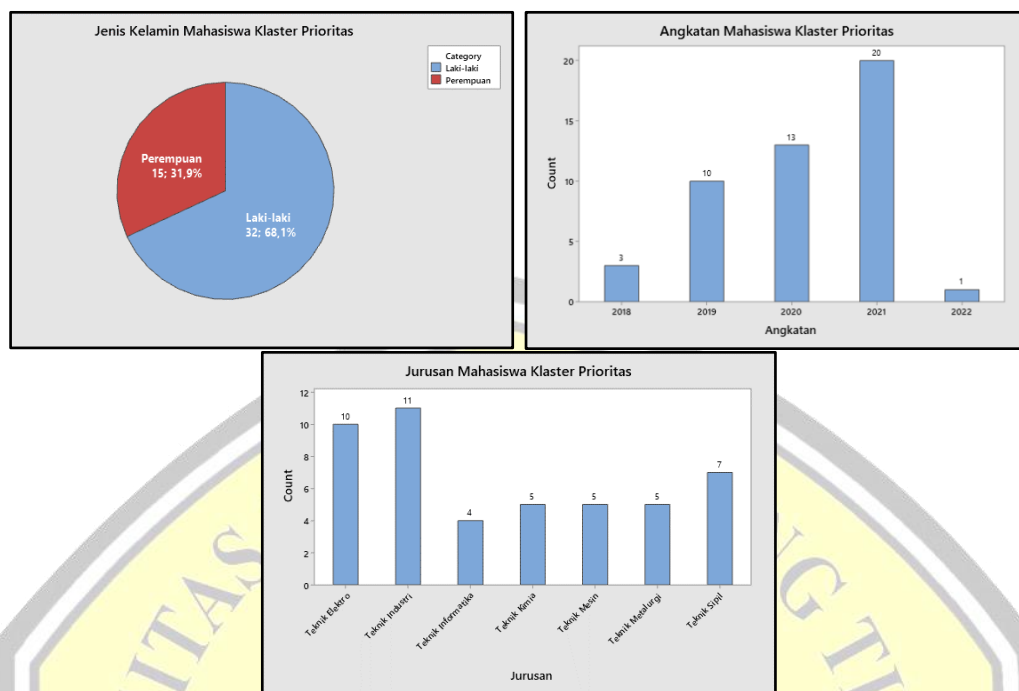
Berdasarkan Tabel 12 didapatkan karakteristik tiap klaster yang terbentuk antara lain:

1. Klaster 1 merupakan klaster mahasiswa yang tidak puas di seluruh 5 dimensi *Servqual* yaitu *tangible*, *reliability*, *responsiveness*, *assurance* dan *empathy*. Klaster ini yang kemudian akan menjadi prioritas untuk dianalisis tingkat kepuasan dan prioritas perbaikannya.
2. Klaster 2 merupakan klaster mahasiswa yang tidak puas di 3 dimensi *Servqual* yaitu *responsiveness*, *assurance*, dan *empathy*.
3. Klaster 3 merupakan klaster mahasiswa yang tidak puas di 3 dimensi *Servqual* yaitu *reliability*, *responsiveness*, dan *assurance*.
4. Klaster 4 merupakan klaster mahasiswa yang puas di seluruh dimensi *Servqual*.
5. Klaster 5 merupakan klaster mahasiswa yang puas di seluruh dimensi *Servqual*.
6. Klaster 6 merupakan klaster mahasiswa yang puas di seluruh dimensi *Servqual*.

Berdasarkan karakteristik tiap klasternya, dapat dilihat bahwa klaster 1 merupakan klaster mahasiswa yang tidak puas dengan seluruh dimensi layanan, dapat dilihat juga dari nilai penjumlahan nilai rata-rata *gap* pada Tabel 12, klaster 1 memiliki nilai yang terkecil sehingga klaster tersebut menjadi klaster utama yang akan dianalisis nilai indeks kepuasannya dan juga atribut prioritas perbaikannya.

#### 4.2.8 Karakteristik Klaster Prioritas

Setelah dilakukan klasterisasi dengan metode *K-Means* didapat klaster mahasiswa yang tidak puas terhadap seluruh dimensi kepuasan pelayanan Fakultas Teknik Untirta yaitu klaster 1. Sehingga klaster 1 dapat dijadikan klaster prioritas bagi manajemen Fakultas Teknik Untirta untuk memperbaiki tingkat kepuasan mahasiswanya dengan lebih strategis. Selain strategis peningkatan kepuasan juga harus tepat sasaran sehingga perlu diketahui karakteristik responden yang termasuk ke dalam klaster prioritas yaitu klaster 1. Rincian karakteristik responden klaster 1 dapat dilihat pada Gambar 16.



**Gambar 16 Karakteristik Mahasiswa Klaster Prioritas**

Dapat dilihat dari Gambar 16 bahwa karakteristik klaster 1 sebagai klaster prioritas adalah berjumlah sebanyak 47 mahasiswa yang mayoritas berjenis kelamin laki-laki yaitu sebesar 68,1%. Mahasiswa klaster 1 dominan berasal dari angkatan 2021 yaitu berjumlah 20 orang dan juga dominan berasal dari prodi Teknik Industri yang berjumlah 11 orang mahasiswa. Rata-rata IPK pada klaster 1 adalah 3,39. Informasi ini akan membantu manajemen Fakultas Teknik Untirta dalam merancang strategi yang lebih efektif untuk memperbaiki tingkat kepuasan mahasiswa secara tepat sasaran.

#### 4.2.9 *Customer Satisfaction Index (CSI) Klaster Prioritas*

Setelah diperoleh klaster 1 sebagai klaster prioritas, akan dilakukan pengukuran tingkat kepuasan dengan menggunakan metode *customer satisfaction index (CSI)*. Berdasarkan hasil pengisian kuesioner yang dilakukan oleh responden tersebut maka selanjutnya dilakukan perhitungan CSI untuk mahasiswa klaster 1 seperti pada Tabel 13.

Tabel 13. Tabel Perhitungan Metode CSI

Dimensi	Atribut	MIS	MSS	WF	WS
<i>Tangible</i>	X1	4.340	3.426	0.051	0.174
	X2	4.383	2.957	0.051	0.152
	X3	4.340	3.511	0.051	0.179
	X4	4.213	3.511	0.049	0.173
<i>Reliability</i>	X5	3.702	3.447	0.043	0.150
	X6	3.787	3.617	0.044	0.161
	X7	3.681	3.468	0.043	0.150
	X8	3.723	3.532	0.044	0.154
	X9	3.723	3.617	0.044	0.158
<i>Responsiveness</i>	X10	4.021	3.170	0.047	0.149
	X11	3.809	2.957	0.045	0.132
	X12	3.957	3.255	0.046	0.151
	X13	3.830	3.340	0.045	0.150
<i>Assurance</i>	X14	3.681	3.489	0.043	0.151
	X15	3.511	3.468	0.041	0.143
	X16	3.723	3.340	0.044	0.146
	X17	3.745	3.170	0.044	0.139
<i>Empathy</i>	X18	3.851	3.085	0.045	0.139
	X19	3.745	2.553	0.044	0.112
	X20	3.787	2.851	0.044	0.127
	X21	3.936	3.489	0.046	0.161
	X22	3.787	3.000	0.044	0.133
Total	85.277	85.277	72.255	WT	3.284
				CSI	65.68%

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{MIS}_{X1} &= \frac{\sum y_{idj}}{n} \\ &= \frac{204}{47} \\ &= 4,340 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSS}_{X1} &= \frac{\sum x_{idj}}{n} \\ &= \frac{161}{47} \\ &= 3,426 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WF}_{X1} &= \frac{\text{MIS}}{\sum \text{MIS}} \\ &= \frac{4,340}{85,277} \\ &= 0,051 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WS}_{X1} &= \text{MSS} \times \text{WF} \\ &= 3,426 \times 0,051 \\ &= 0,174 \end{aligned}$$

$$\text{WT} = \sum \text{WS}$$

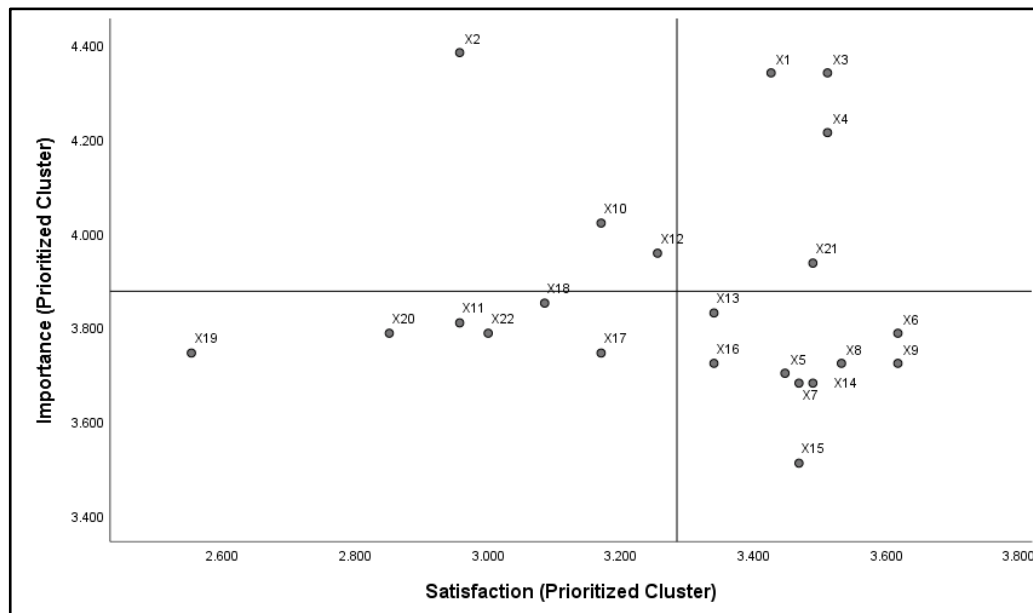
$$\begin{aligned} &= 3,284 \\ \text{CSI} &= \frac{WT}{HS} \times 100\% \\ &= \frac{3,284}{5} \times 100\% \\ &= 65,68\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 13 dapat diketahui nilai masing-masing parameter yang digunakan untuk melakukan penghitungan *CSI* seperti yang dapat dilihat pada menunjukkan bahwa diketahui *CSI* untuk mahasiswa klaster 1 adalah sebesar 65.68% jika nilai tersebut dikategorikan dengan menggunakan kategori pada Tabel 4, maka dapat diambil kesimpulan bahwa mahasiswa klaster 1 Fakultas Teknik Untirta dikategorikan “kurang puas”, sehingga cocok untuk dijadikan klaster prioritas yang kemudian akan dianalisis atribut perbaikan serta strategi perbaikannya.

#### 4.2.10 *Importance Performance Analysis (IPA) Mahasiswa Klaster Prioritas*

Penggunaan *Importance Performance Analysis (IPA)* dilakukan untuk mengetahui sejauh mana performansi pelayanan yang telah diberikan oleh Fakultas Teknik Untirta dibandingkan dengan ekspektasi dari mahasiswa dan merumuskan perbaikan yang perlu dilakukan Fakultas Teknik Untirta untuk meningkatkan kualitas pelayanannya agar senantiasa mampu memuaskan mahasiswa. Nilai *CSI* Mahasiswa klaster 1 sebesar 65.68% sehingga memiliki ruang perbaikan yang cukup banyak bagi FT Untirta untuk peningkatan kualitas pelayanan dalam rangka memberikan kepuasan lebih kepada mahasiswa pada atribut-atribut yang dianggap penting oleh mahasiswa dengan menggunakan metode *IPA* yang digambarkan ke dalam diagram kartesius seperti pada Gambar 17.





**Gambar 17 Diagram IPA Mahasiswa Klaster Prioritas**

Berdasarkan Gambar 17 diketahui ada 3 atribut yang berada di kuadran 1. Kuadran ini merupakan prioritas utama karena memuat tentang atribut yang dianggap penting oleh mahasiswa namun performa dari Fakultas Teknik Untirta masih dianggap masih kurang. Adapun atribut-atribut pada kuadran 1 pada Gambar dapat dilihat pada Tabel 14

**Tabel 14. Analisis IPA Mahasiswa Klaster 1**

Dimensi	Atribut	Keterangan
<i>Kuadran 1</i>		
<i>Tangibles</i>	X2	Fasilitas yang disediakan oleh FT Untirta memiliki desain dan arsitektur yang menarik secara visual, menciptakan lingkungan belajar yang inspiratif.
<i>Responsiveness</i>	X10	FT Untirta memberitahu mahasiswa secara tepat kapan layanan akan dilakukan, memberikan kejelasan dalam mengatur kegiatan atau pertemuan.
	X12	Karyawan FT Untirta selalu bersedia membantu mahasiswa dalam memenuhi kebutuhan dan menyelesaikan masalah yang dihadapi.

Berdasarkan Tabel 14 diketahui bahwa atribut yang harus menjadi perhatian utama Fakultas Teknik Untirta adalah atribut X2, X10 dan X12, dimana atribut tersebut masuk ke dalam kuadran 1 yang artinya atribut tersebut merupakan atribut-atribut yang penting bagi mahasiswa klaster 1 namun Fakultas Teknik Untirta belum memberikan performansi yang baik pada atribut tersebut.

#### 4.2.11 Rekomendasi Strategi Perbaikan dengan Metode 5W+1H

Metode 5W+1H digunakan untuk menjabarkan rencana perbaikan atribut-atribut yang berada di kuadran A pada diagram IPA. Pada prinsipnya metode ini menggunakan enam komponen pertanyaan untuk menjabarkan rencana perbaikan secara sederhana dan mudah dipahami. Pengisian 5W+1H dilakukan dengan *brainstorming* yang melibatkan: peneliti serta pihak *expert* atau profesional. Pihak profesional dalam penelitian ini adalah Wakil Dekan 2 FT Untirta yang membantu memberikan masukan tentang masukan serta *feasibility* pelaksanaan strategi. Hasil *brainstorming* terkait penentuan rekomendasi strategi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 15.



Tabel 15. Usulan Perbaikan dengan Metode 5W+1H

Dimensi	Atribut	What	Why	Who	When	Where	How
Tangibles	X22	Melakukan analisis menyeluruh tentang fasilitas yang ada, seperti ruang kuliah, laboratorium, perpustakaan, dan area terbuka dan mengevaluasi desain dan arsitektur saat ini untuk mengidentifikasi masalah dan kekurangan yang ada.	Untuk meningkatkan kenyamanan dan kualitas lingkungan belajar bagi mahasiswa. menciptakan atmosfer yang inspiratif dan kreatif yang dapat meningkatkan semangat belajar dan motivasi mahasiswa	Staf administrasi, perwakilan mahasiswa, dan dosen FT Untirta.	Perencanaan perbaikan harus segera dimulai setelah pengumpulan data dan analisis dilakukan. Perbaikan dapat bertahap untuk menghindari gangguan kegiatan akademik.	Fokus perbaikan pada fasilitas yang paling sering digunakan oleh mahasiswa, seperti ruang kuliah utama dan area belajar. Selain itu, juga memperhatikan area publik lainnya yang berpotensi meningkatkan lingkungan belajar, seperti area hijau atau ruang istirahat.	Merancang rencana perbaikan dan menggali ide-ide kreatif untuk desain dan arsitektur baru yang menarik secara visual, Menggunakan teknologi modern dan bahan yang berkualitas untuk mendukung perbaikan fasilitas, Melibatkan mahasiswa dalam proses perancangan dan memberikan kesempatan bagi mereka untuk memberikan masukan dan umpan balik.
Responsiveness	X10	Mengembangkan sistem komunikasi yang efektif antara FT Untirta dan mahasiswa untuk memberikan informasi yang tepat waktu dan jelas mengenai jadwal dan kegiatan layanan.	Untuk meningkatkan kepuasan mahasiswa dengan menyediakan informasi yang akurat dan mengurangi ketidakpastian terkait jadwal dan kegiatan layanan.	Staf administrasi, akademik, dan dosen FT Untirta, serta mahasiswa.	Secepatnya, dalam waktu yang telah ditentukan.	Di semua komunikasi resmi FT Untirta, seperti website, email, aplikasi, dan media sosial.	Menggunakan alat komunikasi yang efektif, memperbarui jadwal layanan secara teratur, memberikan pengingat melalui pesan teks atau email, dan menyediakan saluran komunikasi yang responsif untuk pertanyaan dan klarifikasi.
	X12	Meningkatkan sikap proaktif dan ketersediaan karyawan FT Untirta dalam membantu mahasiswa dalam memenuhi kebutuhan dan menyelesaikan masalah.	Untuk meningkatkan kepuasan mahasiswa dengan memberikan dukungan yang efektif dan mempercepat penyelesaian masalah.	Staf administrasi, akademik, dan dosen FT Untirta.	Ketika mahasiswa membutuhkan bantuan atau menghadapi masalah.	Di kantor administrasi, ruang dosen, atau melalui komunikasi online.	Meningkatkan komunikasi antara karyawan FT Untirta dan mahasiswa, memberikan pelatihan keterampilan interpersonal, memperbarui kebijakan dukungan mahasiswa, dan menciptakan saluran komunikasi yang terbuka dan responsif.

Secara keseluruhan, interpretasi dari 5W+1H pada Tabel 15 menunjukkan bahwa FT Untirta dapat melakukan upaya meningkatkan kepuasan mahasiswa dengan mengoptimalkan aspek-aspek pelayanan yang teridentifikasi dan memperhatikan kepentingan terbaik mahasiswa. Langkah-langkah perbaikan tersebut mencakup berbagai aspek, mulai dari komunikasi yang efektif hingga kualitas pendidikan, dukungan karyawan, dan budaya organisasi yang mengutamakan mahasiswa. Dengan implementasi perbaikan ini, diharapkan kualitas pelayanan dan kepuasan mahasiswa di FT Untirta dapat meningkat secara signifikan..

