



TESIS - RC 185401

**PERMODELAN *DECISION SUPPORT SYSTEM* (DSS)
PRIORITAS PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR AIR
MINUM BERBASIS BIG DATA**

**KRESNA ADE PUTRA
03111850097004**

Dosen Pembimbing
Dr. Techn. Umbaro Lasminto, ST, MSc.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020



TESIS - RC 185401

**PERMODELAN *DECISION SUPPORT SYSTEM (DSS)* PRIORITAS
PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR AIR MINUM BERBASIS *BIG
DATA***

KRESNA ADE PUTRA
NRP. 03111850097004

Dosen Pembimbing :
Dr.techn. Umboro Lasminto, ST, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

Di Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Kresna Ade Putra

NRP: 03111850097004

Tanggal Ujian: 20 Januari 2020

Periode Wisuda: September 2020

Disetujui Oleh:

Pembimbing:

1. Dr.techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.
NIP: 19721202 199802 1 001

Penguji:

2. Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc.
NIP: 19610927 198701 1 001
3. Mahendra Andiek Maulana, S.T., M.T., Ph.D.
NIP: 19840409 200912 1 005
4. Dr. A.A. Ng. Satria Damar Negara, S.T., M.T.
NPP: 1988201911075

Kepala Departemen Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan



Dr.techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.

NIP: 19721202 199802 1 001

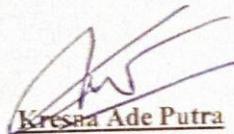
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

Tesis yang berjudul: "**PERMODELAN DECISION SUPPORT SYSTEM (DSS) PRIORITAS PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR AIR MINUM BERBASIS BIG DATA**" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya / tulis untuk memperoleh gelar akademik maupun karya ilmiah/tulis yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dijadikan kutipan dari bagian karya ilmiah/tulis orang lain dengan menyebutkan sumbernya, baik dalam naskah disertasi maupun daftar pustaka.

Apabila ternyata ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur plagiasi di dalam naskah tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan akademik ITS dan/atau perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2020



Kresna Ade Putra

NRP: 03111850097004

PERNYATAAN KEASLIAN PUBLIKASI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

JUDUL ARTIKEL PUBLIKASI:

Formulation of Attributes for Decision Support System for Drinking Water Infrastructure Developments Priority

PENULIS UTAMA:

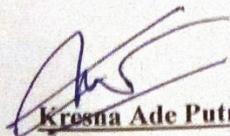
Kresna Ade Putra

PENULIS ANGGOTA:

1. Dr.techn. Umboro Lasminto, ST, M.Sc

Artikel Publikasi tersebut merupakan sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah yang merupakan karya ilmiah saya sendiri dan terdapat karya ilmiah orang lain. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surabaya, Januari 2020



Kresna Ade Putra

NRP: 03111850097004

PERNYATAAN KEASLIAN PUBLIKASI TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

JUDUL ARTIKEL PUBLIKASI:

Information Technology to Determine the Priority Level of Drinking Water Infrastructure Development (Case Study: Regency/City of Banten Province)

PENULIS UTAMA:

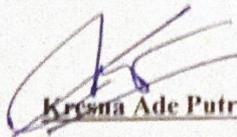
Kresna Ade Putra

PENULIS ANGGOTA:

1. Dr.techn. Umboro Lasminto, ST, M.Sc

Artikel Publikasi tersebut merupakan sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah yang merupakan karya ilmiah saya sendiri dan terdapat karya ilmiah orang lain. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surabaya, Januari 2020



Kresna Ade Putra

NRP: 03111850097004

PERMODELAN *DECISION SUPPORT SYSTEM (DSS)* PRIORITAS PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR AIR MINUM BERBASIS *BIG DATA*

Nama : Kresna Ade Putra
NRP : 03111850097004
Dosen Pembimbing : Dr.techn. Umboro Lasminto, ST, M.Sc.

ABSTRAK

Mekanisme pemilihan Kab/Kota yang berhak mendapatkan bantuan pembangunan infrastruktur air minum belum tajam dan kurang terarah. Perlu ada upaya untuk membuat arah pembangunan infrastruktur air minum agar lebih tajam, terarah dan semakin berpihak kepada rakyat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang model *Decision Support System (DSS)* yang dapat memberikan arah prioritas pembangunan infrastruktur air minum yang tajam dan pro-rakyat.

Dalam penelitian ini terdapat dua proses besar yaitu penyusunan Pohon Hirarki dan perhitungan Skala Prioritas Model. Dihasilkan pohon hirarki dengan empat kriteria dan dua puluh sub-kriteria untuk menentukan prioritas pembangunan infrastruktur air minum. Selanjutnya dilakukan pengisian kuesioner oleh enam orang *expert*. Penggabungan hasil kuesioner enam *expert* dilakukan dengan empat metode yakni: Aritmatic Mean + perhitungan bobot dengan *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dan *Fuzzy AHP (FAHP)*, Perhitungan bobot dengan AHP dan FAHP + Aritmatic Mean, Geomatic Mean + perhitungan bobot dengan AHP dan FAHP, Perhitungan bobot dengan AHP dan FAHP + Geomatic Mean. Metode Geomatic Mean + perhitungan bobot dengan FAHP unggul karena memiliki variansi bobot tertinggi. Dengan metode penggabungan terpilih, dihasilkan pohon hirarki model. Tahap selanjutnya adalah perhitungan skala prioritas. Dilakukan perbandingan menggunakan lima metode yakni: AHP, FAHP, *Simple Additive Weighting (SAW)*, *Weighted Product (WP)* dan *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*. Metode SAW unggul karena mampu mendeteksi nilai ekstrim pada salah satu data serta memiliki tingkat sensitifitas yang cukup baik. Terakhir, *web based DSS (WDSS)* dibangun dengan algoritma metode terpilih, yakni metode SAW.

Hasil akhir penelitian ini adalah WDSS untuk prioritas pembangunan infrastruktur air minum yang valid, tajam, terarah dan pro-rakyat. Dari enam Kab/Kota yang menjadi area studi (Kab. Pacitan, Kota Blitar, Kab. Kediri, Kota Surabaya, Kab. Jember dan Kota Batu), Kab. Pacitan adalah prioritas pertama, kedua Kota Surabaya, ketiga Kab. Jember, keempat Kota Batu, kelima Kab. Kediri dan terakhir adalah Kota Blitar.

Kata Kunci: *Multi-Attribute, Multi Expert, Decision Making, Expert System*

DECISION SUPPORT SYSTEM (DSS) MODELLING FOR THE BIG DATA BASED DRINKING WATER INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT

Name : Kresna Ade Putra
NRP : 03111850097004
Mentor : Dr.techn. Umboro Lasminto, ST, M.Sc.

ABSTRACT

The mechanism for selecting districts / cities to receive assistance for the drinking water infrastructure development is less sharp and less directional. Effort to bring the drinking water infrastructure development to be sharper, more directed and more pro-people is needed. This research is conducted to design a Decision Support System (DSS) model that can provide priority directions for the drinking water infrastructure development that is sharp and pro-people.

In this study there are two main processes, namely the preparation of the Hierarchy Tree and the calculation of Priority Scale Models. Four criteria and twenty sub-criteria was produced to become the hierarchical tree for determine the drinking water infrastructure development priority. Then the questionnaire for expert judgement was filled out by six experts. The six expert questionnaires result were merged using four methods, i.e: Aritmatic Mean → weight calculation using Analytic Hierarchy Process (AHP) and Fuzzy AHP (FAHP), Weight calculation using AHP and FAHP → Aritmatic Mean, Geomatic Mean → weight calculation using AHP and FAHP, Weight calculation using AHP and FAHP → Geomatic Mean. Geomatic Mean → weight calculation using FAHP was chosen because it has the highest variance value for weighting results. With the selected merge method, a hierarchical tree model is generated. The next step is calculating the priority scale. Comparison was performed using five methods namely: AHP, FAHP, *Simple Additive Weighting* (SAW), *Weighted Product* (WP) dan *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). The SAW method is selected because it can detect extreme values in one of the data and has a fairly good level of sensitivity. Finally, web based DSS (WDSS) is built using the chosen method algorithm, the SAW method.

The final result of this research is WDSS for the drinking water infrastructure development priority that are valid, sharper, more directed and more pro-people. Of the six districts / cities studied (Pacitan districts, Blitar city, Kediri districts, Surabaya city, Jember districts and Batu city), Pacitan districts is the number one priority, the second is Surabaya city, third is Jember districts, fourth is Batu city, fifth is Kediri districts and the last priority is Blitar city.

Keyword: *Multi-Attribute, Multi Expert, Decision Making, Expert System*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'alamin (الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ), puji syukur kami panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “PERMODELAN *DECISION SUPPORT SYSTEM* (DSS) PRIORITAS PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR AIR MINUM BERBASIS *BIG DATA*” ini dengan baik dan lancar tanpa suatu hambatan apapun. Pada kesempatan yang baik ini, kami bermaksud memberikan penghargaan kepada seluruh pihak yang telah mendukung penyelesaian Tesis ini, yaitu:

1. Kedua Orang Tua kami, yang telah mendidik dan membesarkan kami, serta Istri dan Anak kami, yang senantiasa mensupport kami.
2. Bapak Dr.techn. Umboro Lasminto selaku dosen pembimbing, dan Bapak Prof. Indrasurya Mochtar serta Bapak Dr. Wasis Wardoyo selaku dosen metodologi penelitian, yang telah memberikan arahan serta bimbingannya dalam proses penyusunan Tesis ini.
3. Pimpinan dan kolega di Direktorat Jenderal Cipta Karya yang telah memberikan arahan dan bantuannya.
4. Seluruh dosen pengajar di FTSLK, rekan - rekan Hidroinformatika angkatan 2018, dan seluruh teman - teman di FTSLK atas bantuan, saran, ilmu serta pengalamannya.

Dalam penulisan Tesis ini penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekhilafan yang terjadi. Maka dari itu, segala kritik dan saran mohon dapat disampaikan kepada kami, dan segala kekhilafan mohon dapat dimaafkan. Sekian dan terima kasih. *Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Surabaya, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI.....	xvi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	10
1.3 Batasan masalah.....	10
1.4 Tujuan Penelitian	11
1.5 Manfaat Penelitian	11
KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	13
2.1 Kajian Pustaka dan Dasar Teori Yang Digunakan Dalam Penelitian	13
2.1.1 Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional (SPPN).....	13
2.1.2 Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM).....	17
2.1.3 <i>Decision Support System (DSS)</i>	25
2.1.3.1 <i>Multiple Criteria Decision Making (MCDM)</i>	29
2.1.3.2 <i>Multi-Attribute Decision Making (MADM)</i>	30
2.1.3.3 <i>Simple Additive Weighting Method (SAW)</i>	32
2.1.3.4 <i>Weighted Product (WP)</i>	33
2.1.3.5 <i>Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution</i> <i>(TOPSIS)</i>	34
2.1.3.6 <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	35
2.1.4 Logika <i>Fuzzy</i>	40
2.1.4.1 Himpunan <i>Fuzzy</i>	41
2.1.4.2 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy (Membership Function)</i>	44
2.1.4.3 Operator Dasar Zadeh	44

2.1.5	<i>Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)</i>	45
2.1.5.1	<i>Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)</i>	47
2.1.6	<i>Big Data</i>	49
2.2	Penelitian Sebelumnya	51
2.2.1	Posisi Penelitian	58
METODE PENELITIAN		61
3.1	Tahapan Penelitian	61
3.2	Metode Perolehan dan Analisis Data	63
3.2.1	Data Primer	63
3.2.2	Data Sekunder	65
3.2.3	Uji <i>Consistency Ratio</i> (CR)	65
3.2.4	Analisis Data	66
3.2.4.1	Analisis Variansi	66
3.2.4.1	Analisis Tingkat Sensitivitas	66
3.3	Perhitungan Skala Prioritas	67
3.3.1	Penentuan Kriteria	67
3.3.2	Tingkat Kepentingan Setiap Kriteria (Hirarki Model)	69
3.3.3	Penggabungan hasil <i>Expert Judgement</i>	69
3.3.4	Penentuan Skala Prioritas	70
3.4	Aplikasi Web DSS Berbasis <i>Big Data</i>	70
3.4.1	Perancangan Database	70
3.4.3	Perancangan <i>web based DSS</i>	70
3.4.4	<i>Big Data Mining</i>	71
3.4.5	Analisis Sentimen	74
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		77
4.1.	Penentuan Batas Wilayah Studi Penelitian	77
4.2.	Kriteria dan Sub-kriteria yang digunakan dalam DSS	80
4.3.	Penyusunan Hirarki Model	81
4.3.1	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP	81
4.3.1.1	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: <i>Judgement</i> oleh Direktur Keterpaduan Infrastruktur Permukiman (Dir. KIP)	82
4.3.1.2	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: <i>Judgement</i> oleh Kasubdit Keterpaduan Pemrograman (Ksd. KP)	84

4.3.1.3	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: <i>Judgement</i> oleh Kasubdit Perencanaan Teknis Direktorat PSPAM (Ksd. PT).....	86
4.3.1.4	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: <i>Judgement</i> oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman I (Ks. KP-I).....	87
4.3.1.5	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: <i>Judgement</i> oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman II (Ks. KP-II).....	89
4.3.1.6	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: <i>Judgement</i> oleh Kasi Analisa Teknis Direktorat PSPAM (Ks. AT).....	90
4.3.1.7	Analisis Hasil Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP Dari Seluruh <i>Expert</i>	92
4.3.2	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP	94
4.3.2.1	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: <i>Judgement</i> oleh Direktur Keterpaduan Infrastruktur Permukiman	94
4.3.2.2	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: <i>Judgement</i> oleh Kasubdit Keterpaduan Pemrogramman	96
4.3.2.3	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: <i>Judgement</i> oleh Kasubdit Perencanaan Teknis Direktorat PSPAM.....	98
4.3.2.4	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: <i>Judgement</i> oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman I	100
4.3.2.5	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: <i>Judgement</i> oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman II.....	101
4.3.2.6	Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: <i>Judgement</i> oleh Kasi Analisa Teknis Direktorat PSPAM.....	103
4.3.2.7	Analisis Hasil Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP Dari Seluruh <i>Expert</i>	104
4.3.3	Analisis <i>Multi-Expert Judgement</i>	106
4.3.3.1	Menggabungkan hasil akhir bobot kepentingan setiap expert dengan Aritmatic Mean	110
4.3.3.2	Menggabungkan hasil akhir bobot kepentingan setiap expert dengan Geomatic Mean.....	112

4.3.3.3	Menggabungkan hasil kuesioner setiap expert dengan Aritmatic Mean kemudian menghitung bobot kepentingan	113
4.3.3.4	Menggabungkan hasil kuesioner setiap expert dengan Geomatic Mean kemudian menghitung bobot kepentingan	115
4.3.3.5	Analisis seluruh metode penggabungan.....	118
4.3.4	Bobot Kepentingan Sub-Kriteria.....	120
4.3.4.1	Bobot Kepentingan Sub-Kriteria dari Kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP).....	120
4.3.4.2	Bobot Kepentingan Sub-Kriteria dari Kriteria Kondisi Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD)	124
4.3.4.3	Bobot Kepentingan Sub-Kriteria dari Kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M).....	127
4.3.4.4	Bobot Kepentingan Sub-Kriteria dari Kriteria Presepsi Masyarakat Terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM)	130
4.3.5	Hirarki Model.....	130
4.4.	Penentuan Metode Perhitungan Skala Prioritas	135
4.4.1	Data Untuk Pengujian Menentukan Metode MADM Terbaik.....	136
4.4.2	Ranking Prioritas Dengan Metode SAW	139
4.4.3	Ranking Prioritas Dengan Metode WP	140
4.4.4	Ranking Prioritas Dengan Metode TOPSIS.....	142
4.4.5	Ranking Prioritas Dengan Metode AHP	143
4.4.6	Ranking Prioritas Dengan Metode FAHP.....	149
4.4.7	Analisis Sensitifitas Dari Setiap Metode.....	153
4.4.8	Metode Terbaik.....	163
4.5.	Pembangunan <i>Web-based Decision Support System</i> (WDSS).....	164
4.5.1	WDSS Prototipe dengan tiga kriteria	164
4.5.2	Pengumpulan Data	168
4.5.2.1	Data Kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP).....	168
4.5.2.2	Data Kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD).....	170
4.5.2.3	Data Kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M).....	171

4.5.2.4	Data Kriteria Presepsi Masyarakat Terhadap Akses Air Minum Layak Di Daerahnya (PM-AM).....	173
4.5.2.5	Sentiment Analysis Menggunakan WEKA.....	174
4.5.3	WDSS Untuk Seluruh Kriteria dan Sub-kriteria.....	181
KESIMPULAN DAN SARAN.....		185
5.1.	Kesimpulan	185
5.2.	Saran	186
DAFTAR PUSTAKA.....		189

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Akses air minum layak 1993 - 2016	2
Gambar 1.2 Sasaran 100-0-100 Direktorat Jenderal Cipta Karya.....	3
Gambar 2.1 Diagram alur SPPN	14
Gambar 2.2 Mekanisme Musrenbang DKI Jakarta Tahun 2019.....	16
Gambar 2.3 Proses Selesai Prasarana Air Minum	20
Gambar 2.4 Algoritma alternatif pemilihan jenis prasarana dan sarana SPAM.....	21
Gambar 2.5 Bentuk hierarki AHP.....	36
Gambar 2.6 Himpunan Crisp: MUDA, PAROBAYA, dan TUA	41
Gambar 2.7 Himpunan Fuzzy : MUDA, PAROBAYA, dan TUA	42
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian.....	61
Gambar 3.2 Tampilan Antar Muka Facepager 4.0.....	71
Gambar 3.3. Proses Add Nodes Untuk PDAM Kota Surabaya	72
Gambar 3.4. Proses Fetch Data Untuk PDAM Kota Surabaya.....	72
Gambar 3.5. Status Fetching Complete Untuk PDAM Kota Surabaya	73
Gambar 3.6. Proses Export Data Hasil Crawling Facebook PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.....	73
Gambar 3.7. Hasil Crawling Facebook PDAM Kota Surabaya.....	74
Gambar 4.1. Grafik Bobot Kepentingan Setiap Kriteria.....	93
Gambar 4.2. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan Judgement oleh Dir. KIP	96
Gambar 4.3. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan Judgement oleh Ksd. KP	97
Gambar 4.4. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan Judgement oleh Ksd. KT	99
Gambar 4.5. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan Judgement oleh Ks. KP-I.....	101
Gambar 4.6. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan Judgement oleh Ks. KP-II	102

Gambar 4.7. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan Judgement oleh Ks. AT	104
Gambar 4.8. Grafik Bobot Kepentingan Setiap Kriteria Dengan Metode FAHP	105
Gambar 4.9. Diagram Selisih Bobot Kepentingan Metode FAHP dengan Bobot Kepentingan Metode AHP	108
Gambar 4.10. Diagram Perbandingan Bobot Kepentingan Metode FAHP dan AHP dalam Perhitungan Bobot Dengan Penggabungan Seluruh Expert's Judgement Menggunakan Geomatic Mean.....	117
Gambar 4.11. Pohon Hirarki Model.....	134
Gambar 4.12. Fluktuasi Ranking Prioritas Enam Kab/Kota Sampe Dengan Lima Metode MADM.....	155
Gambar 4.13. Penjumlahan Skor Prioritas Dari Setiap Metode.....	156
Gambar 4.14. Fluktuasi Skor Prioritas dari Lima Metode MADM	158
Gambar 4.15. Syntax PHP Untuk Menyimpan Perubahan Data Kedalam Database.....	165
Gambar 4.16. Syntax PHP Mencari Nilai Min dan Max dari Kriteria.....	165
Gambar 4.17. Syntax PHP Perhitungan Skor Prioritas Dengan Metode SAW.....	166
Gambar 4.18. Hasil Uji Coba Syntax PHP Metode SAW	167
Gambar 4.19 Tampilan WDSS Hasil Ujicoba Dengan Tiga Kriteria	168
Gambar 4.20. Contoh Feeds Bermuatan Netral	175
Gambar 4.21. Format ARFF Standar WEKA pada Hasil Data Mining Facebook PDAM Kota Surabaya.....	176
Gambar 4.22. Open File Surabaya.arff pada WEKA.....	177
Gambar 4.23. Pemilihan Classifiers NaiveBayesMultinomialText	177
Gambar 4.24. Pemilihat Filter StringToWordVector Pada WEKA	178
Gambar 4.25. Attribut Per-Kata Hasil Filter StringToWordVector.....	178
Gambar 4.26. Pemilihan NaiveBayes Classifiers pada WEKA.....	179
Gambar 4.27. Hasil Klasifikasi Data Menggunakan Naïve Bayes Classifier	179
Gambar 4.28. Hasil Akhir WDSS Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum.....	182

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kebutuhan air minum berdasarkan jenis pemakaian	25
Tabel 2.2 Kebutuhan air minum berdasarkan jumlah penduduk	25
Tabel 2.3 Perbedaan MADM dan MODM	29
Tabel 2.4 Skala penilaian perbandingan berpasangan	37
Tabel 2.5 Skala penilaian perbandingan berpasangan O_i dan O_j	37
Tabel 2.6 Daftar Indeks Random Consistency	39
Tabel 2.7 Pairwise Comparison AHP dan FAHP	48
Tabel 2.8 Daftar Penelitian Sebelumnya.....	52
Tabel 3.1. Alamat dan Id Facebook dari PDAM 6 Kab/Kota Wilayah Studi	65
Tabel 3.2. Kriteria dan Sub-Kriteria Untuk DSS Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum.....	67
Tabel 4.1. Tiga Kota di Provinsi Jawa Timur Untuk Menjadi Wilayah Studi.....	77
Tabel 4.2. Kabupaten di Provinsi Jawa Timur Dengan Kategori KFD “Sangat Tinggi” ..	78
Tabel 4.3. Kabupaten di Provinsi Jawa Timur Dengan Kategori KFD “Tinggi” dan “Sedang”	79
Tabel 4.4 Matrik Pairwise Comparison dari kriteria, Judgement Oleh Dir. KIP	82
Tabel 4.5. Matrik Normalisasi dari kriteria, Judgement Oleh Dir. KIP	82
Tabel 4.6. Bobot Kepentingan Kriteria, Judgement Oleh Dir. KIP	83
Tabel 4.7. Matrik Pairwise Comparison dari kriteria, Judgement Oleh Ksd. KP	84
Tabel 4.8. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, Judgement Oleh Ksd. KP	85
Tabel 4.9. Matrik Pairwise Comparison dari kriteria, Judgement Oleh Ksd. PT.....	86
Tabel 4.10. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, Judgement Oleh Ksd. PT	86
Tabel 4.11. Matrik Pairwise Comparison dari kriteria, Judgement Oleh Ks. KP-I	87
Tabel 4.12. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, Judgement Oleh Ks. KP-I	88
Tabel 4.13. Matrik Pairwise Comparison dari kriteria, Judgement Oleh Ks. KP-II	89

Tabel 4.14. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, Judgement Oleh Ks. KP-II	89
Tabel 4.15. Matrik Pairwise Comparison dari kriteria, Judgement Oleh Ks. AT	91
Tabel 4.16. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, Judgement Oleh Ks. AT.....	91
Tabel 4.17. Sebaran Ranking Prioritas dari Kriteria.....	92
Tabel 4.18. Matrik TFN dari kriteria, Judgement Oleh Dir. KIP.....	94
Tabel 4.19. Rata - rata geometrik dari kriteria, Judgement Oleh Dir. KIP	94
Tabel 4.20. Bobot fuzzy relatif dari kriteria, Judgement Oleh Dir. KIP.....	95
Tabel 4.21. Nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, Judgement Oleh Dir. KIP.....	95
Tabel 4.22. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, Judgement Oleh Ksd. KP	97
Tabel 4.23. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, Judgement Oleh Ksd. KP	98
Tabel 4.24. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, Judgement Oleh Ks. KP-I.....	100
Tabel 4.25. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, Judgement Oleh Ks. KP-II	102
Tabel 4.26. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, Judgement Oleh Ks. KP-II	103
Tabel 4.27. Sebaran Ranking Prioritas Dari Kriteria Dengan Metode FAHP	105
Tabel 4.28. Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP dan AHP Seluruh Expert Bagian I.....	106
Tabel 4.29. Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP dan AHP Seluruh Expert Bagian II	106
Tabel 4.30. Ranking Prioritas Kriteria Berdasarkan Judgement Seluruh Expert Bagian I	107
Tabel 4.31. Ranking Prioritas Kriteria Berdasarkan Judgement Seluruh Expert Bagian II	107
Tabel 4.32. Perbandingan CR, Variansi dan Ranking Prioritas Metode FAHP dan Metode AHP	108

Tabel 4.33. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Aritmatic Mean Untuk Metode AHP	110
Tabel 4.34. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Aritmatic Mean Untuk Metode FAHP	111
Tabel 4.35. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Geomatic Mean Untuk Metode AHP	112
Tabel 4.36. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Geomatic Mean Untuk Metode FAHP	112
Tabel 4.37. Matrik Pairwise Comparison Gabungan Dengan Aritmatic Mean	114
Tabel 4.38. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Aritmatic Mean Menggunakan Metode AHP	114
Tabel 4.39. Matrik Pairwise Comparison Gabungan Dengan Geomatic Mean.....	115
Tabel 4.40. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Geomatic Mean Menggunakan Metode AHP	115
Tabel 4.41. Matrik Triangular Fuzzy Number (TFN) Gabungan Seluruh Expert's Judgement dengan Geomatic Mean.....	116
Tabel 4.42. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Geomatic Mean Menggunakan Metode FAHP	117
Tabel 4.43. Perbandingan Antar Metode Penggabungan Expert's Judgement	118
Tabel 4.44. Matrik Pairwise Comparison hasil penggabungan seluruh expert's judgement dengan Geomatic Mean Untuk Sub-Kriteria dari Kriteria PP-PP	121
Tabel 4.45. Matrik TFN hasil penggabungan dengan Geomatic Mean untuk sembilan Sub-kriteria dari kriteria PP-PP.....	122
Tabel 4.46. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari sembilan sub-kriteria PP-PP terhadap kriteria induknya	123
Tabel 4.47. Matrik Pairwise Comparison hasil penggabungan seluruh expert's judgement dengan Geomatic Mean Untuk Sub-Kriteria dari Kriteria TK-PD.....	125
Tabel 4.48. Matrik TFN hasil penggabungan dengan Geomatic Mean untuk sembilan Sub-kriteria dari kriteria PP-PP.....	126
Tabel 4.49. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari enam sub-kriteria TK-PD terhadap kriteria induknya	126
Tabel 4.50. Matrik Pairwise Comparison hasil penggabungan seluruh expert's judgement dengan Geomatic Mean Untuk Sub-Kriteria dari Kriteria KSE-M	128

Tabel 4.51. Matrik TFN hasil penggabungan dengan Geomatic Mean untuk sembilan Sub-kriteria dari kriteria KSE-M	129
Tabel 4.52. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari lima sub-kriteria KSE-M terhadap kriteria induknya.....	129
Tabel 4.53. Bobot Kepentingan Sub-kriteria dari Kriteria PP-PP terhadap Goal	131
Tabel 4.54. Bobot Kepentingan Sub-kriteria dari Kriteria TK-PD terhadap Goal	132
Tabel 4.55. Bobot Kepentingan Sub-kriteria dari Kriteria KSE-M terhadap Goal.....	133
Tabel 4.56. Pairwise Comparison dan Bobot Kepentingan Dari Kriteria: KFD, TKA dan ADR.....	136
Tabel 4.57. Data KFD, TKA dan ADR dari Kab/Kota Wilayah Studi.....	137
Tabel 4.58. Rentang Status KFD Kab/Kota di Indonesia	138
Tabel 4.59. Kategori Hasil Assessment Dokumen RISPAM.....	138
Tabel 4.60 Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode SAW.....	139
Tabel 4.61. Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode WP	141
Tabel 4.62. Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode TOPSIS	142
Tabel 4.63. Transformasi Status KFD menjadi Skala Saaty	143
Tabel 4.64. Matrik Pairwise Comparison dari Kategori Status KFD.....	144
Tabel 4.65. Bobot Kepentingan Dari Kategori Status KFD.....	145
Tabel 4.66. Intensitas kepentingan Status Kerawanan Air	145
Tabel 4.67. Matrik Pairwise Comparison dan Bobot Kepentingan dari Status Kerawanan Air Untuk Kriteria Tingkat Kerawanan Air (TKA)	146
Tabel 4.68. Intensitas kepentingan Status Dokumen RISPAM	146
Tabel 4.69. Matrik Pairwise Comparison dan Bobot Kepentingan dari Status Dokumen RISPAM Untuk Kriteria Assessment Dokumen RISPAM (ADR).....	147
Tabel 4.70. Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode AHP	148
Tabel 4.71. Matrik TFN Kategori Status KFD Dari Kriteria KFD	149
Tabel 4.72. Bobot Fuzzy Relatif, Nilai Hasil Defuzifikasi dan Bobot Kepentingan Dari Kategori KFD.....	150
Tabel 4.73. Bobot Fuzzy Relatif, Nilai Hasil Defuzifikasi dan Bobot Kepentingan dari Status Kerawanan Air Pada Kriteria TKA.....	150
Tabel 4.74. Bobot Fuzzy Relatif, Nilai Hasil Defuzifikasi dan Bobot Kepentingan dari Status Dokumen RISPAM Pada Kriteria ADR.....	151
Tabel 4.75. Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode FAHP	152

Tabel 4.76. Skor Prioritas dan Ranking Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum dengan Lima Metode pada 6 Kab/Kota Wilayah Studi	153
Tabel 4.77. Perbandingan Ranking Prioritas Tiap Metode Dengan Ranking Prioritas Dari Skor Prioritas Gabungan	157
Tabel 4.78. Skenario Analisis Sensitivitas Lima Metode MADM.....	159
Tabel 4.79. Daftar Skor dan Ranking Prioritas dari Hasil Uji Coba Sensitivitas	160
Tabel 4.80. Selisih Skor dan Perubahan Ranking Prioritas Kelima Metode MADM Berdasarkan Hasil Ujicoba	161
Tabel 4.81. Perbandingan Skor Prioritas Perhitungan Manual Dengan Perhitungan Sistem	167
Tabel 4.82. Data Enam Kab/Kota Wilayah Studi Untuk Kriteria PP-PP.....	169
Tabel 4.83. Data Enam Kab/Kota Wilayah Studi Untuk Kriteria TK-PD	170
Tabel 4.84. Data Enam Kab/Kota Wilayah Studi Untuk Kriteria KSE-M	172
Tabel 4.85. Hasil Data Mining Facebook PDAM 6 Kab/Kota Wilayah Studi	173
Tabel 4.86. Contoh Proses Pemberian Label Pada Feeds	175
Tabel 4.87. Contoh Proses Pengolahan Feeds Ganda / Berulang	176
Tabel 4.88. Prosentase Sentimen Negatif Dari Facebook PDAM 6 Kab/Kota Wilayah Studi	180
Tabel 4.89. Tingkatan Akurasi Text Data Mining	181

DAFTAR NOTASI

A'WOT	= SWOT + AHP
AHP	= <i>Analytic Hierarchy Process</i>
AMOS	= <i>Analysis of Moment Structures</i>
CI	= <i>Consistency Index</i>
CIPG	= <i>Center for Innovation Policy and Governance</i>
CR	= <i>Consistency Ratio</i>
DJCK	= Direktorat Jenderal Cipta Karya
DSS	= <i>Decision Support System</i>
FAHP	= <i>Fuzzy AHP</i>
FMADM	= <i>Fuzzy Multi Attribute Decision Making</i>
FTOPSIS	= <i>Fuzzy TOPSIS</i>
HDFS	= <i>Hadoop Distributed File System</i>
KL	= Kementerian / Lembaga
MADM	= <i>Multi Attribute Decision Making</i>
MCDM	= <i>Multiple Criteria Decision Making</i>
MODM	= <i>Multi Objective Decision Making</i>
PAD	= Pendapatan Asli Daerah
PUPR	= Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
RKP	= Rencana Kerja Pemerintah
RKPD	= Rencana Kerja Pemerintah Daerah
RPJM	= Rencana Pembangunan Jangka Menengah
RPJMN	= Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
RPJP	= Rencana Pembangunan Jangka Panjang
SAW	= <i>Simple Additive Weighting Method</i>
SEM	= <i>Structural Equation Model</i>
SIM	= Sistem Informasi Manajemen
SIM SPAM	= Sistem Informasi Manajemen Sistem Penyediaan Air Minum
SKPD	= Satuan Kerja Perangkat Daerah
SPAM	= Sistem Penyediaan Air Minum
SPK	= Sistem Pendukung Keputusan

SPPN	= Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional
SQL	= <i>Structured Query Language</i>
SWOT	= <i>Strength, Weakness, Oportunity, and Threats</i>
TFN	= <i>Triangular Fuzzy Number</i>
TOPSIS	= <i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
WDSS	= <i>Web-based Decision Support System</i>
WP	= <i>Weighted Product</i>
B	= Konstanta
Fmd	= faktor maksimum
Ka	= konstanta
P	= jumlah jiwa yang akan dilayani
P _n	= jumlah penduduk tahun ke-n
P ₀	= jumlah penduduk awal tahun
P ₁	= jumlah penduduk tahun pertama
P ₂	= jumlah penduduk tahun terakhir
Q _t	= kebutuhan air total dengan faktor kehilangan air
T _n	= tahun ke-n
T ₀	= tahun awal perencanaan
T ₁	= tahun pertama yang diketahui
T ₂	= tahun teakhir yang diketahui
n	= jumlah interval tahun
q	= kebutuhan air perorang perhari
r	= tingkat pertumbuhan

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan mendasar bagi masyarakat. Dalam kehidupan sehari-hari, kita memerlukan air untuk minum, mandi, cuci, masak, dan sebagainya (Tim penyusun Puskim KemenPU, 2011). Dalam dunia industri, air juga dibutuhkan untuk pencucian, pembilasan, perebusan, dan sebagainya. Hampir tidak ada aktifitas manusia, yang tidak memerlukan air.

Air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari, tentunya haruslah yang aman bagi manusia. Air yang aman untuk konsumsi masyarakat, hingga tahun 2010, terdiri dari dua jenis yakni air bersih dan air minum. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Sedangkan air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan langsung dapat diminum (Permenkes RI Nomor 416 Tahun 1990, 1990). Kemudian pada tahun 2010, lahir keputusan pemerintah yang menghapus istilah air bersih. Sehingga hanya dikenal satu istilah untuk air yang digunakan masyarakat untuk keperluan sehari-hari, yakni air minum. Air minum, dijelaskan dalam keputusan tersebut, adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Permenkes RI No. 492 tahun 2010, 2010).

Dalam perkembangannya, terdapat berbagai cara yang dilakukan masyarakat dalam memperoleh air minum. Melalui sambungan rumah dari PDAM, sumur bor yang memanfaatkan air tanah, hidran umum yang disediakan pemerintah, hingga cara tradisional seperti memanggul air dari mata air baku, dan lain sebagainya. Tentunya, tidak semua cara ini menghasilkan air minum yang layak digunakan oleh masyarakat.

Mengingat pentingnya akses air minum layak bagi masyarakat, tentunya memperkuat kewajiban pemerintah dalam menjamin ketersediaan air minum yang dapat memenuhi setiap segi kehidupan masyarakat. Sebagaimana di atur dalam Undang-undang RI Nomor 7 tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, bahwasanya Negara menjamin hak setiap orang untuk mendapatkan air bagi kebutuhan pokok minimal sehari-hari guna memenuhi kehidupannya yang sehat, bersih, dan produktif. Sayangnya, belum seluruh lapisan masyarakat memiliki akses terhadap air minum yang aman dan layak untuk kehidupan. Pada akhir tahun 2017 cakupan pelayanan air minum layak di Indonesia baru mencapai 72,04% (Susenas BPS, 2017). Dan pada akhir tahun 2018 meningkat sebesar 1,56% menjadi 73,6% (Kementerian PUPR, 2019). Jika dilihat dari tren cakupan pelayanan air minum dari tahun 1993 hingga tahun 2016 (perhatikan Gambar 1.1), dapat dilihat bahwa terjadi penurunan prosentase pelayanan sejak tahun 2014 dan kembali naik di tahun 2015. Hal ini kemungkinan diakibatkan oleh pertumbuhan jumlah penduduk atau penajaman sensus. Dari tahun 2015 ke tahun 2016 juga mengalami sedikit kenaikan. Namun kenaikan prosentase pelayanan ini kurang signifikan jika dibandingkan dengan target pemerintah dan pentingnya akses air minum layak bagi masyarakat. Kurang maksimalnya peningkatan pelayanan ini tentunya bukan tanpa sebab. Undang-undang otonomi daerah salah satu penyebabnya.



Gambar 1.1 Akses air minum layak 1993 - 2016
Sumber: www.kompasiana.com diakses tanggal 5 Mei 2019

Pemerintah telah membatasi tanggungjawab kepengurusan air minum menjadi tiga bagian. Pemerintah Pusat berwenang dalam hal penetapan pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) secara nasional serta pengelolaan dan pengembangan SPAM lintas daerah provinsi, dan SPAM untuk kepentingan strategis nasional. Pemerintah Daerah Provinsi bertanggungjawab terhadap pengelolaan dan pengembangan SPAM lintas daerah kabupaten/kota. Sedangkan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota memiliki kewenangan dalam pengelolaan dan pengembangan SPAM di daerah Kabupaten/Kota-nya masing-masing (Undang-undang Republik Indonesia nomor 23 tahun 2014, 2014).

Salah satu akibat negatif dari pembagian tanggung jawab ini adalah, tidak semua pemerintah daerah siap dan sanggup mengemban tanggung jawab terhadap pengelolaan dan pengembangan SPAM di daerah-nya. Daerah - daerah dengan Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang rendah, sangat kesulitan dalam memelihara dan mengembangkan SPAM di wilayahnya. Akibatnya masyarakat di daerah tersebut mengalami kesulitan dalam mengakses air minum.

Dalam upaya membantu daerah yang mengalami kesulitan dalam pemeliharaan dan pengembangan infrastruktur permukiman di daerah-nya, pemerintah pusat, dalam hal ini Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, telah menetapkan sasaran 100-0-100 dalam RPJMN 2015-2019 (Gambar 1.2). Sasaran ini meliputi terpenuhinya 100% aman air minum, 0% Kawasan kumuh, dan 100% akses sanitasi di tahun 2019 ini.



Gambar 1.2 Sasaran 100-0-100 Direktorat Jenderal Cipta Karya

Namun sangat disayangkan, dalam Rapat Kerja dengan Komisi V DPR-RI dengan agenda tindak lanjut temuan Badan Pemeriksa Keuangan (BPK) atas laporan keuangan Kementerian PUPR Semester I tahun 2018, Menteri PUPR, Basuki Hadimuljono, menyatakan “Dari 20 program di RPJMN yang menjadi tanggung jawab Kementerian PUPR, sebanyak 9 program akan tercapai, 8 dapat tercapai dengan kerja keras, sedangkan 3 program yang mungkin tidak akan tercapai.” Ketiga program yang akan sulit terpenuhi tahun 2019 yakni program akses air minum layak dengan target 100% dengan capaian tahun 2018 baru sekitar 72%, program akses sanitasi layak 100 % dengan capaian saat ini baru sekitar 62%, serta program untuk mengatasi backlog perumahan dan peningkatan kualitas rumah tidak layak huni menjadi layak huni (Berita PUPR, 30 Januari 2019; sumber : pu.go.id diakses 5 Mei 2019).

Kurang maksimalnya pencapaian akses air minum layak ini tentunya harus dijawab dengan reaksi yang tepat. Salah satunya adalah dengan mengembangkan model yang dapat memberikan arah prioritas pembangunan infrastruktur air minum. Model yang mempertimbangkan kondisi dari daerah - daerah tersebut serta persepsi kepuasan masyarakat terhadap pelayanan air minum di daerahnya, kemudian memberikan skala prioritas yang dapat digunakan oleh pemerintah sebagai panduan. Data - data kondisi suatu daerah, dapat diambil dengan memanfaatkan Badan Pusat Statistik (BPS) sebagai sumber data yang legal dan akurat. Sedangkan untuk dapat menggali data persepsi kepuasan masyarakat, tentunya diperlukan suatu proses pengambilan data. Permasalahan yang muncul adalah, bagaimana data persepsi masyarakat ini dapat diambil? Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan *social media*, yang dewasa ini amat deras penggunaannya. Hampir seluruh lapisan masyarakat saat ini, memiliki dan aktif menggunakan *social media*. Data yang terdapat dalam *social media*, sangat random dan tidak terstruktur. Data tipe ini sering pula disebut *Big Data*. Istilah *Big Data* mulai muncul sejak diperkenalkan oleh O'Reilly Media pada tahun 2005. Namun penggunaan dan kebutuhan untuk memahami data tersebut sebetulnya telah ada sejak jaman dulu (Aryasa, 2015 dalam Sirait, 2016). Data *social media* yang random dan tidak terstruktur ini akan disaring, untuk kemudian dimanfaatkan dalam mengukur persepsi kepuasan masyarakat terhadap akses air minum didaerahnya.

Dengan tujuan utama memberikan opsi arah prioritas pembangunan infrastruktur air minum kepada pemerintah, dengan turut mempertimbangkan persepsi kepuasan masyarakat, maka jawaban yang tepat untuk model yang harus dirancang adalah model *Decision Support System* (DSS) atau Sistem Pendukung Keputusan yang berbasis *Big Data*.

DSS adalah sistem yang dapat memberikan dukungan terhadap para pengambil keputusan, seperti direktur utama, direktur, manager, dan posisi strategis lainnya yang merupakan penentu keputusan. Dalam situasi keputusan dengan pertimbangan kriteria yang banyak dan kompleks (multi kriteria), DSS dapat memberikan alternatif prioritas keputusan. DSS sendiri tidak untuk sertamerta menggantikan posisi seseorang dalam mengambil keputusan. Keputusan akhir tentang pilihan mana yang diambil dari opsi yang diberikan DSS, tetap diambil oleh sang pemegang jabatan tersebut. (Turban dkk, 2005 dalam Faisol dkk, 2014).

Terdapat berbagai macam metode yang digunakan dalam pengembangan DSS. Beberapa metode tersebut diantaranya adalah: Tabel Keputusan (*Decision Table*), *Group Technology*, *Artificial Intelligent*, dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) (Faisol dkk, 2014). Pada kenyataannya, Dalam proses penentuan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum, akan berdasarkan banyak kriteria atau lazim juga disebut *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM). Diantara metode DSS yang disebutkan di atas, AHP termasuk metode yang menggunakan konsep MCDM.

Dalam MCDM terdapat beberapa metode yang sering digunakan, antara lain: *Simple Additive Weighting Method* (SAW), *Weighted Product* (WP), ELECTRE, *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Kusumadewi dkk, 2006). Dalam penyelesaian DSS dengan banyak kriteria, metode AHP lebih unggul dibandingkan metode lainnya. AHP sangat baik digunakan untuk mengatasi permasalahan pada pengambilan keputusan dan evaluasi yang memiliki banyak kriteria (Kusrini, 2007).

AHP dikembangkan oleh Dr. Thomas L. Saaty dari Wharton School of Business pada tahun 1970an yang berfungsi untuk mengolah informasi dan judgment dalam memilih alternatif yang paling disukai oleh sang penentu keputusan (Saaty, 1993 dalam Muntasar, 2011). Dengan menggunakan AHP, suatu

persoalan dapat dipecahkan dalam suatu kerangka berpikir yang terstruktur, kemudian diekspresikan dalam beberapa pilihan keputusan dengan berbagai tingkat efektifitas atas persoalan tersebut (Muntasar, 2011).

Banyak penelitian telah dilakukan dengan menerapkan metode AHP sebagai pendukung keputusan. Dan banyak pula yang telah membuktikan bahwa metode AHP memiliki kelemahan yakni belum mampu mengatasi permasalahan yang samar atau tidak pasti (Nur'aini, 2007 dalam Faisal dkk, 2014). Untuk mengatasi kelemahan metode AHP tersebut, seorang peneliti bernama Chang (1996) memperkenalkan suatu perpanjangan langsung dari metode AHP dengan memasukkan unsur - unsur matriks yang diwakili oleh bilangan *Fuzzy* (Faisal dkk, 2014). Metode ini kemudian dinamakan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) (Lu dkk, 2007 dalam Faisal dkk, 2014). Dengan mempertimbangkan banyaknya kriteria yang mungkin dimiliki, dan permasalahan yang terlihat samar dan tidak pasti, maka model DSS prioritas pembangunan infrastruktur air minum ini seharusnya paling tepat dirancang dengan metode FAHP. Namun demikian dalam proses penelitiannya akan dilakukan komparasi dengan metode - metode DSS lainnya sebagai upaya agar metode yang digunakan dalam model adalah benar - benar yang terbaik untuk permasalahan pada penelitian ini.

Setiap kriteria dan cara penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum yang selama ini digunakan oleh Kementerian PUPR akan dikumpulkan melalui wawancara kepada para pejabat terkait. Para pejabat ini dapat pula kita sebut *pakar/experts* karena merupakan para ahli di bidang pembangunan infrastruktur air minum ini. Kriteria - kriteria yang terkumpul, akan dikaji ulang dan ditambahkan satu kriteria tambahan: persepsi masyarakat. Kriteria tambahan ini diperlukan, karena di era *social media*, adalah amat penting mengetahui tingkat persepsi kepuasan masyarakat dalam memberikan pelayanan maksimal kepada masyarakat. Kriteria - kriteria ini akan menjadi dasar untuk menyusun kuesioner. Isi pertanyaan kuesioner disusun dengan mempertimbangkan tujuan utama yakni untuk menentukan urutan kriteria yang paling berpengaruh hingga yang paling sedikit pengaruhnya (struktur hierarki). Kuesioner disebar kepada para *experts* dan *stakeholders* terkait, dengan teknik *purposive sampling*. Teknik *sampling* dengan metode ini adalah dimana peneliti telah mengetahui siapa saja expert - expert yang

erat hubungannya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Hasil pengisian kuesioner ini akan diolah dengan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)* untuk menghasilkan bobot kepentingan setiap kriteria dengan sekaligus membandingkan kedua metode tersebut. Proses selanjutnya dilakukan perhitungan *consistency ratio (CR)* untuk mengukur konsistensi dari expert. Jika $CR \leq 0,1$, maka dinyatakan cukup konsisten dan bobot kepentingan kriteria valid untuk digunakan sebagai struktur hierarki model. Namun jika $CR > 0,1$, maka hasil kuesioner dinyatakan tidak konsisten dan hasil perhitungannya tidak dapat digunakan. Kuesioner akan disebar ulang kepada *expert* yang berbeda namun dengan kualitas *expert* yang minimal sepadan. Hasil perhitungan bobot kepentingan dari metode terbaik akan menjadi struktur hierarki model.

Setelah mendapatkan struktur hierarki model, selanjutnya dilakukan penentuan metode terbaik yang akan digunakan untuk perhitungan skala prioritas model. Pada tahap ini tidak seluruh kriteria yang terdapat dalam hirarki model digunakan. Terlebih dahulu digunakan tiga kriteria, yang ketiganya merupakan kriteria eksisting yang saat ini digunakan oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya. Ketiga kriteri tersebut adalah: Kapasitas Fiskal Daerah (KFD), Tingkat Kerawanan Air (TKA) dan Hasil Assessment Dokumen RISPAM (ADR). Data - data dari Kab/Kota yang menjadi wilayah studi yang terkait tiga kriteria tersebut akan dikumpulkan. Kemudian setiap Kab/Kota yang menjadi wilayah studi tersebut akan dihitung ranking prioritasnya berdasarkan data - data tersebut dengan menggunakan beberapa metode *Multi Attribut Decision Making (MADM)* dan *Fuzzy MADM*. Metode - metode yang akan dibandingkan antara lain: *Simple Additive Weighting (SAW)*, *Weighted Product (WP)*, *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)* dan *AHP* yang tergolong dalam kelompok *MADM* serta *FAHP* yang tergolong kedalam kelompok *Fuzzy MADM*. Perhitungan ini akan menghasilkan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum untuk Kab/Kota yang menjadi wilayah studi, dari setiap metode *MADM*. Untuk metode *AHP* dan *FAHP*, terlebih dahulu dilakukan perhitungan *consistency ratio (CR)*. Apabila $CR < 0.1$ maka metode dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya. Sedangkan apabila $CR \geq 0.1$ maka metode dinyatakan tidak valid untuk proses ini dan tidak

diikutsertakan dalam komparasi antar metode. Langkah selanjutnya adalah dilakukan komparasi antar metode untuk mendapatkan yang terbaik.

Effendy dkk (2015), melakukan penelitian Uji Sensitivitas Metode WP, SAW dan TOPSIS Dalam Menentukan Titik Lokasi Repeater internet Wireless. Hasil penelitian ini menghasilkan metode SAW sebagai yang paling sensitive terhadap kasus penentuan lokasi repeater internet wireless. Uji sensitivitas dilakukan untuk mendapatkan hasil perbandingan dari lebih dari satu metode dengan membandingkan tingkat sensitivitas dari setiap metode yang menjadi subyek penelitian, jika diterapkan dalam suatu kasus. Semakin sensitive suatu metode, maka akan semakin baik bagi kasus tersebut sehingga layak untuk menjadi pilihan. Dalam penelitian ini, metode dengan tingkat sensitivitas terbaik juga akan dipilih untuk digunakan dalam perhitungan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum. Struktur hirarki dari model, nilai - nilai keanggotaan dari setiap Kab/Kota terhadap kriteria yang ada, serta metode yang digunakan dalam menentukan bobot kepentingan kriteria dan metode untuk menghitung skala prioritas adalah arsitektur dari model yang telah terbangun.

Selanjutnya arsitektur model diterjemahkan menjadi coding dengan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL untuk menjadi suatu sistem yang dapat memberikan alternatif keputusan kepada pemegang keputusan. Sistem ini lazim juga disebut *Decision Support System* (DSS). DSS jika dibangun dalam bentuk web, lazim disebut dengan *web based DSS* (WDSS). Implementasi dari *web-based DSS* (WDSS) telah populer sejak era pertengahan tahun 90-an. Hal ini ditunjang dengan perkembangan teknologi internet yang pesat diseluruh dunia (Shim dkk, 2002 dalam Zhang dkk, 2015)). Pada prinsipnya, WDSS adalah DSS yang menggunakan platform web browser untuk akses internet atau intranet (Zhang dkk, 2015).

Tahap pertama dari pembangunan WDSS adalah merancang dan mengisi Database. Database dari aplikasi akan dirancang berdasarkan jumlah kriteria dan sub-kriteria yang dihasilkan. Kemudian dilakukan pengumpulan data dari setiap Kab/Kota yang menjadi wilayah studi berdasarkan setiap kriteria dan sub-kriteria yang digunakan. Data - data Kab/Kota ini akan mengacu kepada Norma, Standar, Peraturan ataupun Ketentuan yang berlaku saat penelitian ini dilakukan (Tahun 2019). Khusus untuk kriteria persepsi masyarakat, proses pengambilan data pada

kriteria ini menggunakan teknik *social media text data mining*. Proses pengambilan Big Data dari suatu alamat web biasanya disebut *crawling*. Facebook dan Twitter sendiri telah menyediakan fasilitas untuk *crawling* berupa APIs (*Application Programming Interface Streaming*) (Vidya, 2015 dan Santoso, 2019). Fasilitas *crawling* ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan *tools* Facepager. Sedangkan pengolahan *text data mining* nya sendiri sehingga menjadi sentiment analysis akan menggunakan *tools* WEKA. WEKA adalah software open source yang dikembangkan oleh University of Waikato, Selandia Baru. WEKA memiliki berbagai macam algoritma *machine learning* (Umadevi, 2014). Salah satu algoritma *machine learning* yang terdapat dalam WEKA adalah Naïve Bayes Classifier yang sangat berguna dalam proses pengolahan data text mentah dari *social media* menjadi informasi yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan pembangunan infrastruktur air minum.

Setelah proses perancangan database dan pengumpulan data selesai, selanjutnya dapat dilakukan proses pembangunan WDSS. Dalam WDSS ini terdapat dua modul utama, yakni modul input-update-delete data dari Kab/Kota dan modul perhitungan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum. Tahap selanjutnya adalah proses validasi model yang dilakukan dengan memanfaatkan skala prioritas yang sebelumnya telah dihitung. Dengan data Kab/Kota yang sama hasil akhir skor skala prioritas Kab/Kota akan dibandingkan antara hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan model WDSS. Apabila telah sama, maka model WDSS dinyatakan valid. Jika belum sama maka harus dilakukan verifikasi coding program WDSS hingga memenuhi uji validasi.

Hasil akhir yang diharapkan dari penelitian ini adalah Aplikasi yang dapat memberikan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum berdasarkan beberapa kriteria tertentu, yang diambil dari pengalaman dan informasi dari para *experts*, dengan turut mempertimbangkan tingkat persepsi kepuasan masyarakat daerah tersebut. Selain itu, aplikasi ini juga *user friendly*, serta mudah di akses kapanpun dan dimanapun selama terdapat koneksi internet.

Kedepannya diharapkan aplikasi ini menjadi cikal bakal terbangunnya sistem pengambilan keputusan yang didasarkan pada data yang akurat dan informasi yang relevan, bukan lagi berdasarkan intuisi, nilai, keyakinan atau asumsi. Pengambilan

keputusan dengan cara ini disebut juga *Data-Driven Decision Making* (Sirait, 2016). DSS Prioritas Pembangunan infrastruktur air minum ini diharapkan dapat menjadi DSS resmi dari Kementerian PUPR, yang tentunya akan dihosting dalam website resmi Kementerian PUPR. Dan diharapkan menjadi pemicu lahirnya DSS untuk prioritas penanganan serta pembangunan bidang-bidang lainnya seperti penanganan drainase, penanganan kawasan kumuh, penanganan persampahan, dan bidang-bidang keciptakaryaannya maupun bidang PUPR lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diharapkan dapat terjawab melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Kriteria apa saja yang digunakan dalam penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum?
- b. Bagaimana cara menggabungkan beberapa *expert judgement* menjadi satu kesatuan?
- c. Seperti apakah hirarki model yang dihasilkan?
- d. Metode apakah yang paling tepat untuk perhitungan skala prioritas dalam permasalahan penelitian ini?
- e. Bagaimana skala prioritas yang dihasilkan oleh model?

1.3 Batasan masalah

Penelitian ini memiliki keterbatasan sebagai berikut:

- a. Tidak membahas program kegiatan yang diperlukan daerah tersebut.
- b. Tidak membahas Rencana Anggaran Biaya (RAB).
- c. Meskipun hasil penelitian ini dapat dipakai untuk seluruh Kab/Kota di wilayah Republik Indonesia, penelitian ini menggunakan wilayah studi untuk pembahasannya, yakni enam Kab/Kota di Provinsi Jawa Timur yang terdiri dari: Kota Blitar, Kab. Kediri, Kab. Pacitan, Kota Surabaya Kab. Jember, dan Kota Batu. Proses pemilihan enam Kab/Kota yang menjadi wilayah studi ini dibahas dalam bab selanjutnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

- a. Menentukan kriteria apa saja yang digunakan dalam penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum.
- b. Menentukan metode terbaik untuk proses penggabungan seluruh *expert's judgement* hasil dari kuesioner dan metode terbaik untuk perhitungan hirarki model.
- c. Menghasilkan hirarki model untuk penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum.
- d. Menentukan metode terbaik untuk proses perhitungan skala prioritas model.
- e. Menghasilkan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum untuk Kab/Kota yang menjadi wilayah studi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Sebagai referensi dalam menentukan arah prioritas pembangunan infrastruktur air minum.
- b. Sebagai referensi bagi pemerintah dalam menerapkan DSS di lingkungan pemerintahan.
- c. Sebagai referensi bagi pemerintah dan seluruh kalangan dalam memanfaatkan teknologi *Big Data* di lingkungan masing – masing.
- d. Sebagai referensi dalam menerapkan *Data-Driven Decision Making* untuk mengambil keputusan pembangunan infrastruktur.
- e. Sebagai referensi dalam menjawab tantangan Revolusi Industri 4.0 dalam dunia pembangunan infrastruktur.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka dan Dasar Teori Yang Digunakan Dalam Penelitian

2.1.1 Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional (SPPN)

Pembangunan nasional diselenggarakan berdasarkan demokrasi dengan prinsip - prinsip kebersamaan, berkeadilan, berkelanjutan, berwawasan lingkungan, serta kemandirian dengan menjaga keseimbangan kemajuan dan kesatuan nasional. Sementara itu, perencanaan terhadap pembangunan nasional disusun secara sistematis, terarah, terpadu, menyeluruh, dan tanggap terhadap perubahan. Proses perencanaan dengan sistematika penyusunan yang kompleks ini kemudian disebut Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional. SPPN, berdasarkan UU-RI No. 25 Tahun 2004, bertujuan untuk:

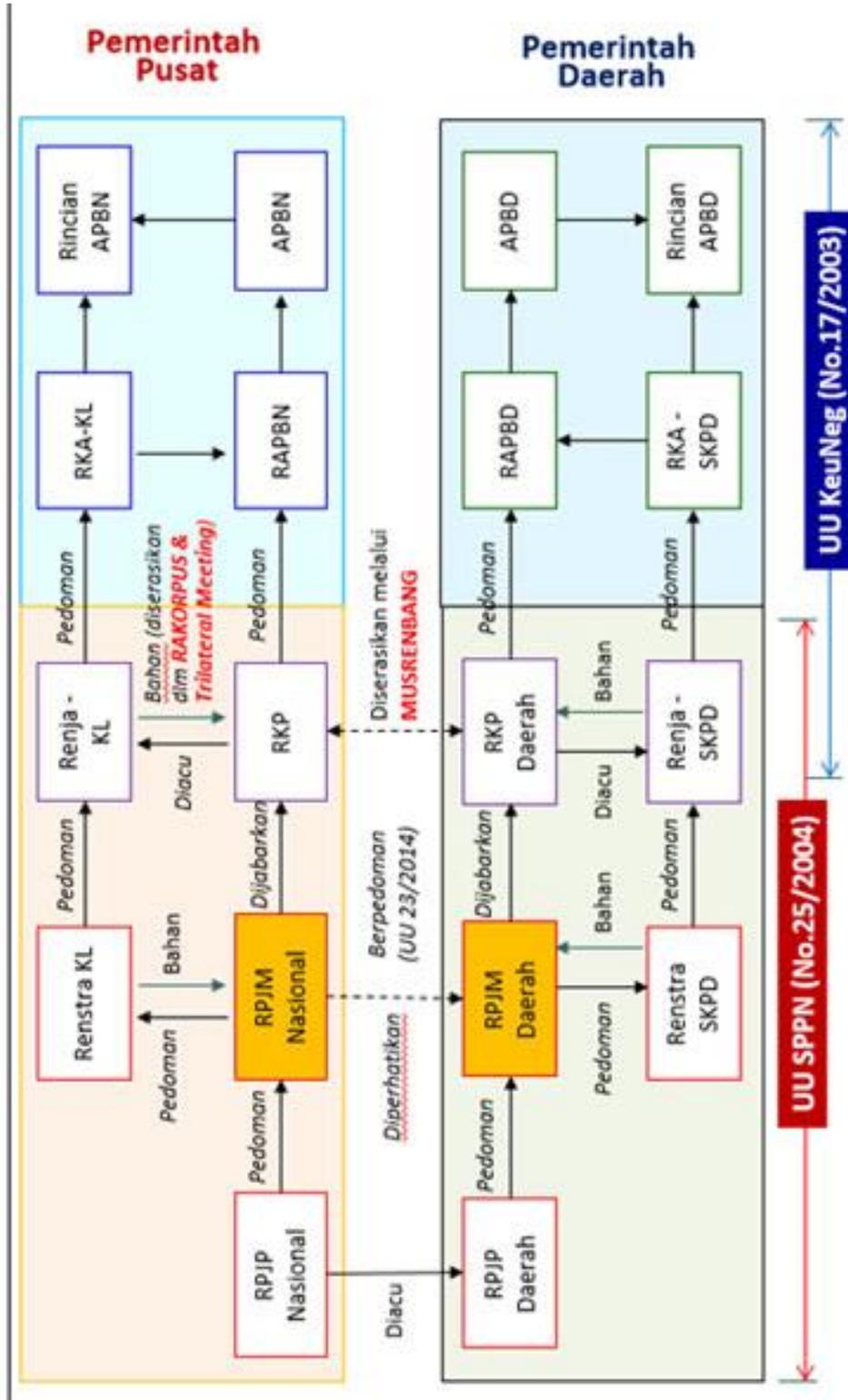
- a. Mendukung koordinasi antarpelaku pembangunan.
- b. Menjamin terciptanya integrasi, sinkronisasi, dan sinergi baik itu antar daerah, antarruang, antarwaktu, serta antarfungsi pemerintahan pusat dan daerah.
- c. Menjamin keterkaitan dan konsistensi antara perencanaan, penganggaran, pelaksanaan, dan pengawasan.
- d. Optimalisasi partisipasi masyarakat.
- e. Menjamin tercapainya penggunaan sumber daya yang efisien, efektif, adil, dan berkelanjutan.

Perencanaan pembangunan nasional terdiri dari perencanaan pembangunan yang disusun oleh Kementerian/Lembaga dan yang disusun oleh Pemerintah Daerah sesuai dengan kewenangannya masing - masing. Proses perencanaan ini menghasilkan (UU-RI No. 25 Tahun 2004):

- a. Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP).
- b. Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM).

c. Rencana Pembangunan Tahunan / Rencana Kerja Pemerintah (RKP).

Untuk lebih jelasnya mengenai SPPN ini, dapat melihat Gambar 2.1 Diagram Alur SPPN.



Gambar 2.1 Diagram alur SPPN
 Sumber : Petunjuk Teknis Penyusunan Program dan Anggaran DJCK, 2011

Di dalam diagram alir tersebut terdapat proses Musyawarah Perencanaan Pembangunan (Musrenbang). Musrenbang dilaksanakan secara berjenjang, mulai dari tingkat Dusun/RW, hingga tingkat kabupaten/kota dengan juga melibatkan Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) terkait. Musrenbang ini sangat mewakili keterlibatan masyarakat dalam pembangunan nasional. Pada tingkat Dusun/RW proses ini disebut Musrenbangdus atau disingkat Musdus. Tempat penyelenggaraan musyawarah harus berada diwilayah desa. (Permendesa No. 2 Tahun 2015). Semua warga dusun berhak sebagai peserta, dengan sekurang-kurangnya peserta dihadiri oleh : Kepala Desa/Lurah atau aparatur pemerintahan desa/kelurahan (sebagai narasumber dan tim monitoring), Kepala Dusun/Ketua RW dan pengurus, keterwakilan setiap RT, Kader pemberdayaan masyarakat seperti anggota BKM/LKM, LPMD, KPMD, dan kader-kader relawan lainnya, tokoh masyarakat/agama/pemuka adat setempat, perwakilan perempuan, Tokoh pemuda, Kader PKK/Posyandu, perwakilan kelompok masyarakat/profesi seperti petani, pelaku usaha, pedagang, bidan, dokter, guru, dan lain-lain yang ada di lingkungan dusun/RW setempat, dan juga perwakilan masyarakat miskin.

Selanjutnya laporan hasil Musdus dibuat dan dikumpulkan untuk setiap Dusun/RW ke Kelurahan untuk kemudian diteruskan ke Kecamatan kemudian Kabupaten/Kota sehingga aspirasi dari masyarakat dapat tersampaikan kepada Kepala Daerah Kabupaten/Kota. Untuk melihat lebih jelas hubungan Musrenbang dari level Dusun/RW hingga ke tingkat Kab/Kota dan Provinsi, dapat melihat Gambar 2.2.

2.1.2 Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) diselenggarakan untuk memberikan pelayanan kepada masyarakat dalam rangka pemenuhan hak rakyat atas air minum.

Garis besar tujuan penyelenggaraan SPAM (PP No. 122 tahun 2015) adalah:

- a. Tersedianya pelayanan air minum untuk memenuhi hak rakyat atas air minum.
- b. Terwujudnya pengelolaan dan pelayanan air minum yang berkualitas dengan harga yang terjangkau.
- c. Tercapainya kepentingan yang seimbang antara pelanggan dan BUMN, BUMD, UPT, UPTD, Kelompok Masyarakat, dan Badan Usaha.
- d. Tercapainya penyelenggaraan air minum yang efektif dan efisien untuk memperluas cakupan pelayanan air minum.

SPAM berdasarkan jaringan yang digunakan, di bagi menjadi 2 jenis (PP No. 122 Tahun 2015), yaitu:

- a. SPAM jaringan perpipaan

SPAM jaringan perpipaan diselenggarakan untuk memenuhi kepastian kualitas dan kuantitas air minum yang dihasilkan serta menjaga kontinuitas pengaliran air minum. Yang dimaksud dengan kuantitas adalah paling sedikit mencukupi untuk kebutuhan pokok air minum sehari - hari. Sedangkan kualitas air minum adalah sesuai dengan kualitas dalam peraturan perundang - undangan yang berlaku. Sedangkan elemen kontinuitas artinya adalah menjamin pengaliran selama 24 jam non-stop setiap harinya.

SPAM terdiri dari unit air baku, unit produksi, unit distribusi, dan unit pelayanan. Unit air baku merupakan sarana pengambilan dan/atau penyediaan air baku yang dilakukan berdasarkan izin yang didapatkan sesuai peraturan perundang - undangan yang berlaku serta wajib memperhatikan keperluan konservasi dan pencegahan kerusakan lingkungan hidup. Unit air baku, antar lain: bangunan penampung air, bangunan pengambilan/penyadapan, alat pengukuran dan peralatan

pemantauan, sistem perpompaan, bangunan sarana pembawa serta kelengkapannya.

Unit produksi adalah infrastruktur yang digunakan untuk proses pengolahan air baku menjadi air minum melalui berbagai proses yang diperlukan. Unit ini biasanya dilengkapi dengan sarana pengolahan lumpur sisa hasil pengolahan. Unit produksi diantaranya adalah: bangunan pengolahan dan perlengkapannya, perangkat operasional, alat pengukuran dan pemantauan, dan bangunan penampungan air minum.

Unit distribusi adalah sarana pengaliran air minum dari bangunan penampungan air minum hingga sampai ke unit pelayanan. Pengaliran ini pada umumnya dilakukan dengan 2 cara yakni: pemompaan atau gravitasi. Unit distribusi antara lain: jaringan distribusi dan perlengkapannya, bangunan penampungan, dan alat pengukuran dan pemantauan.

Unit pelayanan merupakan titik dimana masyarakat mendapatkan air minum. Unit ini dapat berupa sambungan langsung ke rumah - rumah masyarakat seperti Pipa PDAM, hidran umum dimana masyarakat datang dengan membawa peralatan pembawa air sendiri - sendiri, atau dapat juga berupa hidran kebakaran untuk pemadaman jika terjadi kebakaran. Unit pelayanan biasanya dipasang alat pengukuran berupa meteran air.

b. SPAM bukan jaringan perpipaan

SPAM bukan jaringan perpipaan terdiri dari:

- Sumur dangkal

Merupakan sarana untuk mengambil dan menampung air tanah yang digunakan sebagai sumber air baku untuk air minum.

- Sumur pompa

Sumur pompa adalah sumur yang berfungsi mendapatkan air baku untuk air minum dengan mengebor tanah hingga kedalaman tertentu yang terdapat air tanah. Air kemudian dihisap ke permukaan dengan menggunakan pompa air.

- Bak penampung air hujan

Bak penampung air hujan adalah bak yang dibuat dengan tujuan untuk menampung air hujan. Bak ini biasanya dilengkapi dengan saringan dan penutup untuk pengiriman kotoran dan pencegahan masuknya kotoran. Bak penampung air hujan dapat dibuat dengan skala individual maupun komunal.

- Terminal air

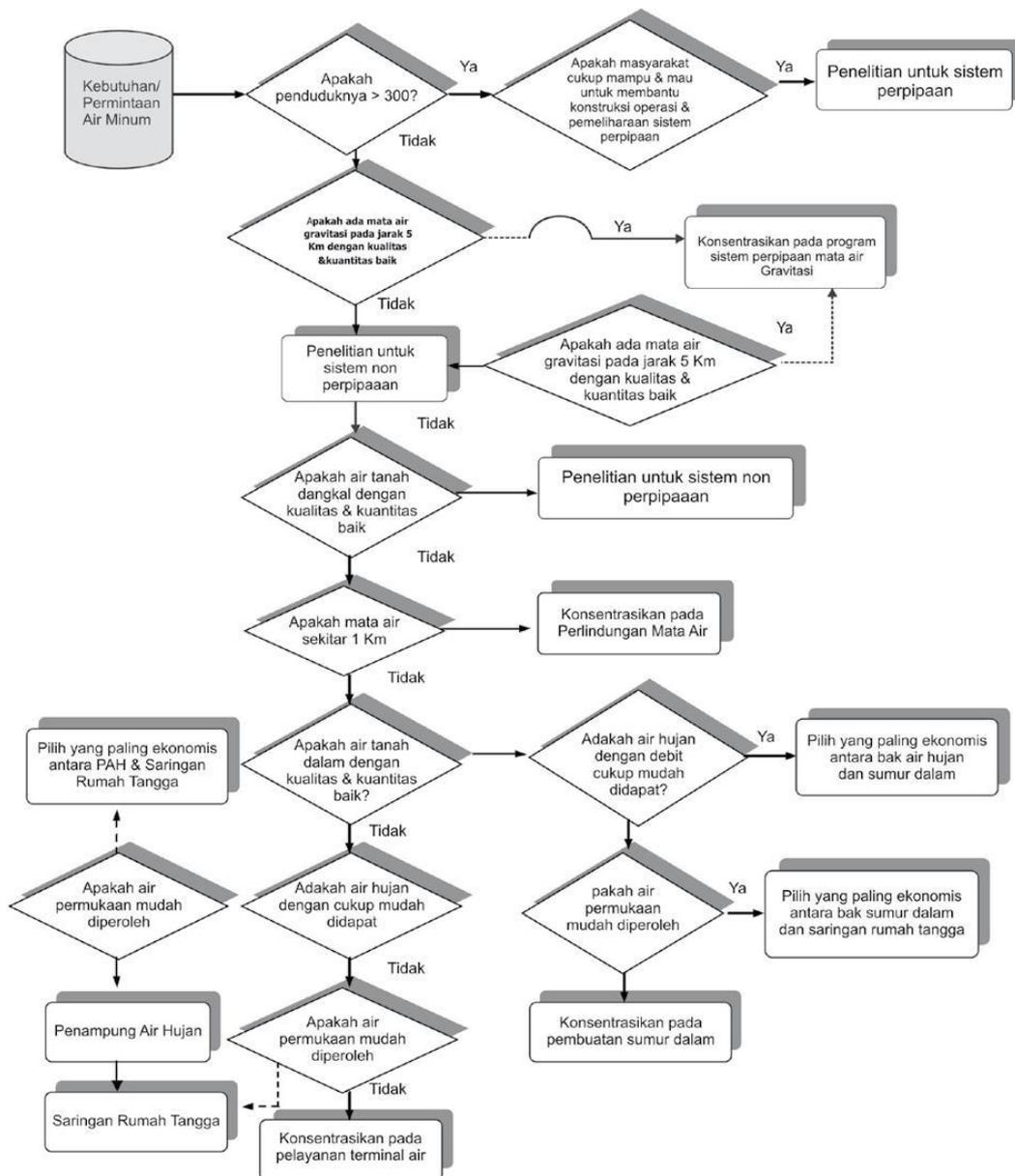
Terminal air adalah bak penampung air dengan skala komunal, yang ditempatkan di atas permukaan tanah atau pondasi, dan pengisiannya dilakukan dengan sistem distribusi dari mobil tangki air atau kapal tangki air. Sangat cocok untuk daerah kumuh, untuk masyarakat berpenghasilan rendah, atau untuk daerah terpencil yang tidak memiliki sumber air/ sulit air.

- Bangunan penangkap mata air

Bangunan ini merupakan infrastruktur yang dibangun dengan tujuan untuk mengumpulkan mata air dari sumbernya langsung kemudian menampungnya dan melindunginya dari pencemaran. Untuk akses masyarakat, pada salah satu bagian bangunan biasanya terdapat kran. Cocok untuk melayani masyarakat yang cukup dekat dengan mata air.

Berdasarkan dua kategori SPAM di atas beserta sub - sub kategorinya, penanganan SPAM di suatu daerah dapat berbeda - beda sesuai dengan kondisi daerah setempat. Pada tahun 2007, Kementerian PU (saat itu belum menjadi PUPR) telah membuat pohon keputusan dalam penentuan seleksi prasarana air minum yang akan dibangun di suatu daerah. Perhatikan Gambar 2.3 untuk melihat proses seleksi tersebut.

PU (2011) dengan menerbitkan Pedoman Pembangunan Sarana dan Prasarana Air Minum. Algoritma alternatif pemilihan jenis prasarana dan sarana SPAM dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Algoritma alternatif pemilihan jenis prasarana dan sarana SPAM (Tim Puslitbang KemenPU, 2011)

Algoritma sebagaimana pada Gambar 2.4 sebetulnya telah mempermudah pemerintah dalam menentukan infrastruktur SPAM yang paling tepat untuk dibangun pada suatu daerah. Namun demikian, dalam menetapkan skala prioritas

penanganan air minum tentunya tidak dapat dengan hanya melihat jenis sarana prasarana yang harus dibuat saja (*supply*). Tetapi harus juga ditelaah jumlah kebutuhan akan air minum pada daerah tersebut mencakup kebutuhan bagi rumah tangga sehari - hari (*demand*). Beberapa hal yang digunakan Kementerian PU dalam menentukan prioritas penanganan air minum adalah (Tim Penyusun Puslitbang Kementerian PU, 2011) antara lain:

- a. Sumber air yang ada saat ini.
- b. Jumlah pemakaian air saat ini, cara pengolahan dan pendistribusiaannya serta biaya yang dikeluarkan oleh masyarakat rumah tangga untuk setiap liter nya.
- c. Jumlah penduduk.
- d. Jarak pengambilan air saat ini.
- e. Survei topografi dari rencana penempatan SPAM dan daerah pelayanannya.
- f. Survei bahan bangunan lokal, yang meliputi: potensi dan mutu bahan bangunan lokal yang tersedia, kemudahan penyediaan dan pengangkutannya, biaya pengadaannya, dan bahan pendukung lainnya.
- g. Kualitas air baku, sesuai PP Nomor 82 Tahun 2001.

Beberapa perhitungan juga diperlukan untuk menentukan prioritas daerah pelayanan (Tim Penyusun Puslitbang Kementerian PU, 2011), diantaranya:

- a. Kepadatan penduduk

Kepadatan penduduk dapat dihitung dengan algoritma sebagai berikut:

- Tentukan tahun awal perencanaan dan cari data jumlah penduduk di tahun tersebut;
- Hitung prosentase pertambahan penduduk pertahunnya;
- Hitung pertambahan nilai penduduk sampai dengan akhir tahun perencanaan atau akhir tahun yang diinginkan. Pertambahan nilai penduduk dapat dihitung dengan metode Aritmatik, Geometrik, atau Requesi Eksponensial.

Persamaan Metode Aritmatik:

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o) \dots\dots\dots(2.1)$$

$$K_a = (P_2 - P_1) / (T_2 - T_1) \dots\dots\dots(2.2)$$

- Keterangan: P_n = jumlah penduduk tahun ke-n
 P_o = jumlah penduduk awal tahun
 T_n = tahun ke-n
 T_o = tahun awal perencanaan
 T_1 = tahun pertama yang diketahui
 T_2 = tahun teakhir yang diketahui
 P_1 = jumlah penduduk tahun pertama
 P_2 = jumlah penduduk tahun terakhir
 K_a = konstanta

Persamaan Metode Geometrik:

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots(2.3)$$

$$r = (P_n / P_o)^{1/n} - 1 \dots\dots\dots(2.4)$$

- Keterangan: P_n = jumlah penduduk tahun ke-n
 P_o = jumlah penduduk awal tahun
 n = jumlah interval tahun
 r = tingkat pertumbuhan

Persamaan Metode Requesi Eksponensial:

$$P_n = P_o \times e^{B(T_o - T_n)} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$B = \ln (P_2 : P_1) / (T_1 - T_2) \dots\dots\dots(2.6)$$

harga e ditetapkan = 2,71281828

- Keterangan: P_n = jumlah penduduk tahun ke-n
 P_o = jumlah penduduk awal tahun
 B = Konstanta
 T_o = tahun awal perencanaan
 T_n = tahun ke-n
 T_1 = tahun pertama yang diketahui
 T_2 = tahun teakhir yang diketahui

P1 = jumlah penduduk tahun pertama

P2 = jumlah penduduk tahun kedua

- Hitung kepadatan penduduk dengan persamaan:

$$\text{kepadatan penduduk} = \frac{\text{jumlah penduduk (jiwa)}}{\text{luas daerah terbangun (Ha)}} \dots(2.7)$$

b. Kebutuhan air total

Penghitungan kebutuhan air (Tim Penyusun Puslitbang Kementerian PU, 2011), dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Kebutuhan air total di hitung berdasarkan jumlah pemakai air yang telah ditentukan untuk beberapa tahun kedepan sesuai dengan kebutuhan;
- Kebutuhan rata - rata setiap pemakai, harus ditambahkan sebesar 20% sebagai faktor kebocoran air;
- Persamaan untuk menghitung kebutuhan air (Q_{md}) adalah:

$$Q = P \times q \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan : P = jumlah jiwa yang akan dilayani

q = kebutuhan air perorang perhari

$$Q_{md} = Q \times F_{md} \dots\dots\dots(2.9)$$

dengan : F_{md} = faktor maksimum (1,05 - 1,5)

Hitung kebutuhan air total (Q_t) dengan persamaan:

$$Q_t = Q_{md} \times 100/80 \dots\dots\dots(2.10)$$

dengan : Q_t = kebutuhan air total dengan faktor kehilangan air

c. Hubungan antara kebutuhan air dan jumlah penduduk

Dalam menjelaskan hubungan kebutuhan air dan jumlah penduduk, terdapat berbagai macam hasil analisis yang dapat digunakan. UNESCO (2002) menetapkan hak dasar manusia atas air sebesar 60 lt/org/hari. Kemendagri (Permendagri No. 23 tahun 2006) menetapkan standar kebutuhan pokok air minum juga sebesar 60 lt/org/hari. Sedangkan Departemen PU, Cipta Karya (1998) membagi kebutuhan air minum berdasarkan jenis pemakaian sebagaimana tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kebutuhan air minum berdasarkan jenis pemakaian

No	Jenis Pemakaian	Kebutuhan Air Minum
1	Sambungan Rumah	150 ltr/org/hr
2	Hidran Umum	30 ltr/org/hr
3	Sekolah	10 ltr/murid/hr
4	Kantor	10 ltr/pegawai/hr
5	Rumah Sakit	200 ltr/tt/hr
6	Puskesmas	2000 ltr/unit/hr
7	Pasar	12 m ² /hektar/hr
8	Restoran	100 ltr/kursi/hr
9	Hotel/ Penginapan	150 ltr/tt/hr

Kemudian Departemen Kimpraswil (2003) membagi kebutuhan air berdasarkan jumlah penduduk sebagaimana Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Kebutuhan air minum berdasarkan jumlah penduduk

Kategori Kota	Keterangan	Jumlah Penduduk (Orang)	Kebutuhan Air Minum (Ltr/Org/Hr)
1	Kota Metropolitan	Diatas 1 juta	190
2	Kota Besar	500000 s.d. 1 juta	170
3	Kota Sedang	100000 s.d. 500000	150
4	Kota Kecil	20000 s.d. 100000	130
5	Desa	10000 s.d. 20000	100
6	Desa Kecil	3000 s.d. 10000	60

2.1.3 *Decision Support System (DSS)*

DSS merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan, dan pemanipulasian data. DSS pada umumnya digunakan untuk membantu dalam pengambilan keputusan, baik di situasi yang semiterstruktur maupun pada situasi yang tidak terstruktur, di mana tidak ada satu orang pun yang mengetahui secara pasti bagaimana harus membuat keputusan berdasarkan kondisi tersebut. (Alter, 2002 dalam Kusrini, 2007).

DSS biasanya dibangun untuk mencari solusi dari suatu masalah atau dapat juga untuk mengevaluasi kemungkinan suatu peluang. DSS yang interaktif ini, lazim disebut Aplikasi DSS. Yakni, DSS yang menggunakan CBIS (*Computer*

Based Information Systems) sehingga bersifat fleksibel, interaktif, dan dapat beradaptasi. Aplikasi DSS dapat menggabungkan pemikiran dari para pengambil keputusan dengan data yang ada, untuk kemudian menyajikannya dalam *user interface* yang mudah dipahami. Meskipun dapat memberikan alternatif keputusan, DSS sendiri tidak dimaksudkan untuk mengambil alih proses penentuan keputusan menjadi otomatis. Tetapi DSS memberikan sang pengambil keputusan suatu perangkat sistem yang interaktif yang dapat menghasilkan berbagai analisis keputusan (Kusrini, 2007). Tujuan dari DSS sendiri adalah (Turban dkk, 2005 dalam Kusrini 2007):

- a. Membantu manajer, atau jabatan lainnya yang merupakan pengambil keputusan, dalam mengambil keputusan.
- b. Memberikan dukungan dalam mengambil keputusan, bukan menggantikan fungsi seorang pengambil keputusan.
- c. Meningkatkan efektivitas dari keputusan yang diambil.
- d. Mempercepat proses pengambilan keputusan, karena menggunakan komputer. Komputer memungkinkan para pengambil keputusan untuk melakukan berbagai komputasi pengambilan keputusan dengan waktu yang singkat.
- e. Meningkatkan produktifitas melalui pemberian keputusan yang paling optimal.
- f. Meningkatkan kualitas keputusan dengan kemungkinan banyaknya data yang dapat diakses komputer.
- g. Meningkatkan daya saing melalui keputusan – keputusan yang dapat menembus persaingan, seperti harga, kualitas, kecepatan, kustomasi produk, dan dukungan terhadap pelanggan.
- h. Mengatasi kelemahan otak manusia dengan keterbatasan kognitifnya dalam memproses dan menyimpan informasi (Simon, 1997 dalam Kusrini, 2007). DSS menyimpan kemampuan analisis dari para pakar kedalam komputer, sehingga menghilangkan faktor kesalahan akibat kesulitan mengingat atau menggunakan sebuah informasi.

DSS berdasarkan tingkat dukungan yang dapat diberikannya kepada pengambil keputusan dapat dibagi menjadi 6 (Kusrini, 2007), yaitu:

a. Retrieve Information Elements

Sistem dapat melakukan seleksi terhadap informasi yang ada, sehingga pengambil keputusan dapat melihat informasi yang ia butuhkan saja secara spesifik. Ini adalah dukungan terendah yang dapat diberikan oleh suatu sistem sehingga dapat dikelompokkan dalam DSS.

b. Analyze Entire File

Sistem dapat memberi pengambil keputusan suatu analisis file yang lengkap. Sehingga tidak hanya memberikan akses terhadap informasi spesifik saja, melainkan juga memiliki kemampuan analisis.

c. Prepare Reports from Multiple File

Sistem dapat menyiapkan laporan dari berbagai macam informasi dari berbagai aktifitas yang berbeda. Contoh dari tahap ini adalah laporan rugi laba, analisis penjualan yang terjadi per pelanggan, dan lain - lain.

d. Estimate Decision Consequences

Sistem dapat memperlihatkan dampak dari setiap kemungkinan keputusan yang diambil oleh sang pengambil keputusan. Misalkan dalam penentuan harga produk, pengambil keputusan dapat input berbagai variasi harga, dan sistem akan memberikan informasi mengenai apa yang akan terjadi atas keputusan tersebut. Dalam tahap ini, sistem tidak memiliki kemampuan untuk menentukan harga terbaik. Ia hanya sebatas memperlihatkan dampak yang akan terjadi.

e. Propose Decision

Dalam tahap ini, sistem telah dapat memberikan alternatif keputusan untuk dipertimbangkan oleh pengambil keputusan.

f. Make Decision

Tahap ini merupakan dukungan yang paling diharapkan dari suatu DSS dan merupakan dukungan paling maksimal. Sistem dapat memberikan sebuah keputusan yang hanya tinggal menunggu legitimasi dari sang pengambil keputusan untuk dijalankan.

Sedangkan keputusan sendiri dapat dikategorikan menjadi 3 jenis berdasarkan kestrukturannya (Kusrini, 2007), yaitu:

a. Keputusan Terstruktur

Keputusan ini dilakukan secara berulang - ulang dan bersifat rutin. Prosedurnya sangat jelas, dan biasanya dilakukan oleh manajemen tingkat bawah. Contohnya adalah keputusan kapan harus memesan barang. Keputusan ini biasanya sudah ada aturan yang jelas sehingga tidak memerlukan komputer dalam pengolahannya.

b. Keputusan Semiterstruktur

Keputusan ini cenderung memiliki dua sifat, yakni sebagian keputusan dapat ditangani oleh komputer, sedangkan sebagian lainnya tetap harus dilakukan oleh sang pengambil keputusan. Prosedur pengambilan keputusannya secara garis besar sudah ada, namun masih terdapat beberapa hal yang memerlukan kebijakan dari pengambil keputusan. Level keputusan ini biasanya dimiliki oleh pimpinan menengah dari suatu organisasi. Contohnya adalah penjadwalan produksi, pengendalian persediaan kantor yang efektif, dll.

c. Keputusan Tidak Terstruktur

Keputusan tipe ini memiliki penanganan yang rumit. Tidak terjadi secara berulang - ulang, dan menuntut berbagai pengalaman dan dari berbagai sumber eksternal yang relevan. Biasanya keputusan jenis ini, diputuskan oleh pimpinan puncak dari suatu organisasi. Contohnya adalah keputusan rekrutment eksekutif atas, keputusan bergabung dengan perusahaan lain, dan keputusan vital lainnya.

Mengingat luasnya arti keputusan, serta beragamnya dukungan yang dapat diberikan oleh DSS, hingga saat ini belum ada konsensus yang jelas mengenai apa sebenarnya DSS. Belum ada kesepakatan final tentang karakteristik standar suatu sistem dapat dikelompokkan dalam jenis DSS. Selama karakteristik dari sistem tersebut dapat memungkinkan para pengambil keputusan untuk membuat keputusan yang lebih baik dan lebih konsisten dalam satu cara yang dibatasi oleh waktu, maka sistem tersebut dapat disebut DSS (Turban dkk, 2005 dalam Kusrini, 2007).

2.1.3.1 *Multiple Criteria Decision Making (MCDM)*

Dalam pengambilan keputusan alternatif terbaik dengan beberapa kriteria tertentu, dikenal metode *Multiple Criteria Decision Making (MCDM)*. Kriteria ini dapat berupa suatu ukuran tertentu, aturan - aturan, atau standar dalam pengambilan suatu keputusan. MCDM sendiri dapat dibagi menjadi 2 (dua) model berdasarkan tujuannya (Zimmerman, 1991 dalam Kusumadewi dkk, 2006), yaitu:

1. *Multi Attribute Decision Making*

MADM digunakan dalam penyelesaian masalah - masalah yang memiliki ruang diskret. Pada prinsipnya MADM melakukan penilaian atau seleksi terhadap beberapa alternatif pilihan dengan jumlah terbatas.

2. *Multi Objective Decision Making*

MODM digunakan dalam penyelesaian masalah - masalah yang memiliki ruang kontinyu (contohnya adalah masalah pemrograman matematis).

Perbedaan yang mudah dipahami dari keduanya adalah, MADM menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif, sedangkan MODM merancang alternatif terbaik. Perhatikan Tabel 2.3 (Yoon, 1981 dalam Kusumadewi dkk, 2006) untuk lebih memahami perbedaan keduanya.

Tabel 2.3 Perbedaan MADM dan MODM

No	Faktor Pembeda	MADM	MODM
1	Definisi Kriteria	Atribut	Tujuan
2	Tujuan	Implisit	Eksplisit
3	Atribut	Eksplisit	Implisit
4	Alternatif	Diskret, dalam jumlah yang terbatas	Kontinu, dalam jumlah yang tak terbatas
5	Kegunaan	Seleksi	Desain

Sumber: Kusumadewi dkk, 2006

2.1.3.2 Multi-Attribute Decision Making (MADM)

Pada prinsipnya MADM memiliki 3 tahapan proses (Rudolphi, 2000 dalam Kusumadewi dkk, 2006), yang terdiri dari:

- a. penyusunan komponen – komponen situasi;
- b. analisis; dan
- c. sintesis informasi.

Dalam tahap penyusunan komponen, seluruh komponen situasi akan dikumpulkan untuk diolah menjadi berbentuk tabel taksiran yang berisi identifikasi alternatif dan spesifikasi tujuan, serta kriteria dan tribut. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan membuat daftar konsekuensi - konsekuensi yang mungkin dari alternatif yang telah teridentifikasi. Selain itu atribut - atribut yang akan digunakan juga di daftar.

Tahapan analisis memiliki 2 langkah. Pertama - tama dilakukan penilaian taksiran dari besaran yang potensial, kemungkinan dan ketidakpastian yang berhubungan dengan dampak - dampak yang mungkin dimiliki oleh setiap alternatif yang ada. Kemudian tahap kedua adalah pemilihan dari preferensi pengambil keputusan untuk setiap nilai dan ketidakpedulian terhadap risiko yang mungkin akan muncul. Pada langkah pertama, biasanya digunakan fungsi distribusi yang menyatakan probabilitas kumpulan atribut terhadap setiap alternatif. Sedangkan untuk langkah kedua, biasanya diselesaikan dengan menurunkan bobot atribut dan kriteria dengan fungsi utilitas atau penjumlahan terbobot.

Secara umum, model *Multi-Attribute Decision Making* (MADM) didefinisikan oleh Zimmerman (1991) dalam Kusumadewi dkk (2006) sebagai berikut:

Misalkan himpunan alternatif - alternatif keputusan adalah $A = \{a_i \mid i = 1, \dots, n\}$ dan himpunan tujuan yang diharapkan adalah $C = \{c_j \mid j = 1, \dots, m\}$, maka akan dihitung dan ditentukan alternatif X^0 yang memiliki derajat harapan tertinggi terhadap tujuan - tujuan yang relevan dengan harapan c yang berjumlah j (c_j). Definisi dari model tersebut dapat diselesaikan dengan 2 pendekatan, yaitu:

- a. melakukan agregasi terhadap keputusan - keputusan yang relevan terhadap semua tujuan pada setiap alternatif; dan

- b. melakukan perankingan setiap alternatif dari keputusan tersebut berdasarkan hasil agregasi keputusan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bawah masalah dari MADM adalah tentang bagaimana cara mengevaluasi alternatif A_i yang berjumlah m ($i = 1, \dots, m$) terhadap sejumlah kriteria atau atribut C_j berjumlah n yang mempengaruhi alternatif tersebut dimana setiap atribut tidak saling bergantung satu dengan yang lainnya. Matriks keputusan X dari setiap alternatif berjumlah m terhadap setiap atribut sejumlah n dapat digambarkan dengan perumusan:

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{pmatrix} \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana X_{ij} melambangkan rating kinerja X terhadap alternatif ke- i terhadap atribut ke- j . Sedangkan nilai bobot yang melambangkan tingkat kepentingan dari setiap atribut adalah W dengan persamaan:

$$W = \{W_1, W_2, \dots, W_n\} \dots\dots\dots (2.12)$$

Rating kinerja X dan nilai bobot setiap atribut W , merupakan nilai yang paling penting dalam MADM karena merepresentasikan preferensi absolut dari pengambil keputusan. Masalah MADM pada akhirnya diselesaikan dengan proses perankingan untuk memberikan pengambil keputusan sebuah alternatif terbaik yang dapat diambil berdasarkan nilai keseluruhan preferensi yang dimiliki (Yeh, 2002 dalam Kusumadewi dkk, 2006).

Dalam MADM terdapat berbagai macam metode yang dapat digunakan. Diantara metode tersebut (Kusumadewi dkk, 2006) adalah:

- a. *Simple Additive Weighting Method* (SAW).
- b. *Weighted Product* (WP).
- c. ELECTRE.
- d. TOPSIS.
- e. *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

2.1.3.3 Simple Additive Weighting Method (SAW)

Metode SAW dapat dijelaskan sebagai berikut (Kusumadewi dkk, 2006):

- a. Definisikan setiap atribut yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Definisi adalah antara atribut itu berkarakter cost (semakin kecil nilai pada atribut tersebut, semakin menjadi prioritas) atau benefit (semakin besar nilai pada atribut tersebut, semakin menjadi prioritas).
- b. Lakukan proses normalisasi dengan persamaan:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\text{Max}_i X_{ij}} \rightarrow \text{Jika } j \text{ adalah atribut benefit} \\ \frac{\text{Min}_i X_{ij}}{X_{ij}} \rightarrow \text{Jika } j \text{ adalah atribut cost} \end{cases} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

r_{ij} = rating kinerja ternormalisasi

i = alternatif

j = atribut

X_{ij} = Nilai dari alternatif ke- i atribut ke- j

$\text{Max } X_{ij}$ = Nilai paling tinggi dari X_{ij}

$\text{Min } X_{ij}$ = Nilai paling rendah dari X_{ij}

- c. Lakukan proses perkalian antara rating kinerja ternormalisasi (r_{ij}) yang telah didapatkan, dikalikan dengan weights (w_i) dari atribut. Proses ini memiliki persamaan sebagai berikut:

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

V_i = Bobot akhir alternatif

- d. Nilai V_i yang paling besar merupakan alternative dengan prioritas tertinggi diikuti dengan nilai dibawahnya hingga V_i yang terkecil.

2.1.3.4 *Weighted Product (WP)*

Langkah - langkah dari metode WP adalah sebagai berikut (Yoon, 1989 dalam Kusumadewi dkk, 2006):

- a. Definisikan setiap atribut yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Definisi adalah antara atribut itu berkarakter cost (semakin kecil nilai pada atribut tersebut, semakin menjadi prioritas) atau benefit (semakin besar nilai pada atribut tersebut, semakin menjadi prioritas).
- b. Lakukan pemangkatan nilai alternatif terhadap weights (w_j) dari atribut dengan persamaan:

$$S_i = \prod_{j=1}^n x_{ij}^{w_j}, \quad i=1,2,\dots,m \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan:

S_i = Preferensi dari alternatif

i = alternatif

j = atribut

X_{ij} = Nilai dari alternatif ke- i atribut ke- j

m = jumlah alternatif

n = jumlah atribut

dengan ketentuan jika atribut adalah cost maka x_{ij} dipangkatkan dengan $-(w_j)$, sedangkan jika atribut adalah benefit maka x_{ij} dipangkatkan dengan w_j .

- c. Kemudian lakukan proses normalisasi terhadap S_i dengan persamaan:

$$V_i = \frac{\prod_{j=1}^n x_{ij}^{w_j}}{\prod_{j=1}^n (X_j)^{w_j}}; \quad i=1,2,\dots,m \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

V_i = bobot akhir alternatif

- d. Nilai V_i yang paling besar merupakan alternative dengan prioritas tertinggi diikuti dengan nilai dibawahnya hingga V_i yang terkecil.

2.1.3.5 *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*

Metode TOPSIS memiliki langkah - langkah sebagai berikut (Kusumadewi dkk, 2006):

- a. Hitung rating kinerja setiap alternatif dengan melakukan normalisasi nilai setiap i-alternatif dari j-atribut (x_{ij}) terhadap akar dari penjumlahan kuadratnya dengan persamaan:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan:

r_{ij} = rating kinerja ternormalisasi

i = alternatif

j = atribut

m = jumlah atribut

- b. Lakukan perkalian r_{ij} dengan bobot dari atribut (w_j) untuk membentuk matrik bobot ternormalisasi (y_{ij}), persamaannya adalah:

$$y_{ij} = w_j \times r_{ij} \dots\dots\dots (2.18)$$

- c. Tentukan solusi ideal positif (A^+) dan solusi ideal negative (A^-) berdasarkan y_{ij} dengan persamaan:

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \dots\dots\dots (2.19)$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \dots\dots\dots (2.20)$$

Dengan ketentuan :

$$y_i^+ = \begin{cases} \max y_{ij} : \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \min y_{ij} : \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases}$$

$$y_i^- = \begin{cases} \max y_{ij} : \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya} \\ \min y_{ij} : \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \end{cases}$$

- d. Hitung jarak antara alternatif A_i dengan solusi ideal positif dengan persamaan:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan:

D_i^+ = Solusi ideal positif

n = jumlah atribut

- e. Hitung jarak antara alternatif A_i dengan solusi ideal negative dengan persamaan:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2} \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan:

D_i^- = Solusi ideal negatif

n = jumlah atribut

- f. Hitung bobot untuk setiap alternatif dengan persamaan:

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \dots\dots\dots (2.23)$$

- g. Nilai V_i yang paling besar merupakan alternative dengan prioritas tertinggi diikuti dengan nilai dibawahnya hingga V_i yang terkecil.

2.1.3.6 Analytic Hierarchy Process (AHP)

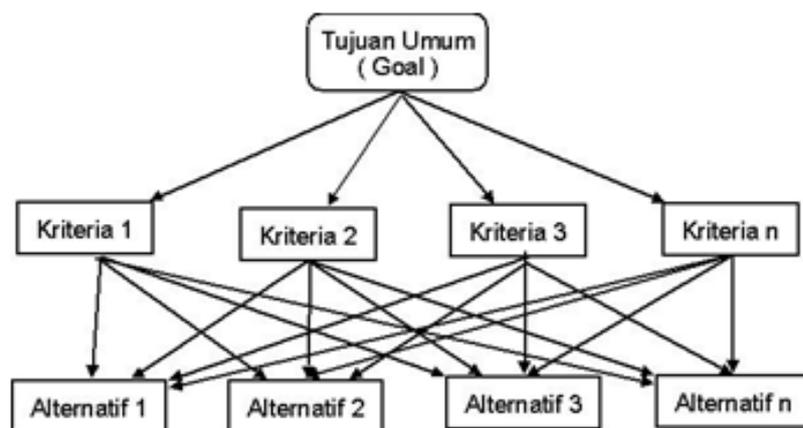
Proses pengambilan keputusan pada prinsipnya merupakan tata cara dalam memilih satu yang terbaik dari suatu kumpulan alternatif pilihan. Dalam hal tersebut AHP hadir dengan keunggulan dimana AHP memiliki peralatan utama berupa hierarki fungsional dengan input utamanya adalah persepsi manusia. Keberadaan hierarki sangat mendukung penyelesaian masalah yang kompleks atau tidak terstruktur dengan menyusunnya menjadi suatu bentuk hierarki (Kusrini, 2007).

2.1.3.6.1 Prinsip Dasar AHP

Prinsip - prinsip dasar AHP yang harus dipahami sebelum memulai penyelesaian masalah dengan AHP (Kusumadewi dkk, 2006) diantaranya adalah:

a. Hierarki

Sering disebut decomposition, karena AHP memecahkan atau membagi permasalahan yang kompleks menjadi unsur - unsur berbentuk hierarki pengambilan keputusan. Bentuk struktur decomposition dapat dibagi menjadi 3 tingkatan yaitu: tingkat pertama adalah tujuan keputusan (Goal), tingkat kedua adalah kriteria – kriteria, dan tingkat ketiga mewakili alternatif – alternatif. Perhatikan Gambar 2.5 untuk lebih memahami bentuk hierarki dari AHP.



Gambar 2.5 Bentuk hierarki AHP

b. Penilaian kriteria dan alternatif

Kriteria dan alternatif dinilai dengan menggunakan perbandingan berpasangan. Skala perbandingan berpasangan yang digunakan AHP, adalah skala 1 sampai 9. Skala ini merupakan yang terbaik untuk berbagai persoalan (Saaty, 1988 dalam Kusrini 2007). Skala penilaian perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Skala penilaian perbandingan berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Suatu elemen sedikit lebih penting dibandingkan elemen lainnya
5	Suatu elemen lebih penting dibandingkan elemen lainnya
7	Suatu elemen jelas lebih penting dibandingkan elemen lainnya
9	Suatu elemen sangat lebih penting dibandingkan elemen lainnya
2, 4, 6, 8	Nilai - nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan
Kebalikan	Jika elemen i mendapatkan satu angka dibanding elemen j, maka elemen j akan mendapatkan kebalikannya terhadap elemen i

Sumber: Kusrini, 2007

Misalkan O_i dan O_j adalah tujuan. Maka tabel skala perbandingan berpasangan dari contoh ini dapat dilihat pada Tabel 2.5 (Reenoiji, 2005 dalam Kusumadewi dkk, 2006).

Tabel 2.5 Skala penilaian perbandingan berpasangan O_i dan O_j

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	O_i dan O_j sama penting
3	O_i sedikit lebih penting dibandingkan O_j
5	O_i lebih penting dibandingkan O_j
7	O_i jelas lebih penting dibandingkan O_j
9	O_i sangat lebih penting dibandingkan O_j
2, 4, 6, 8	Nilai - nilai intermediate

Sedangkan matrik keputusannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$X = \begin{pmatrix} O_{11} & O_{12} & \dots & O_{1j} \\ O_{21} & O_{22} & \dots & O_{2j} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ O_{i1} & O_{i2} & \dots & O_{ij} \end{pmatrix} \dots\dots\dots(2.24)$$

c. *Synthesis of priority* (menentukan prioritas)

Setiap kriteria dan alternatif akan dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai - nilai perbandingan dari seluruh kriteria dan alternatif dapat disesuaikan dengan judgement yang diberikan oleh manusia, untuk menghasilkan bobot dan prioritas.

d. *Logical Consistency*

Konsistensi dimaksudkan dengan objek - objek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi nya. Dan tingkat hubungan antar objek juga didasarkan pada kriteria tertentu.

2.1.3.6.2 Prosedur AHP

Langkah - langkah dalam metode AHP dapat dijelaskan (Kusrini, 2007) sebagai berikut:

- a. Menyusun hierarki permasalahan dengan cara mendefinisikan masalah dan menemukan berbagai solusi yang diinginkan. Hierarki dimaksudkan untuk menetapkan tujuan yang merupakan sasaran akhir dari sistem.
- b. Menentukan tingkat prioritas setiap elemen dengan cara membuat perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) terhadap seluruh elemen secara berpasangan sesuai kriteria yang ada. Matriks perbandingan berpasangan diisi menggunakan bilangan untuk mewakili tingkat kepentingan dari suatu elemen terhadap elemen lainnya.
- c. Pertimbangan terhadap seluruh perbandingan berpasangan akan di sintesis untuk memperoleh tingkat prioritas dengan cara:
Menjumlahkan nilai yang ada pada setiap kolom matriks. Kemudian membagi setiap nilai kolom matriks dengan total kolom yang bersangkutan untuk memperoleh normalisasi matriks. Selanjutnya menjumlahkan nilai dari setiap baris dan dibagi dengan jumlah elemen untuk mendapatkan nilai rata - rata.
- d. Mengukur konsistensi dengan cara:
Mengkalikan setiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas relatif elemen pertama, dan nilai kolom kedua dengan prioritas relatif elemen kedua, dan seterusnya. Kemudian jumlahkan setiap baris dan bagi dengan elemen prioritas

relatif dari yang bersangkutan. Selanjutnya jumlahkan hasil bagi tersebut dengan jumlah elemen yang ada. Hasilnya disebut eigen (λ) maks;

- e. Hitung Consistency Index (CI) dengan persamaan:

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / n \dots\dots\dots(2.25)$$

dimana n = banyaknya elemen

- f. Hitung Consistency Ratio (CR) dengan persamaan:

$$CR = CI / IR \dots\dots\dots(2.26)$$

dimana IR = Indeks Random Consistency

daftar IR dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.6 Daftar Indeks Random Consistency

Ukuran Matriks	Nilai IR
1, 2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

- g. Jika CR sama dengan nol, maka hasil kuesioner expert dinyatakan konsisten. Jika CR kurang dari atau sama dengan 10% ($CR \leq 0,1$), maka dinyatakan cukup konsisten. Jika CR lebih dari 10% ($CR > 0,1$) maka penilaian dari *experts* (judgement) dinyatakan tidak konsisten sehingga harus diperbaiki.

$$CR \leq 10\% (0,1) = \text{Valid} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$CR > 10\% (0,1) = \text{Tidak valid} \dots\dots\dots(2.28)$$

- h. Selanjutnya seluruh rangkaian proses tersebut di atas dilakukan kembali untuk seluruh kriteria yang ditetapkan.

2.1.4 Logika *Fuzzy*

Logika *Fuzzy* telah dianggap sebagai salah satu komponen penting pembentuk *soft computing*. Logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Logika *Fuzzy* menggunakan teori himpunan *Fuzzy* sebagai dasar logika. Pada logika *Fuzzy*, derajat keanggotaan (*membership function*) sangat penting dan menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *Fuzzy* (Ross, 2005 dalam Kusumadewi dkk, 2010).

Logika *Fuzzy* sering juga dianggap sebagai kotak hitam (*black box*) yang menghubungkan antara input dan output (Gelley, 2000 dalam Kusumadewi dkk, 2010). Kotak hitam tersebut melambangkan cara atau metode yang digunakan dalam pengolahan input menjadi output dalam bentuk informasi yang berguna. Logika *Fuzzy* banyak digunakan karena berbagai alasan (Cox, 1994 dalam Kusumadewi dkk, 2010) antara lain:

- a. Memiliki konsep yang mudah dimengerti. Karena logika *Fuzzy* menggunakan teori himpunan *Fuzzy* sebagai dasar pemikiran, maka konsep matematis yang menjadi penalaran *Fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti secara matematis.
- b. Sangat fleksibel karena mampu beradaptasi dengan perubahan - perubahan dan ketidakpastian yang biasanya mengiringi suatu permasalahan.
- c. Toleransi besar terhadap data yang tidak tepat. Jika data yang dimiliki cukup homogen, dan kemudian beberapa data bersifat eksklusif, maka logika *Fuzzy* dapat menangani kondisi tersebut.
- d. Mampu memodelkan fungsi - fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
- e. Dapat mengaplikasikan pengalaman - pengalaman dari para pakar secara langsung tanpa iterasi training. Hal ini sering juga disebut *Fuzzy Expert System*.
- f. Mampu bekerjasama dengan teknik - teknik kendali yang konvensional terutama di bidang teknik mesin dan teknik elektro; dan
- g. Menggunakan bahasa alami yang sering digunakan sehari - hari sehingga mudah untuk dimengerti.

2.1.4.1 Himpunan *Fuzzy*

Kusumadewi dkk (2010), dalam bukunya berjudul Aplikasi Logika *Fuzzy* untuk Pendukung Keputusan, menjelaskan bahwa untuk memahami himpunan *Fuzzy* terlebih dahulu harus mempelajari himpunan yang berlawanan dengan himpunan *Fuzzy*, yakni himpunan tegas (crisp). Pada himpunan crisp, nilai keanggotaan suatu objek hanya memiliki 2 kemungkinan, yaitu:

- Bernilai 1, yang berarti objek tersebut adalah anggota himpunan crisp; dan
- bernilai 0, yang berarti objek tersebut adalah bukan anggota himpunan crisp.

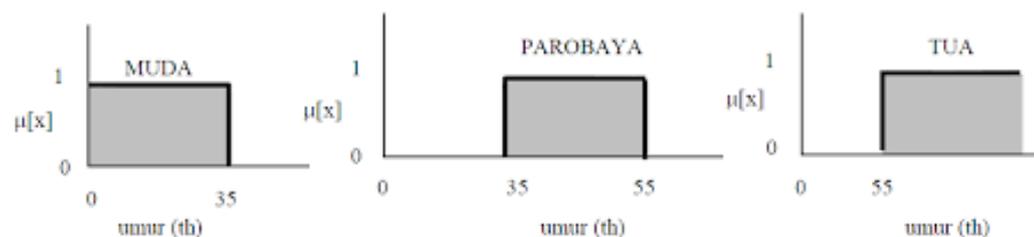
Misalkan variabel umur dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

MUDA untuk: usia < 35 tahun

PAROBAYA untuk: $35 \leq \text{usia} \leq 55$ tahun

TUA untuk: usia > 55 tahun

Himpunan crisp dari ketiga kategori tersebut diatas dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Himpunan Crisp: MUDA, PAROBAYA, dan TUA

Pada Gambar 2.6 dapat dilihat bahwa:

- Jika seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikategorikan dalam kelompok MUDA ($\mu_{\text{muda}}(34) = 1$).
- Jika seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikategorikan TIDAK dalam kelompok MUDA ($\mu_{\text{muda}}(35) = 0$).
- Jika seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikategorikan TIDAK dalam kelompok MUDA ($\mu_{\text{muda}}(35 \text{ th} - 1 \text{ hr}) = 1$).
- Jika seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikategorikan dalam kelompok PAROBAYA ($\mu_{\text{parobaya}}(35) = 1$).
- Jika seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikategorikan TIDAK dalam kelompok PAROBAYA ($\mu_{\text{parobaya}}(35 \text{ th} - 1 \text{ hr}) = 0$).

Dari contoh tersebut diatas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan himpunan crisp dalam pengelompokan usia sangatlah tidak adil. Karena perubahan sedikit saja (dalam contoh : 1 hari saja) dapat mengakibatkan perubahan keanggotaan kategori secara signifikan.

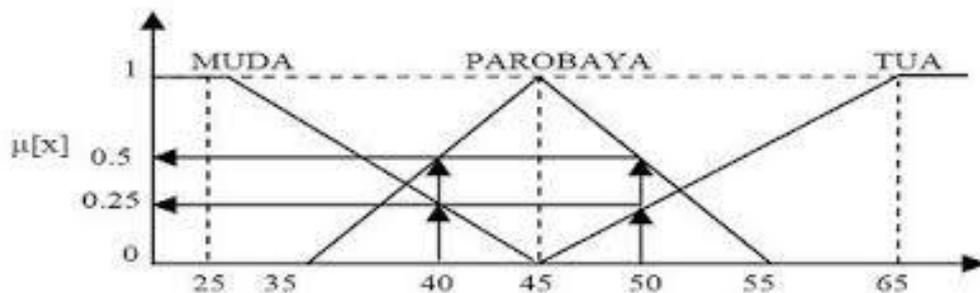
Untuk mengatasi kendala pada himpunan crisp, ditemukanlah himpunan *Fuzzy*. Pada himpunan *Fuzzy*, seseorang dapat masuk dalam keanggotaan 2 kategori yang berbeda. Seberapa besar keberadaannya dalam kategori tersebut ditentukan pada derajat keanggotaannya. Dalam himpunan *Fuzzy*, variabel umur dapat dibagi menjadi 3 kategori yang berbeda dengan himpunan crisp, misalnya :

MUDA untuk : $0 \leq \text{usia} \leq 45$ tahun

PAROBAYA untuk : $35 \leq \text{usia} \leq 55$ tahun

TUA untuk : $45 \leq \text{usia} \leq \infty$ tahun

Nilai keanggotaan dari himpunan *Fuzzy* ini dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Himpunan *Fuzzy* : MUDA, PAROBAYA, dan TUA

Pada Gambar 2.7 kita dapat melihat bahwa :

- Seseorang yang berusia 40 tahun, ia dapat masuk dalam kategori MUDA dengan nilai keanggotaan $\mu_{\text{muda}}(40) = 0.5$. Dan ia juga dapat masuk dalam kategori PAROBAYA dengan nilai keanggotaan $\mu_{\text{parobaya}}(40) = 0.5$; dan
- Seseorang berusia 50 tahun, ia dapat masuk dalam kategori PAROBAYA dengan nilai keanggotaan $\mu_{\text{parobaya}}(50) = 0.5$. Dan ia juga dapat masuk dalam kategori TUA dengan nilai keanggotaan $\mu_{\text{tua}}(50) = 0.25$;
- Pengelompokan usia dengan himpunan *Fuzzy* terlihat jauh lebih adil jika dibandingkan dengan himpunan crisp. Karena perbedaan kecil dari suatu objek

tidak mempengaruhi perbedaan kategori secara signifikan, melainkan terdapat suatu derajat keanggotaan kepada setiap kategori (Kusumadewi dkk, 2010).

Dalam rangka memahami lebih lanjut himpunan *Fuzzy*, kita perlu melihat atribut dari himpunan *Fuzzy* yang terdiri dari 2 (Kusumadewi dkk, 2010), yaitu:

a. Linguistik

Penamaan dengan bahasa alami untuk melambangkan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu. Contohnya: MUDA, PAROBAYA, TUA pada usia dan DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, PANAS pada temperature.

b. Numeris

Menunjukkan ukuran dari suatu variabel. Contohnya: 35 th, 40 th, 50 th pada usia dan 30°, 25°, 15° pada temperature.

Selain itu, dalam memahami sistem *Fuzzy*, beberapa hal yang harus diketahui antara lain adalah:

a. Variabel *Fuzzy*

Merupakan variabel yang menjadi topik pembahasan dalam sistem *Fuzzy*. Contohnya: umur, temperature, dsb.

b. Himpunan *Fuzzy*

Suatu kelompok yang mewakili kondisi atau keadaan tertentu dalam variabel *Fuzzy*. Contohnya: dalam variabel umur, himpunan *Fuzzy* terbagi menjadi: MUDA, PAROBAYA, dan TUA.

c. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah nilai - nilai yang boleh dioperasikan dalam suatu variabel *Fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan bilangan real yang secara monoton selalu bertambah dari kiri ke kanan. Contohnya: semesta pembicaraan variabel umur: $[0 +\infty]$, semesta pembicaraan variabel temperature: $[0 40]$, dsb.

d. Domain

Domain dalam himpunan *Fuzzy* merupakan keseluruhan nilai yang diizinkan semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan kategori. Contohnya: pada variabel umur dengan semesta pembicaraan: $[0 +\infty]$ domainnya adalah:

MUDA = [0 45]
 PAROBAYA = [35 55]
 TUA = [45 +∞]

2.1.4.2 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy* (*Membership Function*)

Fungsi keanggotaan dalam *Fuzzy* menunjukkan suatu kurva pemetaan titik - titik input data kedalam derajat keanggotaannya dengan interval 0 sampai dengan 1. Cara terbaik yang dapat digunakan untuk menggambarkan derajat keanggotaan *Fuzzy* ini adalah dengan pendekatan fungsi. Terdapat beberapa fungsi yang dapat digunakan (Kusumadewi, 2010):

- a. representasi linear;
- b. representasi kurva segitiga;
- c. representasi kurva trapezium;
- d. representasi kurva bentuk bahu;
- e. representasi kurva-S; dan
- f. representasi kurva bentuk lonceng (*Bell Curve*).

Dalam *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* digunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) yang memanfaatkan representasi kurva segitiga.

2.1.4.3 Operator Dasar Zadeh

Logika *Fuzzy* memiliki 3 operator dasar yang diciptakan oleh zadeh (Cox, 1994 dalam Kusumadewi dkk, 2010), yaitu:

- a. Operator AND

Operator ini berfungsi untuk interseksi pada 2 himpunan yang berbeda dengan mengambil nilai derajat keanggotaan yang terkecil antar elemen himpunan yang bersinggungan. Persamaannya adalah:

$$\mu_{A \cap B} = \min (\mu_A(x), \mu_B(y)) \dots\dots\dots(2.29)$$

b. Operator OR

Operator ini berfungsi untuk union pada 2 himpunan yang berbeda dengan mengambil nilai derajat keanggotaan yang terbesar antar elemen himpunan yang bersinggungan. Persamaannya adalah:

$$\mu_{A \cup B} = \max (\mu_A(x), \mu_B(y)) \dots(2.30)$$

c. Operator NOT

Operator ini berfungsi untuk operasi komplemen pada suatu himpunan dengan mengambil nilai derajat keanggotaan hasil pengurangan nilai keanggotaan tertinggi = 1 terhadap himpunan yang menjadi komplemennya. Persamaannya adalah:

$$\mu_{\neg A(x)} = 1 - \mu_A(x) \dots\dots\dots(2.31)$$

2.1.5 *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*

Metode - metode MADM klasik seperti SAW, ELECTRE, TOPSIS, dan AHP memiliki beberapa kelemahan antara lain :

- a. Tidak cukup efisien dalam menyelesaikan permasalahan pengambilan keputusan yang melibatkan data - data dengan karakteristik tidak pasti atau tidak jelas (Zhang, 2005 dalam Kusumadewi dkk, 2006).
- b. Keputusan akhir biasanya diekspresikan dengan bilangan riil, sehingga tahap perankingan menjadi kurang mewakili beberapa permasalahan tertentu dan penyelesaian permasalahannya juga hanya terpusat pada tahap agregasi (Zimmermann, 1991 dalam Kusumadewi dkk, 2006).

Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mengatasi kelemahan - kelemahan dari MADM klasik tersebut adalah dengan menggunakan teori logika *Fuzzy* dalam MADM, atau yang kemudian disebut juga *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)* (Zhang, 2005 dalam Kusumadewi dkk, 2006). Dengan menggunakan himpunan *Fuzzy*, maka masalah yang mengandung ketidakpastian dapat teratasi.

Secara umum, FMADM dibagi menjadi 2 tipe berdasarkan tujuannya (Simoes-Marques, 2000 dalam Kusumadewi dkk, 2006) yakni:

- a. menyeleksi alternatif dengan atribut (kriteria) yang memiliki ciri - ciri terbaik; dan
- b. mengklasifikasi setiap alternatif berdasarkan peran tertentu.

Sedangkan untuk menjalankan penyelesaian masalah menggunakan FMADM, pada umumnya dibutuhkan 2 tahap (Kusumadewi dkk, 2006), yaitu:

- a. Membuat rating untuk seluruh alternatif yang digunakan berdasarkan agregasi derajat kecocokan seluruh kriteria; dan
- b. Merangking seluruh alternatif untuk mendapatkan alternatif dengan ranking terbaik. Terdapat 2 metode yang digunakan dalam proses ini:

- Metode de*Fuzzy*

Dilakukan dengan membuat bentuk crisp dari bilangan *Fuzzy*. Proses perangkingan berdasarkan pada bilangan crisp tersebut. Model ini mudah untuk diimplementasikan namun berpotensi menghilangkan beberapa informasi terutama yang menyangkut ketidakpastian.

- Metode relasi preferensi *Fuzzy*

Penggunaan relasi preferensi *Fuzzy* lebih menjamin melekatnya ketidakpastian yang ada pada bilangan *Fuzzy* hingga ke proses perangkingan (Lee, 2003 dalam Kusumadewi dkk, 2006).

Dasar metode FMADM terdapat pada model awal yang dikembangkan oleh Yager (1978) dan oleh Baas dan Kwakernaak (1977). FMADM model Yager merupakan bentuk standar dari FMADM, sedangkan model Baas dan Kwakernaak bukan merupakan bentuk standar namun konsepnya sering digunakan beberapa peneliti untuk mengembangkan FMADM lebih jauh.

Selain model standar Yager, cara lain yang dapat digunakan dalam penyelesaian masalah FMADM adalah dengan memanfaatkan metode MADM klasik (seperti SAW, WP, TOPSIS, ELECTRE, atau AHP). Data yang berbentuk *Fuzzy* terlebih dahulu dikonversi menjadi data crisp kemudian perangkingan dilakukan dengan metode MADM klasik (Chen, 1992 dalam Kusumadewi dkk, 2006). Bila data *Fuzzy* dalam bentuk linguistic, maka data tersebut harus dikonversi terlebih dahulu ke bentuk bilangan *Fuzzy* untuk kemudian dikonversi lagi menjadi

bilangan crisp dan barulah dapat diselesaikan dengan klasik MADM. Salah satu contoh penyelesaian FMADM dengan MADM klasik adalah *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP) yang memiliki semua kelebihan - kelebihan penyelesaian masalah multi-kriteria dari AHP dan kelebihan penyelesaian ketidakpastian yang dimiliki oleh *Fuzzy Logic*.

2.1.5.1 *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP)

Penelitian pertama mengenai FAHP dilakukan oleh Van Laarhoven dan Pedrycz (1983) yang membandingkan rasio *Fuzzy* yang dijelaskan oleh *membership function* bentuk segitiga. Kemudian Buckley (1985) melakukan penelitian yang serupa namun dengan menggunakan *membership function* bentuk trapesium. Selanjutnya Stam dkk (1996) berhasil mengeksplorasi suatu teknik kecerdasan buatan untuk memperkirakan nilai persepsi manusia dalam AHP. Mereka menyimpulkan bahwa *Feed-Forward Neural Network* (FFNN) tampaknya akan menjadi alat yang *powerful* dalam analisis masalah keputusan yang bersifat multi-kriteria dengan persepsi manusia (*judgement*) yang tidak pasti atau *Fuzzy*. Setelah itu, barulah Chang (1996) muncul dengan memperkenalkan pendekatan baru untuk mengatasi AHP yang memiliki *judgement* yang bersifat *Fuzzy*, yakni dengan menggunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dalam tahapan *pairwise comparison* dari AHP (Demirel dkk, 2017).

Secara umum, tahapan dalam FAHP menggunakan metode *geometric mean* milik buckley (Ayhan, 2013 dan Onay dkk., 2016) adalah sebagai berikut:

- a. Memasukkan bilangan *fuzzy* kedalam sembilan level Saaty's *pairwise comparison*. Bilangan *fuzzy* dimasukkan dengan mentransformasi skala saaty menjadi skala *triangular fuzzy number* (TFN). Untuk lebih memahami skala TFN dari bilangan *fuzzy* dalam *pairwise comparison*, dapat melihat Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Pairwise Comparison AHP dan FAHP

Skala AHP	Keterangan	Fuzzy Number dan TFN-nya
1	Kriteria sama yang bertemu dalam matriks	T1 (1, 1, 1)
1	Kedua elemen sama pentingnya	T1 (1, 1, 2)
3	Suatu elemen sedikit lebih penting dibandingkan elemen lainnya	T3 (2, 3, 4)
5	Suatu elemen lebih penting dibandingkan elemen lainnya	T5 (4, 5, 6)
7	Suatu elemen jelas lebih penting dibandingkan elemen lainnya	T7 (6, 7, 8)
9	Suatu elemen sangat lebih penting dibandingkan elemen lainnya	T9 (8, 9, 9)
2, 4, 6, 8	Nilai - nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	T2 (1, 2, 3) T4 (3, 4, 5) T6 (5, 6, 7) T8 (7, 8, 9)
Penerapan dalam nilai kebalikan (Contoh Skala 3):		
1/3	Nilai kebalikannya	T1/3 (1/4, 1/3, 1/2)

Sumber: Rouyendegh dkk, 2012, Ramirez-Florez dkk, 2017, dalam Bello dkk, 2018

- b. Menghitung nilai rata - rata geometrik untuk setiap l (low), m (medium), u (upper) dari TFN. Perhitungan dilakukan suatu kriteria dengan seluruh *comparison*-nya. Lakukan untuk seluruh kriteria yang ada. Nilai rata - rata geometric dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^n d_{ij} \right)^{1/n}, \quad i = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots(2.32)$$

- c. Kemudian hitung tingkat kepentingan *Fuzzy* dari setiap kriteria, dengan menjumlahkan seluruh rata - rata geometric untuk mendapatkan vektor jumlah dari setiap TFN. Selanjutnya dapatkan nilai kekuatan vektor penjumlahan yang merupakan nilai invers dari vektor jumlah. Langkah berikutnya adalah mengubah urutan dari nilai kekuatan vektor penjumlahan untuk menjadi nilai *increasing order*. Tingkat kepentingan fuzzy adalah hasil perkalian dari setiap rata - rata geometric dengan *increasing order*-nya untuk menghasilkan *relative fuzzy weights* yang

memiliki tiga nilai yakni *low-weight (lw)*, *middle-weight (mw)* dan *upper-weight (uw)*.

- d. Karena tingkat kepentingan *Fuzzy* adalah masih berupa bilangan *Fuzzy* triangular, maka perlu dicari nilai *crisp*-nya. Carilah nilai *crisp* dengan menggunakan metode *Center of Area* (rata - rata) dari bilangan triangular (Chou dan Chang, 2008 dalam Ayhan, 2013), dengan persamaan:

$$\text{Center of Area (CoA)} = \frac{lw+mw+uw}{3} \dots\dots(2.33)$$

- e. Lakukan normalisasi terhadap nilai CoA, dengan cara membagi setiap nilai dengan hasil penjumlahan dari seluruh nilai. Hasil normalisasi ini adalah tingkat kepentingan *crisp* dari kriteria.
- f. Setelah mendapatkan nilai tingkat kepentingan setiap kriteria dengan nilai *crisp*, proses selanjutnya adalah perhitungan tingkat kepentingan sub-kriteria. Ulangi dari proses awal dengan mengganti *pairwise comparison* menjadi untuk sub-kriteria yang ada, lakukan pada setiap sub-kriteria untuk mendapatkan tingkat kepentingan akhir. Apabila alternatif yang ada juga dinilai dengan cari linguistic melalui *expert judgement*, maka lakukan juga proses ini untuk *pairwise comparison* dari alternatif. Dalam penelitian ini, nilai dari setiap alternatif telah didapatkan melalui data resmi pemerintah sehingga tidak melalui mekanisme *expert judgement*.
- g. Bobot tingkat kepentingan dari sub-kriteria adalah hasil perkalian antara bobot tingkat kepentingan sub-kriteria dengan bobot tingkat kepentingan kriteria yang menjadi induk-nya.

2.1.6 *Big Data*

Big Data adalah istilah yang diberikan pada data dengan struktur yang kompleks dan memiliki ukuran yang sangat besar sehingga tidak memungkinkan untuk diproses menggunakan aplikasi pemroses database konvensional (Maryanto, 2017). Karakteristik utama dari *Big Data* meliputi 3V yakni, *volume*, *velocity*, dan *variety*. *Volume* adalah melambangkan ukuran data yang super besar. *Velocity* melambangkan pemrosesan data yang harus dilakukan dengan kecepatan super

untuk mengimbangi pesatnya jumlah data yang terus bertambah. Sedangkan *variety* menerangkan keanekaragaman karakteristik dari sumber data (Tim Penyusun CIPG, 2018).

Seiring dengan perkembangan *Big Data*, para praktisi *Big Data* menambahkan 2 jenis “V” lainnya, yaitu *value* dan *validity/veracity*. (Kitchin, 2014, Zikopoulos dkk, 2011, dalam Tim Penyusun CIPG, 2018). Kedua karakteristik tambahan ini mewakili ketidakpastian data dan nilai yang diberikan dari informasi yang didapatkan dari *Big Data*.

Big Data sering dihubungkan dengan *data science*, *data mining*, maupun *data processing*. Namun pada kenyataannya, *Big Data* melibatkan infrastruktur dan teknik yang lebih canggih dibandingkan dengan teknik - teknik *data mining* atau *data processing* konvensional (Sirait, 2016). *Big Data* dapat diimplementasikan dengan memanfaatkan beberapa tools, baik yang berbayar maupun yang tidak berbayar (*open source*). Tools - tools ini erat kaitannya dengan 4 tahapan aktifitas dari *Big Data* (Alamsyah, 2015 dalam Sirait, 2016) yang mencakup:

a. *Acquired*

Tahap pertama adalah sumber dari data yang diinginkan dan cara mendapatkan data tersebut.

b. *Accessed*

Tahap selanjutnya adalah daya akses data. Data yang telah dikumpulkan tentunya memerlukan pengelolaan data, integrasi, tempat penyimpanan (*storage*), dan *computing* agar dapat diproses ke tahap selanjutnya. Beberapa *computing tools* yang tersedia antara lain: Hadoop, Nvidia CUDA, *twitter strom*, *GraphLab*, dll, sedangkan untuk *tools storage* antara lain: *Hadoop Distributed File System* (HDFS), neo4J, Titan, dll.

c. *Analytic*

Tahapan ini erat kaitannya dengan informasi yang ingin didapatkan dan cara mendapatkan informasi tersebut. Analisis yang dilakukan biasanya dapat berupa:

- *Prespective analytics*

Menghasilkan informasi berupa rekomendasi pilihan dan implikasi dari setiap opsi.

- *Predictive*
Menghasilkan informasi berupa prediksi kejadian yang akan terjadi dimasa depan.
- *Diagnostic*
Mencari informasi mengenai sebab akibat, berdasarkan data.
- *Descriptive*
Menghasilkan penyajian informasi yang dibutuhkan (penggambaran data secara statistik deskriptif).

Tools yang dapat digunakan untuk proses *analytic* ini lazim disebut *analytic tools*. Beberapa *analytic tools* yang dapat digunakan antara lain : MLPACK, Mahout, R. Untuk *analytic tools* R, merupakan yang paling banyak digunakan saat ini karena bersifat *open source* dan unggul dalam visualisasi analisis data untuk menentukan karakteristik yang paling penting dari suatu dataset.

d. *Application*

Tahapan terakhir berhubungan dengan visualisasi dan reporting akhir dari informasi yang telah didapatkan melalui *Big Data Analytic*. Beberapa *tools* yang dapat digunakan adalah: RStudio.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian telah dilakukan di berbagai metode, baik itu MADM klasik, maupun MADM yang menggunakan Logika *Fuzzy*. Beberapa diantaranya dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Daftar Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Metode		Obyek Penelitian
			Tk. Kepentingan	Skala Prioritas	
1	Prioritas Strategi Implementasi E-Procurement Dengan Pendekatan Ergonomi Makro Dan <i>Fuzzy</i> AHP	Abdul Alimul Karim, 2018	FAHP	FAHP	Evaluasi Keberhasilan E-Procurement
2	Supply Chain Management: Risk Assesment In Automative Industry Using <i>Fuzzy</i> -AHP Model	Adenike Oluyemi Bello, dkk., 2018	FAHP	FAHP	Analisis Risiko untuk Industri Automotive
3	Penentuan Prioritas Pemeliharaan Irigasi Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (Studi Kasus: Sub DAS Kali Brantas Kota Batu)	Cholilu Rahman, 2018	SAW	SAW	Pemeliharaan Infrastruktur Irigasi
4	Benefit, Cost, And Risk Analysis In Selecting Gas Detector Technology For Oil And Gas Processing Area, <i>Fuzzy</i> AHP Approach	Fermi Dwi Wicaksono, 2018	FAHP	FAHP	Pemilihan Teknologi Terbaik untuk Deteksi Minyak dan Gas

Tabel 2.8. Lanjutan Daftar Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Metode		Obyek Penelitian
			Tk. Kepentingan	Skala Prioritas	
5	Kajian Kriteria Penentuan Skala Prioritas Pada Proyek Penanganan Jalan Nasional (Studi Kasus Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Sumatera Utara)	Luther Evi Phantias Girsang, 2018	AHP	AHP	Pembangunan Infrastruktur Jalan
6	An Integrated <i>Fuzzy</i> AHP and <i>Fuzzy</i> TOPSIS Approach for Ranking and Selecting the Chief Inspectors Of Bank : A Case Study	Ayda Esmaili-Dooki, Prisa Bolhasani, Mohammad Fallah, 2017	FAHP	F TOPSIS	Ranking untuk Pemilihan Chief Inspectors
7	Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mahasiswa Berprestasi dengan Metode <i>Fuzzy</i> TOPSIS	Dyah Herawatie, Eto Wuryanto, 2017	F TOPSIS	F TOPSIS	Ranking untuk Pemilihan MENWA

Tabel 2.8. Lanjutan Daftar Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Metode		Obyek Penelitian
			Tk. Kepentingan	Skala Prioritas	
8	Selecting Liquid Lifting Technology for XY Mature Gas Field Using <i>Fuzzy</i> AHP and TOPSIS	Armon, 2016	FAHP	TOPSIS	Pemilihan Teknologi Terbaik untuk Lifting Gas
9	Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Prioritas Pemeliharaan Jaringan Irigasi	Arif Budimansyah, 2015	<i>Fuzzy</i> Model Tsukamoto	<i>Fuzzy</i> Model Tsukamoto	Pemeliharaan Infrastruktur Irigasi
10	Model Integrasi QFD dan <i>Fuzzy</i> AHP Untuk Pemilihan Sub-Kontraktor Di Perusahaan Galangan Kapal Dengan Mempertimbangkan K3	Haidar Natsir Amrullah, 2015	FAHP	FAHP	Ranking untuk Pemilihan Kontraktor
11	Analisis Benefit Cost Ratio Pemilihan Teknologi High Availability Database Di TEXPI Menggunakan <i>Fuzzy</i> AHP	M. Mufiq Mahya, 2015	FAHP	FAHP	Pemilihan Teknologi Terbaik untuk High-Tech. Database

Tabel 2.8. Lanjutan Daftar Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Metode		Obyek Penelitian
			Tk. Kepentingan	Skala Prioritas	
12	Pemodelan Sistem Pengambilan Keputusan Pemeliharaan Aset Irigasi Dengan SIG dan <i>Fuzzy</i> AHP	Rifandry Fitra, 2015	FAHP	FAHP	Pemeliharaan Infrastruktur Irigasi
13	Sistem Informasi Manajemen Pemeliharaan Embung (Studi Kasus: Bidang Operasi dan Pemeliharaan Balai Besar Wilayah Sungai Brantas)	Wijaya Mudi Putra, 2015	SEM dan AMOS	SEM dan AMOS	Pemeliharaan Infrastruktur Embung
14	Komparasi <i>Fuzzy</i> AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti	Ahmad Faisol, M. Aziz Muslim, dan Hadi Suyono, 2014	FAHP dan AHP	FAHP dan AHP	Investasi Properti

Tabel 2.8. Lanjutan Daftar Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Metode		Obyek Penelitian
			Tk. Kepentingan	Skala Prioritas	
15	Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Manajemen Pengelolaan Jaringan Stasiun Pengamatan Hidrologi BBWS Brantas Dengan Metode SWOT dan AHP	Onang Adiluhung, 2014	A'WOT (AHP + SWOT)	AHP	Pemeliharaan Infrastruktur Hidrologi
16	Analisis Penentuan Prioritas Penanganan Jalan Nasional Dengan Metode <i>Fuzzy AHP</i> Dan Simple Additive Weighting (SAW) Di Provinsi Kalimantan Tengah	Siti Kumaedah, 2014	FAHP	SAW	Pembangunan Infrastruktur Jalan
17	Sistem pendukung keputusan pemilihan guru berprestasi menggunakan metode <i>Fuzzy AHP</i>	Alwi, 2013	FAHP	FAHP	Ranking untuk Guru Berprestasi

Tabel 2.8. Lanjutan Daftar Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Metode		Obyek Penelitian
			Tk. Kepentingan	Skala Prioritas	
18	Perancangan Model Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Usaha Rakyat Dengan Metode <i>Fuzzy</i> AHP – DEA	Dian Eka Permatavitr i, 2013	FAHP	DEA	Tingkat Evisiensi untuk UMKM dalam menerima kredit
19	Pemilihan Solusi Untuk Permasalahan PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto Menggunakan <i>Fuzzy</i> AHP Dalam Aspek Operasional, Administrasi, dan Keuangan	Nasikah Imamah, 2013	FAHP	FAHP	Solusi Terbaik untuk Permasalahan PDAM Maja Tirta
20	Penentuan Skala Prioritas Proyek Pembangunan Jalan Di Kabupaten Banggai Kepulauan Dengan Menggunakan Proyek Hirarki Analitik	Theresia Fitriyani Muntasar, Ellen Joan Kumaat, dan Robert J.M. Mandagi, 2011	AHP	AHP	Pembangunan Infrastruktur Jalan

Dari Daftar Penelitian Sebelumnya pada Tabel 2.8, belum ditemukan penelitian dengan obyek yang sama yakni pembangunan infrastruktur air minum. Penelitian

yang memiliki obyek yang sama dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Putra dan Lasminto (2019) yang berjudul *Formulation of Attributes for Decision Support System for Drinking Water Infrastructure Developments Priority*. Penelitian dimaksud, menghasilkan tiga kriteria dan dua puluh sub-kriteria untuk menjadi atribut dari DSS Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum.

Selain penelitian tersebut, terdapat juga penelitian yang dilakukan kembali oleh Putra dan Lasminto (2019) dengan judul *Information Technology to Determine the Priority Level of Drinking Water Infrastructure Development (Case Study: Regency/City of Banten Province)*. Putra dan Lasminto menggunakan tiga kriteria untuk menghasilkan DSS Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum. Ketiga kriteria tersebut adalah Kapasitas Fiskal Daerah (KFD), Tingkat Kerawanan Air (TKA) dan Hasil Assessment Dokumen RISPAM (ADR). Skala prioritas dari DSS diselesaikan dengan menggunakan metode FAHP pada penentuan bobot kepentingan kriteria dan menggunakan metode SAW pada perhitungan skala prioritas Kab/Kota.

2.2.1 Posisi Penelitian

Penelitian ini:

- a. Menggunakan metode AHP dan FAHP untuk metode perhitungan tingkat kepentingan dari setiap kriteria-nya untuk dilakukan perbandingan guna menentukan metode terbaik. Sedangkan untuk perhitungan skala prioritas dari setiap alternatif, penelitian ini menggunakan empat metode MADM (AHP, SAW, WP dan TOPSIS) dan satu metode Fuzzy MADM (FAHP) untuk diteliti tingkat sensitivitasnya masing – masing guna menentukan metode terbaik bagi model DSS.

Perbedaan penelitian ini dari penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

- a. Menggunakan teknologi *Big Data Mining* untuk menjangkau persepsi masyarakat terhadap akses air minum layak di daerahnya melalui *social media Facebook* kemudian digunakan sebagai salah satu kriteria dalam pengambilan keputusan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum.

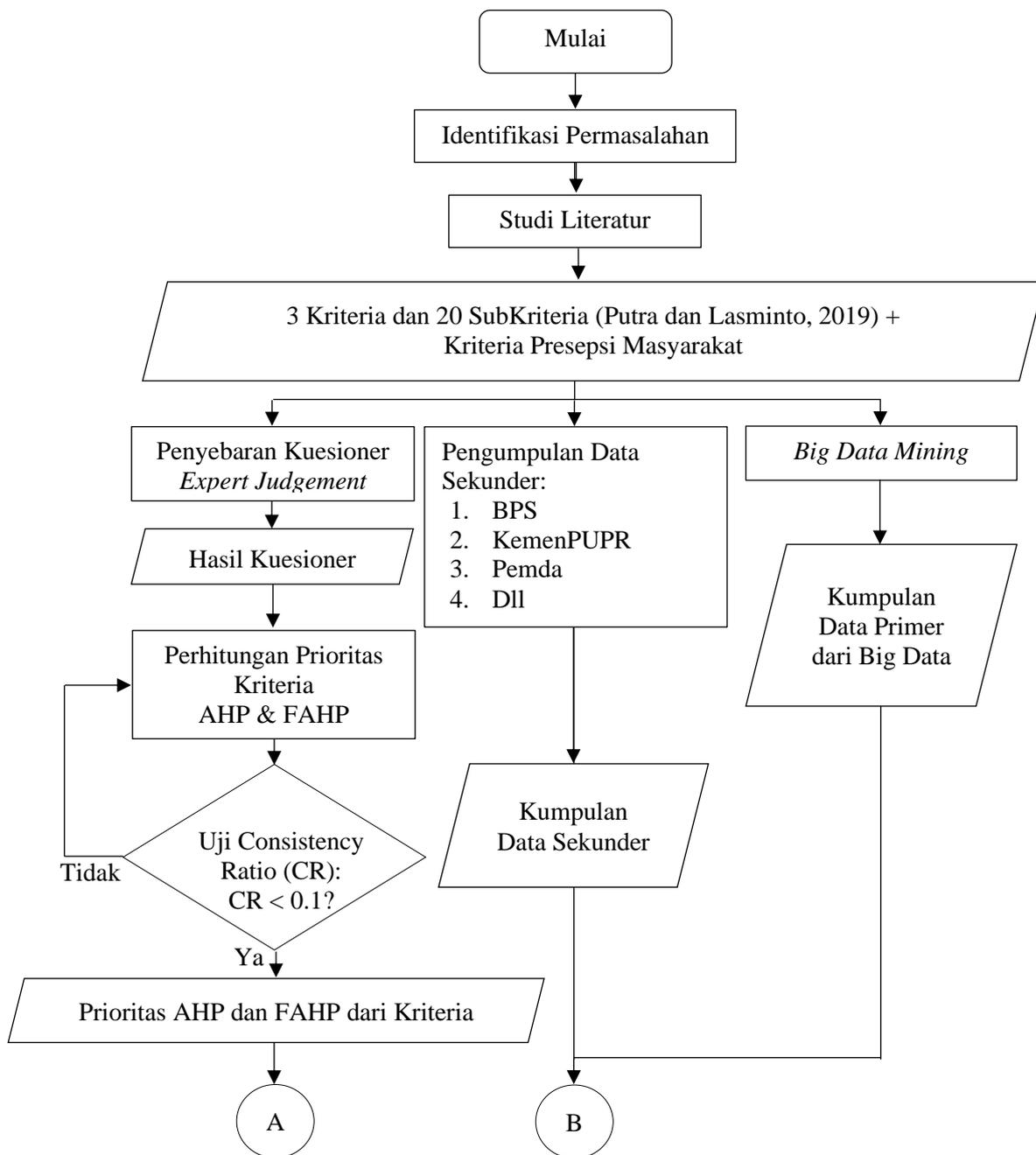
- b. Membandingkan dua metode yang dapat menghasilkan bobot kepentingan melalui *expert judgement* yakni AHP dan FAHP untuk menentukan metode yang menghasilkan bobot kepentingan terbaik bagi penelitian ini.
- c. Membandingkan tingkat sensitivitas beberapa metode MADM dan Fuzzy MADM untuk menentukan metode yang paling cocok bagi penelitian ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

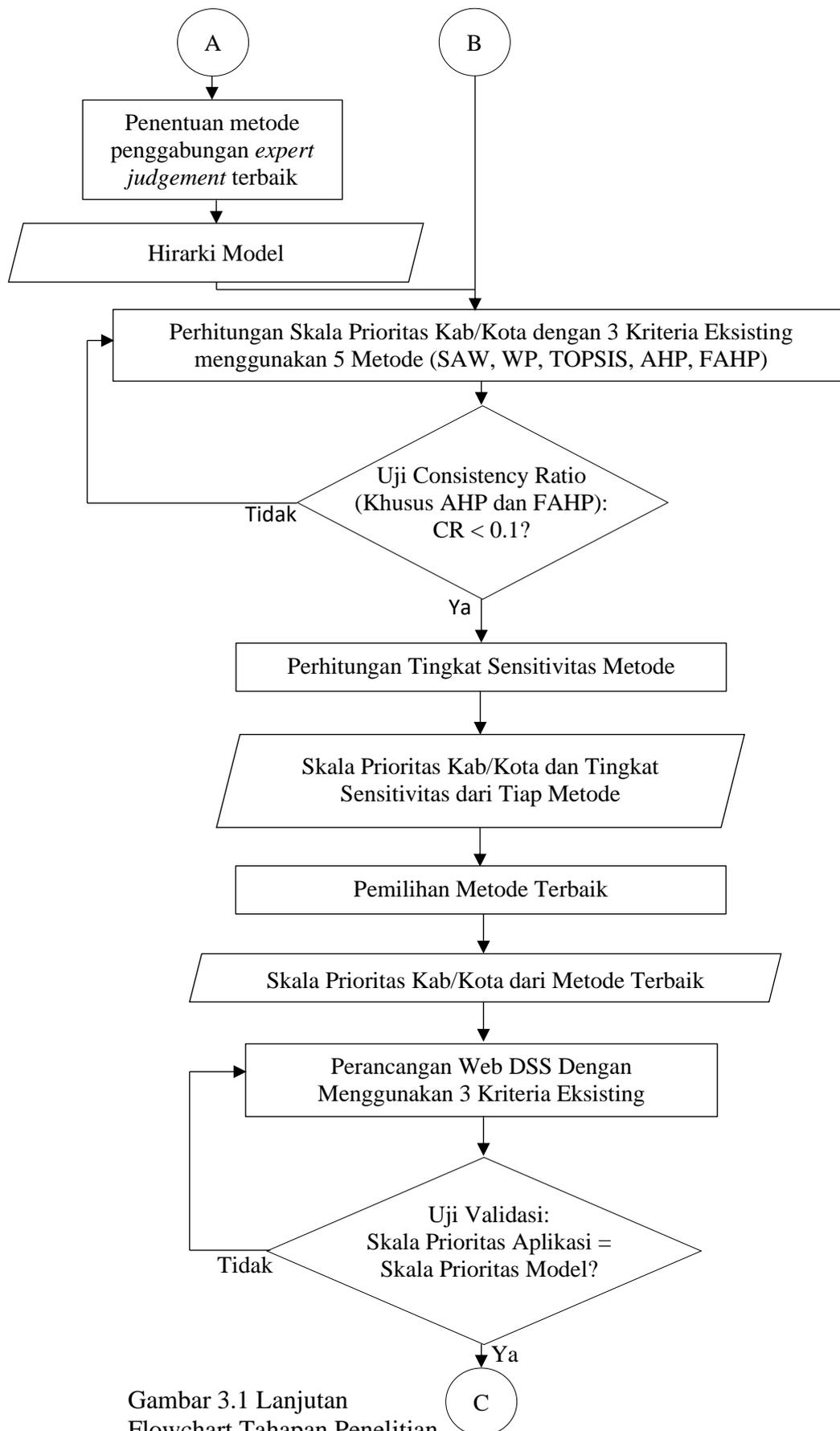
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

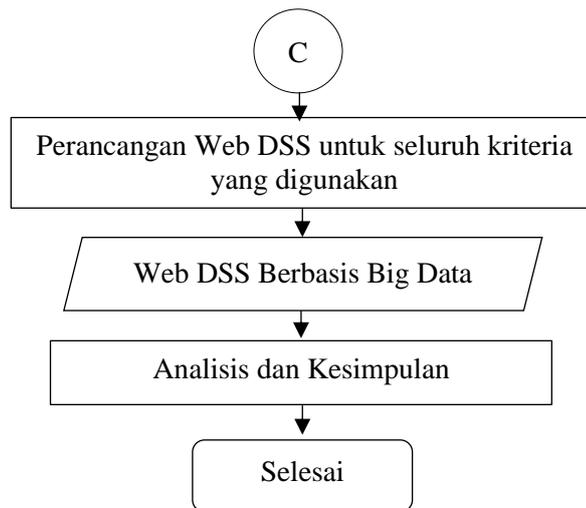
Langkah - langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini, dapat digambarkan dengan diagram alir (*flowchart*) sebagaimana Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Lanjutan Flowchart Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Lanjutan Flowchart Tahapan Penelitian

3.2 Metode Perolehan dan Analisis Data

3.2.1 Data Primer

Data primer didapatkan melalui:

a. Wawancara Langsung

Kriteria yang menjadi acuan dalam penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum didapatkan dengan wawancara langsung dengan penentuan *expert* menggunakan teknik *purposive sampling*, dimana peneliti langsung menentukan target *sampling* dengan pertimbangan tertentu sehingga dapat menjawab permasalahan penelitian. Dalam hal ini, pejabat yang berwenang dalam penentuan arah prioritas penganggaran infrastruktur air minum sebagai berikut:

- Kasubdit Keterpaduan Pemrograman, Direktorat Keterpaduan Infrastruktur Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kasubdit Perencanaan Teknis, Direktorat Pengembangan Air Minum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Formulir wawancara dapat dilihat pada Lampiran I.

b. Pengisian Kuesioner

Dalam menentukan tingkat kepentingan dari setiap kriteria yang akan menjadi *hierarchy* model, diperlukan penilaian (*judgement*) dari *experts*. Kuesioner adalah cara yang paling tepat dalam menyelesaikan permasalahan ini. Penyebaran kuesioner juga dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, dengan target wilayah kuesioner adalah pejabat dari Unit Kerja yang menurut peneliti merupakan unit yang paling berwenang terhadap penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum pemerintah pusat. Pejabat yang menjadi target kuesioner adalah Pejabat dari Sub Direktorat Keterpaduan Pemrograman, Direktorat Keterpaduan Infrastruktur Permukiman yang menjalankan fungsi sebagai penyusun keterpaduan program pembiayaan tahunan yang bersumber dari APBN dan Sub Direktorat Perencanaan Teknis, Direktorat Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum yang memiliki wewenang terhadap pelaksanaan penyiapan penyusunan kebijakan dan strategi, perencanaan teknis, evaluasi dan pelaporan pengembangan sistem penyediaan air minum serta pengembangan inovasi teknologi (PermenPUPR No. 03 Tahun 2019, 2019).

Imamah (2013), dalam penelitiannya berjudul Pemilihan Solusi Untuk Permasalahan PDAM Maja Tirta Kota Mojokerto Menggunakan Fuzzy AHP Dalam Aspek Operasional, Administrasi, dan Keuangan, menggunakan kuesioner tipe ranking kepentingan untuk menggantikan kuesioner skala saaty dalam perhitungan menggunakan metode Fuzzy AHP. Penggantian ini bertujuan untuk mencegah terjadinya hasil kuesioner yang tidak konsisten. Dalam penelitian ini, tipe kuesioner yang sama digunakan. Formulir kuesioner dapat dilihat pada Lampiran 2.

c. *Big Data Mining (Social Media Data Mining)*

Presepsi kepuasan masyarakat terhadap pelayanan air minum di wilayahnya akan dilihat melalui *Big Data* jejaring sosial. Untuk itu, akan dilakukan Data Mining terhadap jejaring sosial dengan menggunakan tools open source Facepager. *Tools* ini dapat langsung mengakses APIs dari Facebook serta bersifat opensource.

Social media yang akan menjadi target *Data Mining* adalah sebagai berikut:

- Facebook PDAM Kota Blitar.
- Facebook PDAM Kab. Kediri.

- Facebook PDAM Kab. Pacitan.
- Facebook PDAM Kota Surabaya.
- Facebook PDAM Kab. Jember.
- Facebook PDAM Kota Batu.

Alamat lengkap serta Id Facebook dari keenam PDAM Kab/Kota wilayah studi tersebut diatas dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Alamat dan Id Facebook dari PDAM 6 Kab/Kota Wilayah Studi

PDAM Kab/Kota	Alamat Facebook	Id Facebook
Kota Blitar	https://www.facebook.com/pages/pdam-kota-blitar/107874549242982	107874549242982
Kab. Kediri	https://www.facebook.com/PDAMKabKediri/	315333358927114
Kab. Pacitan	https://www.facebook.com/pdamkabupatenpacitan/	326144238273137
Kota Surabaya	https://www.facebook.com/pdam.suryasembada/	1617657831836222
Kab. Jember	https://www.facebook.com/profile.php?id=100015109039326	100015109039326
Kota Batu	https://www.facebook.com/PDAM-Kota-Batu-101760993574219/	101760993574219

Sumber: hasil pengolahan, 2019

3.2.2 Data Sekunder

Data - data dari setiap daerah berdasarkan kriteria dan subkriteria yang dihasilkan, akan menggunakan data resmi milik Badan Pusat Statistik (BPS). Sedangkan data - data yang tidak terdapat dalam data BPS, akan diambil langsung dari Kementerian PUPR atau instansi - instansi terkait lainnya.

3.2.3 Uji *Consistency Ratio* (CR)

Kuesioner yang telah diisi oleh responden, akan dilakukan uji *Consistency Ratio* (CR) dengan menghitung nilai dari CR-nya. Jika $CR < 0.1$ maka responden

dinyatakan cukup konsisten sehingga hasil kuesioner dapat digunakan. Jika $CR \geq 0.1$ maka responden dinyatakan tidak konsisten dan hasil kuesioner tidak dapat digunakan lebih lanjut dalam penelitian. Jika terdapat responden yang tidak konsisten dalam pengisian kuesionernya, maka pengisian akan diulang untuk responden tersebut.

3.2.4 Analisis Data

Analisis data yang akan dilakukan terdiri dari:

3.2.4.1 Analisis Variansi

Berdasarkan berbagai metode penggabungan *expert judgement*, akan dihasilkan berbagai bobot kepentingan di setiap kriteria. Untuk dapat menentukan metode terbaik, maka dapat dilakukan dengan menghitung variansi dari skala prioritas yang dihasilkan. Karena variansi dari bobot kepentingan yang dihasilkan akan mempengaruhi ketajaman ranking prioritas yang dihasilkan.

3.2.4.1 Analisis Tingkat Sensitivitas

Tingkat Sensitivitas aplikasi dilakukan dengan menghitung derajat sensitifitas (S_j) dari metode yang digunakan dan juga untuk setiap kriteria yang dijadikan pertimbangan keputusan. Metode dengan sensitivitas tertinggi, merupakan metode terbaik bagi model, sedangkan kriteria dengan derajat sensitifitas tertinggi merupakan kriteria yang paling berpengaruh terhadap penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum, begitu pula sebaliknya (Wibowo, 2010).

Tingkat sensitivitas dari lima metode MADM akan diukur dengan menggunakan tiga kriteria yang digunakan oleh Putra dan Lasminto (2019) untuk menghasilkan DSS Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum dengan Studi Kasus Provinsi Banten. Ketiga kriteria tersebut adalah Kapasitas Fiskal Daerah (KFD), Tingkat Kerawanan Air (TKA) dan Hasil Assessment Dokumen RISPAM (ADR).

3.3 Perhitungan Skala Prioritas

3.3.1 Penentuan Kriteria

Kriteria yang digunakan dalam penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum terdiri dari tiga kriteria dan dua puluh sub-kriteria yang telah diseminarkan dalam *Joint International Conference on Civil, Environmental and Geo Engineering (JIC-CEGE)* pada tanggal 1 s.d. 2 Oktober 2019 di Hotel Santika Premiere Gubeng, Surabaya, yang diselenggarakan oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, dengan Reference Number: JIC-CEGE 027 dan Sertifikat Nomor: B/80172/IT2.VI.4.3/DL.07.00/2019. Kriteria dan Sub-kriteria serta mekanisme pengukuran dari setiap Sub-kriteria dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Kriteria dan Sub-Kriteria Untuk DSS Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum

Nama Kriteria	Nama Sub-kriteria	Normat, Standar, Pedoman, Ketentuan yang Menaungi	Mekanisme Pengukuran		
			Nilai Linguistik	Nilai Numerik	
Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP)	Kawasan Strategis Nasional (KSN)	PP No. 13 tahun 2017	KSN Tunggal	3	
			KSN Bersama	2	
			KSN Sebagian Wilayah	1	
	Wilayah Pengembangan Strategis (WPS)	Permen PUPR No. 08 tahun 2018	WPS Pertumbuhan Baru dan Perbatasan	WPS Pertumbuhan Baru	5
				WPS Pertumbuhan Baru	4
				WPS Pusat Pertumbuhan Sedang Berkembang	3
				WPS Konektivitas Keseimbangan Pertumbuhan Sedang Berkembang	2
				WPS Pusat Pertumbuhan Terpadu	1
				Daerah Tertinggal (DT)	Keppres No. 126 tahun 2017	-	Prosentase desa tertinggal (%)
	Daerah Perbatasan (DPb)	Perka BNPP No. 1 tahun 2011	-	Jumlah Daerah Perbatasan	
	Daerah Nelayan (DN)	Surat Menteri KKP No. B348/Men.KP/VI/2016	-	Prosentase Penduduk Nelayan (%)	
	Daerah Pariwisata (DPw)	PP No. 50 tahun 2011 dan PP No. 3 tahun 2016	KSPN-P	3	
			KSPN	2	
KPPN			1		
Pulau - Pulau Kecil Terluar (PPKT)	Keppres No. 6 tahun 2017	-	Jarak Titik Dasar (nm)		
Daerah Prioritas Penanganan Stunting	PP No. 42 Tahun 2013	-	Prosentase Bayi Gizi Buruk (%)		
Daerah Pengembangan Kota Baru (KB)	RPJMN DJCK tahun 2015 - 2019	-	Luas Area Kota Baru (Km ²)		

Sumber: Putra dan Lasminto, 2019

Tabel 3.2. Lanjutan Kriteria dan Sub-Kriteria Untuk DSS Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum

Nama Kriteria	Nama Sub-kriteria	Normat, Standar, Pedoman, Ketentuan yang Menaungi	Mekanisme Pengukuran		
			Nilai Linguistik	Nilai Numerik	
Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD)	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)	Permenkeu No. 126 tahun 2019	-	Angka IKFD	
	Hasil Assessment Dokumen RISPAM (ADR)	Hasil Assesment DJCK terhadap Dokumen RISPAM Kab/Kota, 2019	-	Hasil Assesment Dokumen RISPAM (%)	
	Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Data Kelompok Rawan Air DJCK, 2019	Tinggi Sedang Rendah	5 3 1	
	Cakupan Akses Air Minum Layak Eksisting (CkAmE)	Cakupan Pelayanan Air Minum Layak yang di Publish oleh BPS	-	% cakupan pelayanan eksisting	
	Tingkat Kebocoran PDAM (TkBcr)	Buku Kinerja PDAM oleh BPPSPAM bekerjasama dengan BPKP	-	% kebocoran PDAM	
	Kinerja PDAM (KinPdam)		-	Nilai Kinerja PDAM	
	Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M)	Populasi Penduduk		Metropolitan	6
				Kota Besar	5
			Kota Sedang	4	
			Kota Kecil	3	
			Desa	2	
		Desa Kecil	1		
Struktur Usia		Petunjuk Pengelolaan Air Minum tahun 2007, DJCK, Pedoman PAMBM tahun 2012, Balitbang KemenPU, 2012	-	% Penduduk Usia Produktif	
Tingkat Pendidikan Penduduk		-	% Penduduk dengan Tingkat Pendidikan Minimal SMA		
Tingkat Kemiskinan		-	% Penduduk Miskin		
Pendapatan Per Kapita Penduduk		-	Pendapatan Per Kapita Penduduk		

Sumber: Putra dan Lasminto, 2019

Dapat dilihat pada Tabel 3.2, dalam menentukan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum, penelitian ini akan menggunakan kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP) yang memiliki Sub-kriteria sebanyak sembilan, kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD) dengan enam Sub-kriteria dan terakhir adalah kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M) beserta lima Sub-kriteria yang menyertainya. Kemudian dalam rangka meneliti pemanfaatan teknologi Big Data untuk digunakan dalam menjaring partisipasi masyarakat berupa persepsi masyarakat terhadap akses air minum layak di daerahnya masing – masing yang disampaikan melalui *social media*, ditambahkan satu kriteria yakni kriteria Persepsi Masyarakat Terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM). Sehingga secara keseluruhan DSS akan dibangun dengan empat buah kriteria dan dua puluh sub-kriteria.

3.3.2 Tingkat Kepentingan Setiap Kriteria (Hirarki Model)

Berdasarkan hasil pengisian kuesioner oleh *experts*, dilakukan pengolahan data menggunakan metode AHP dan FAHP untuk menghasilkan tingkat kepentingan setiap kriteria. Berdasarkan tingkat kepentingan tersebut, dapat disusun *hierarchy* model mulai dari yang paling penting hingga yang paling tidak penting sesuai nilai kepentingan yang didapat dari setiap *experts*. Form kuesioner dapat dilihat pada Lampiran II.

3.3.3 Penggabungan hasil *Expert Judgement*

Hierarchy dari setiap expert akan digabungkan dengan beberapa metode sebagai berikut (Wen-Hsiang Wu dkk, 2008):

- a. Menghitung nilai kepentingan dari setiap *expert* kemudian dilakukan penggabungan dengan *Aritmatic Mean* (rata - rata aritmatik).
- b. Menghitung nilai kepentingan dari setiap *expert* kemudian dilakukan penggabungan dengan *Geomatic Mean* (rata - rata geometrik).
- c. Menggabungkan nilai *expert's judgement* terlebih dahulu dengan *Aritmatic Mean*, kemudian barulah dilakukan perhitungan nilai kepentingan.
- d. Menggabungkan nilai *expert's judgement* terlebih dahulu dengan *Geomatic Mean*, kemudian barulah dilakukan perhitungan nilai kepentingan.

Keempat metode penggabungan tersebut akan dianalisis *consistency ratio*, *final rank*, dan juga variansi-nya. Tujuan dari analisis adalah untuk mendapatkan metode yang memiliki *consistency ratio* yang valid dan ranking yang beragam (tidak memiliki dua atau lebih nilai dengan ranking sama). Karena keragaman menjadi tolak ukur, maka variansi dari nilai kepentingan akan menjadi penentu dimana metode terbaik adalah metode yang menghasilkan nilai variansi tertinggi. Metode terpilih akan menjadi metode penggabungan hasil *expert's judgement* yang kemudian akan menghasilkan nilai kepentingan akhir dari setiap kriteria.

3.3.4 Penentuan Skala Prioritas

Berdasarkan data - data primer dan sekunder dari Kab/Kota yang dikumpulkan berdasarkan kriteria yang digunakan, akan dilakukan perhitungan dengan beberapa metode MADM klasik seperti AHP, SAW, TOPSIS, WP dan Fuzzy MADM seperti F-TOPSIS, F-AHP, F-SAW dan F-WP. Hasil perhitungan adalah Skor Prioritas dari setiap Atribut (Alternatif Keputusan) berdasarkan setiap metode. Kemudian dilakukan uji tingkat sensitivitas dari metode - metode yang digunakan. Selanjutnya dipilih metode dengan tingkat sensitivitas tertinggi untuk menjadi algoritma yang akan diterjemahkan dalam aplikasi Web DSS.

3.4 Aplikasi Web DSS Berbasis *Big Data*

3.4.1 Perancangan Database

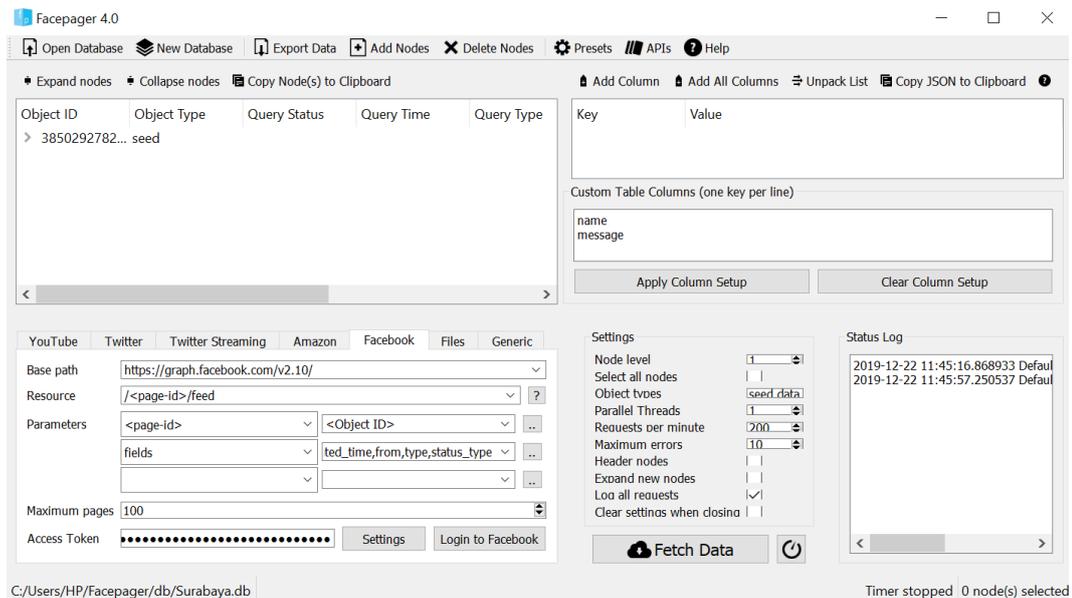
Pertama - tama, dilakukan analisis terhadap kriteria dan sub-kriteria yang dihasilkan dari penelitian ini. Struktur database akan mengikuti kriteria dan sub-kriteria tersebut kemudian ditentukan primary key dari setiap table. Selanjutnya dilakukan analisis mendalam terhadap relationship dari setiap table, apakah berlaku one-to-one, one-to-many, atau many-to-many. Lalu setiap table di isi field – field yang diperlukan. Database akan dibuat dengan menggunakan tools open source Xampp.

3.4.3 Perancangan *web based* DSS

Web-based DSS akan dirancang dengan menggunakan bahasa web programming PHP 7. *Tools* yang digunakan adalah, *tools open source*, Xampp, yang memiliki apache2triad dan database MySql didalamnya.

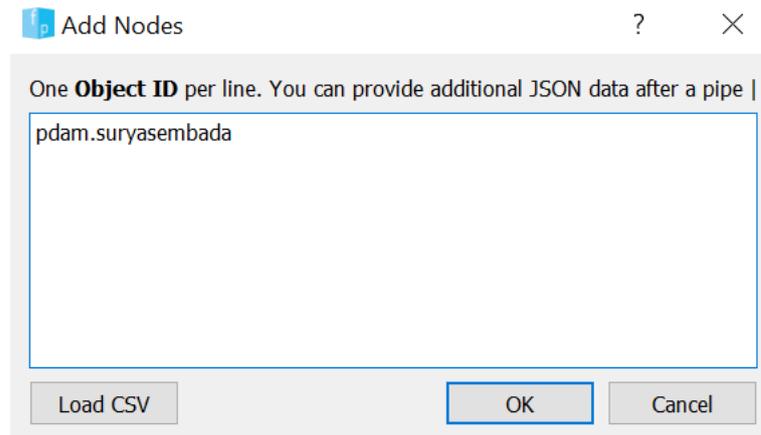
3.4.4 Big Data Mining

Big Data Mining (Crawling) dilakukan dengan menggunakan *tools open source* Facepager. Di dalam Facepager sudah terdapat APIs dari beberapa *social media* yang populer saat ini seperti YouTube, Facebook, Twitter, Twitter Streaming bahkan situs belanja online seperti Amazon. Gambar 3.2 Memperlihatkan tampilan antar muka dari Facepager.



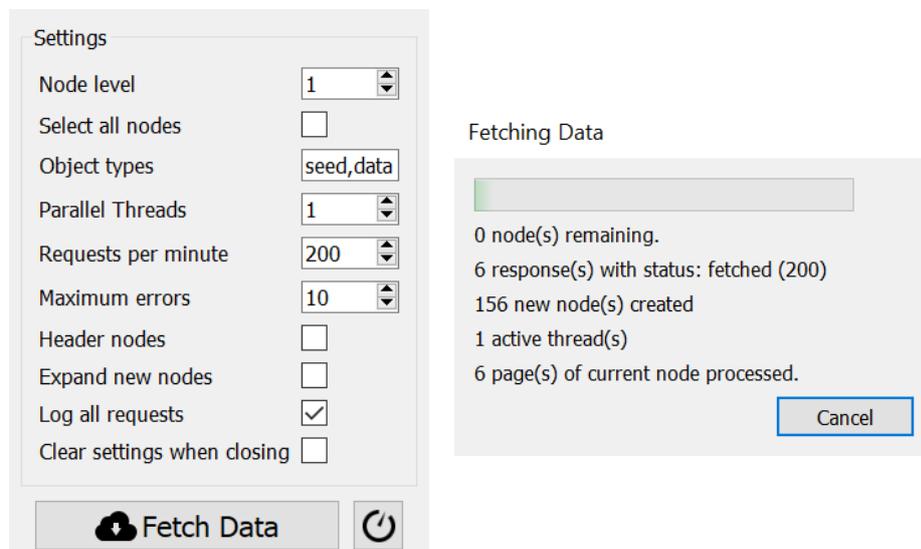
Gambar 3.2 Tampilan Antar Muka Facepager 4.0

Proses *crawling* data dapat dimulai dengan tombol add nodes, kemudian masukkan alamat Facebook yang ingin di *crawling*. Jika alamat Facebook tidak terdeteksi maka dapat menggunakan Id Facebook. Id Facebook sendiri dapat diketahui dengan memasukkan alamat facebook kedalam aplikasi berbasis web <https://findmyfbid.com>. Proses add nodes ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



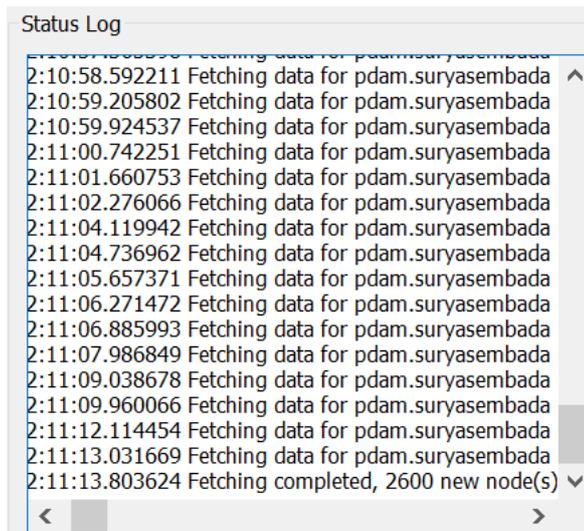
Gambar 3.3. Proses Add Nodes Untuk PDAM Kota Surabaya

Setelah melakukan Add Nodes, selanjutnya proses *crawling* dapat dimulai dengan menekan tombol Fetch Data. Lakukan setting terlebih dahulu untuk kedalaman nodes yang diinginkan. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



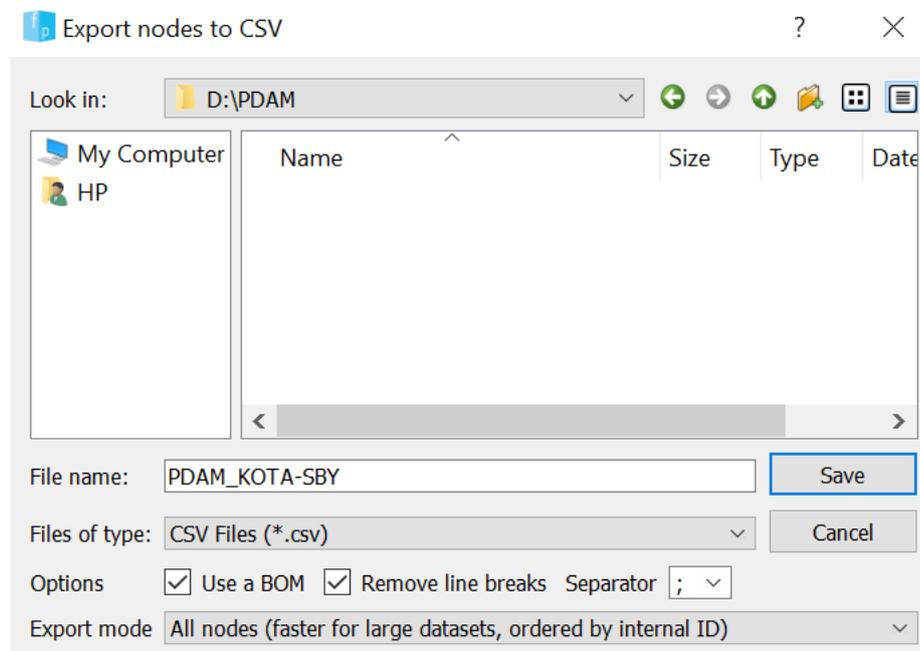
Gambar 3.4. Proses Fetch Data Untuk PDAM Kota Surabaya

Jika proses Fetch Data berhasil dilakukan, maka akan muncul keterangan Fetching Complete pada Status Log seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Status Fetching Complete Untuk PDAM Kota Surabaya

Kemudian kita dapat mengekstrak data hasil *crawling* terhadap Facebook dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya ini melalui tombol  yang terdapat pada menu Facepager 4.0. Proses export data ini dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Proses Export Data Hasil *Crawling* Facebook PDAM Surya Sembada Kota Surabaya

Proses sebagaimana Gambar 3.6 akan menghasilkan data CSV berupa komentar masyarakat terhadap PDAM Surya Sembada yang dituliskan pada halaman Facebook PDAM Surya Sembada. Komentar - komentar ini dapat dilihat pada Gambar 3.7.

level	id	parent_id	object_id	object_type	query	status	time	query_type	name	message
0	4	None	pdam.sunseed	None	None	None	None	None	None	None
1	5	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/feed	
1	6	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Terkait beberapa air keruh di beberapa wilayah, kami mohon maaf atas ketidaknyamanan yang terjadi. Saat
1	7	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Mohon maaf Pak PDAM sampai kapan daerah banjarughan Surabaya barat air seperti ini mohon dengan s
1	8	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Lapor. Air PDAM di rumah saya keruh. Lokasi Wonorejo Asri, Wonorejo, Rungkut. No pel 1141067.
1	9	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Mau tanya kenapa aliran air di daerah mulyosari beberapa hari ini kecil sekali? Mohon dijawab
1	10	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Selamat siang #SobatAir Jangan lupa unduh aplikasi PDAM ya.... Untuk bisa mencatat meter secara mandir
1	11	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Selamat berakhir pekan #SobatAir Pernah bayangin gak kalian atau mungkin pernah ngitung gak, berapa pa
1	12	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Bagi anda para professional yang merasa memiliki talenta, kompetensi, integritas, dan jiwa entrepreneur. K
1	13	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Lapor pak ...air di jln tambak asri gang kembang Turi 1 ...aire kenapa ngalir blik ke asal lagi...jm 2,50 wib b
1	14	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Pengumuman lelang paket limbah padat non B-3 berupa chasing meter air bahan kuningin. Informasi seler
1	15	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Setelah ada pembongkaran di ujung gang jl kapasari tadi malam, pagi ini Donokerto 2, air tidak keluar.. Moh
1	16	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Mengapa pelayanan terkait gangguan pdam lama sekali mendapat responnya.. Call center tidak ada yang m
1	17	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Selamat sore #SobatAir Sekilas info untuk #SobatAir jika terjadi air keruh di rumah kalian Ada beberapa fai
1	18	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Di jalan Bulak banteng madya 15 sudah seminggu air gak kluar Mohon di tindak lanjut
1	19	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	mohon maaf,untuk daerah rumah kami alamat jl. mulyorejo pertanian no.24 sudah 2 hari tidak keluar airny
1	20	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	PDAM...ini drtdi siang air ky gni ini mksdnya apa??? Tolong donk kualitasnya itu loh....ini di daerah sambike
1	21	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Air di pagsangan agung l tidak nyala pak kenapa?
1	22	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Kutisari selatan airnya mati dari jam 3 pagi tanpa pemberitahuan ☹️ tolong dong kan pagi banyak kegiatan h
1	23	4	16176578: data	data	fetch	(2	09:39.4	Facebook	/<page-id>/	Pak kenapa air di Alamat bulak banteng Madya sudah 6 hari ini tdak keluar . Mohon perhatiannya terimakasih

Gambar 3.7. Hasil *Crawling* Facebook PDAM Kota Surabaya

Pada Gambar 3.7 dapat dilihat beberapa keluhan masyarakat seperti pada baris keenam yang berbunyi “Lapor. Air PDAM di rumah saya keruh”. Kalimat ini merupakan sentimen negative masyarakat terhadap pelayanan PDAM Surya Sembada.

3.4.5. Analisis Sentimen

Setelah mendapatkan data melalui teknik *crawling*, selanjutnya adalah bagaimana menterjemahkan data tersebut menjadi suatu analisis sentiment sehingga dapat digunakan sebagai salah satu sumber pengambilan keputusan pada DSS prioritas pembangunan infrastruktur air minum.

Umadevi (2014), dalam penelitiannya berjudul *sentiment analysis using WEKA*, memanfaatkan algoritma yang terdapat dalam aplikasi ini untuk melakukan analisis sentimen. Data set yang ada, difilter dengan algoritma *filtered classified* milik WEKA *StringToWordVector*. Filter ini akan memisahkan kalimat menjadi

potongan kata individu. Setelah mendapatkan StringToWordVector, selanjutnya data set akan diklasifikasikan dengan menggunakan algoritma Bayes Naïve yang juga terdapat dalam aplikasi WEKA, untuk menghasilkan *Confusion Matrix*. *Confusion Matrix* ini dapat dibaca sebagaimana Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Tabel *Confusion Matrix*

		Nilai Sebenarnya	
		TRUE	FALSE
Nilai Prediksi	TRUE	TP (True Positive)	FP (False Positive)
	FALSE	FN (False Negative)	TN (True Negative)

Sumber: Vidya, 2015

Dengan mengacu pada Tabel 3.3, dapat dihitung Net Brand Reputation (Vidya, 2015) dengan persamaan:

$$NBR = \%total\ positive - \%total\ negative \dots\dots\dots (3.1)$$

Teknik Net Brand Reputation (NBR) disebut juga *social media listening* yang merupakan metode pemasaran dengan memanfaatkan komentar masyarakat dari berbagai social media, termasuk facebook, untuk mengambil keputusan terhadap suatu produk. Dalam hal penelitian ini adalah keputusan untuk skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum.

Karena dalam klasifikasi pada data text penelitian ini tidak menggunakan nilai netral serta nilai sentiment yang menjadi tujuan akhir adalah sentimen negatif maka NRB dari model dapat dimodifikasi menjadi prosentase TP terhadap seluruh data yang dihasilkan confusion matrix. Persamaan tersebut dapat diterjemahkan sebagai berikut:

$$NBR_{model} = \frac{TP}{TP + FP + FN + TN} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Penentuan Batas Wilayah Studi Penelitian

Wilayah Republik Indonesia terdiri dari 34 Provinsi yang terbagi – bagi kedalam 416 Kabupaten dan 98 Kotamadya, termasuk lima Kotamadya di DKI Jakarta (Permendagri No. 137 tahun 2017, 2017). Dari 34 Provinsi, penelitian ini mengambil Provinsi Jawa Timur sebagai wilayah studi karena memiliki jumlah Kab / Kota terbanyak (38 Kab / Kota) diantara seluruh provinsi di Indonesia. Provinsi Jawa Timur sendiri, terdiri dari 29 Kabupaten dan 9 Kota. Jika ke-38 Kab / Kota tersebut menjadi obyek penelitian secara bersamaan maka penelitian ini sangat luas dan akan terfokus pada Kab / Kota tersebut. Untuk lebih memfokuskan pembahasan pada topik utama penelitian yakni DSS, maka akan diambil sebanyak enam Kab / Kota untuk mewakili 38 Kab / Kota. Pemilihan enam dari 38 Kab / Kota dilakukan secara *purposive sampling* dengan mempertimbangkan keseimbangan data Kab / Kota terhadap tiga kriteria yang akan digunakan untuk analisis sensitivitas. Keseimbangan data yang digunakan penting untuk menghasilkan analisis sensitivitas yang baik dan tajam. Dari 9 Kota di Provinsi Jawa Timur, diambil sebanyak 3 Kota dengan mempertimbangkan kombinasi KFD, TKA dan ADR. Ketiga kota tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Tiga Kota di Provinsi Jawa Timur Untuk Menjadi Wilayah Studi

NO	KABUPATEN / KOTA	KONDISI FISKAL DAERAH (KFD) berdasarkan PMK NO. 126 TAHUN 2019		TINGKAT KERAWA NAN AIR (TKA)	HASIL ASSESSMENT DOKUMEN RISPAM (ADR)		KET
		INDEKS KFD	KATEGORI KFD		%	KETERANGAN	
1	Kota Surabaya	9.675	Sangat Tinggi	Tinggi	98.20%	Sudah/Siap Legalisasi	Dipilih
2	Kota Malang	1.581	Tinggi	Rendah	76.00%	Perbaikan - dianggarkan	
3	Kota Kediri	0.816	Sedang	Tinggi	27.66%	Perbaikan - dianggarkan	
4	Kota Mojokerto	0.787	Sedang	Tinggi	91.22%	Perbaikan - dianggarkan	
5	Kota Blitar	0.879	Sedang	Rendah	43.17%	Perbaikan - dianggarkan	Dipilih
6	Kota Probolinggo	0.829	Sedang	Rendah	65.00%	Perbaikan - dianggarkan	
7	Kota Madiun	0.871	Sedang	Rendah	77.43%	Perbaikan - dianggarkan	
8	Kota Pasuruan	0.623	Rendah	Tinggi	96.51%	Perbaikan - dianggarkan	
9	Kota Batu	0.674	Rendah	Rendah	71.18%	Perbaikan - dianggarkan	Dipilih

Sumber: hasil pengolahan, 2020

Perhatikan Tabel 4.1, Kota Surabaya dipilih untuk mewakili KFD dengan Kategori “Sangat Tinggi”. Sedangkan untuk mewakili KFD Kategori “Rendah” Kota Batu lebih dipilih dibandingkan dengan Kota Pasuruan karena Kota Pasuruan memiliki status TKA “Tinggi” yang sebetulnya telah terwakili oleh Kota Surabaya dengan TKA yang juga berstatus “Tinggi”. Kemudian untuk Kota ketiga haruslah mewakili Kategori KFD “Sedang”. Dari 5 Kota dengan Kategori KFD “Sedang”, Kota Blitar dipilih karena nilai KFD nya paling tinggi dalam kelompok Kota dengan Kategori KFD “Sedang”.

Selanjutnya, dari 29 Kabupaten di Provinsi Jawa Timur juga dipilih sebanyak 3 Kabupaten untuk menjadi obyek analisis sensitivitas. Jika diperhatikan pada Tabel 4.1, Kota Surabaya memiliki KFD yang sangat ekstrim (Indeks KFD = 9.675). Nilai KFD ini sangat jauh di atas Kab / Kota lainnya di Provinsi Jawa Timur. Untuk menganalisis data ekstrim ini, haruslah dipilih Kabupaten dengan Kategori KFD yang juga “Sangat Tinggi” namun dengan kriteria lainnya (TKA atau ADR) dipilih yang rendah. Dari lima Kabupaten dengan Kategori KFD “Sangat Tinggi”, dipilih Kabupaten Jember dengan prosentase ADR yang paling rendah (59.02%). Perbandingannya dapat dilihat dengan jelas pada Tabel 4.2

Tabel 4.2. Kabupaten di Provinsi Jawa Timur Dengan Kategori KFD “Sangat Tinggi”

NO	KABUPATEN / KOTA	KONDISI FISKAL DAERAH (KFD) berdasarkan PMK NO. 126 TAHUN 2019		TINGKAT KERAWA NAN AIR (TKA)	HASIL ASSESSMENT DOKUMEN RISPAM (ADR)		KET
		INDEKS KFD	KATEGORI KFD		%	KETERANGAN	
10	Sidoarjo	3.257	Sangat Tinggi	Tinggi	76.99%	Sudah/Siap Legalisasi	
11	Malang	2.030	Sangat Tinggi	Tinggi	66.44%	Sudah/Siap Legalisasi	
12	Banyuwangi	1.989	Sangat Tinggi	Tinggi	81.86%	Sudah/Siap Legalisasi	
13	Bojonegoro	5.307	Sangat Tinggi	Tinggi	69.44%	Perbaikan - dianggarkan	
14	Gresik	2.383	Sangat Tinggi	Tinggi	79.31%	Perbaikan - dianggarkan	
15	Jember	2.346	Sangat Tinggi	Tinggi	59.02%	Perbaikan - dianggarkan	Dipilih

Sumber: hasil pengolahan, 2020

Selanjutnya dari Kabupaten yang tersisa untuk dipilih, terdapat dua Kategori KFD yakni Kabupaten dengan Kategori KFD “Tinggi” dan “Sedang” sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Kabupaten di Provinsi Jawa Timur Dengan Kategori KFD “Tinggi” dan “Sedang”

NO	KABUPATEN / KOTA	KONDISI FISKAL DAERAH (KFD) berdasarkan PMK NO. 126 TAHUN 2019		TINGKAT KERAWA NAN AIR (TKA)	HASIL ASSESSMENT DOKUMEN RISPAM (ADR)		KET
		INDEKS KFD	KATEGORI KFD		%	KETERANGAN	
16	Madiun	1.145	Tinggi	Tinggi	85.49%	Sudah/Siap Legalisasi	
17	Ponorogo	1.258	Tinggi	Tinggi	84.88%	Sudah/Siap Legalisasi	
18	Nganjuk	1.205	Tinggi	Tinggi	82.54%	Sudah/Siap Legalisasi	
19	Lamongan	1.904	Tinggi	Tinggi	82.97%	Sudah/Siap Legalisasi	
20	Lumajang	1.496	Tinggi	Tinggi	81.03%	Sudah/Siap Legalisasi	
21	Jombang	1.327	Tinggi	Tinggi	85.00%	Perbaikan - dianggarkan	
22	Sumenep	1.135	Tinggi	Tinggi	61.00%	Perbaikan - dianggarkan	
23	Tuban	1.345	Tinggi	Tinggi	85.09%	Perbaikan - dianggarkan	
24	Tulungagung	1.388	Tinggi	Tinggi	76.17%	Perbaikan - dianggarkan	
25	Blitar	1.320	Tinggi	Tinggi	89.99%	Perbaikan - dianggarkan	
26	Mojokerto	1.453	Tinggi	Sedang	88.02%	Perbaikan - dianggarkan	
27	Kediri	1.531	Tinggi	Sedang	75.76%	Perbaikan - dianggarkan	Dipilih
28	Pasuruan	1.715	Tinggi	Rendah	47.55%	Perbaikan - Tdk dianggarkan	
29	Bangkalan	0.763	Sedang	Tinggi	29.22%	Sudah/Siap Legalisasi	
30	Pacitan	0.969	Sedang	Tinggi	84.38%	Sudah/Siap Legalisasi	Dipilih
31	Probolinggo	1.071	Sedang	Tinggi	76.89%	Sudah/Siap Legalisasi	
32	Pamekasan	0.899	Sedang	Tinggi	96.22%	Sudah/Siap Legalisasi	
33	Magetan	1.012	Sedang	Tinggi	88.99%	Sudah/Siap Legalisasi	
34	Ngawi	1.047	Sedang	Tinggi	79.54%	Sudah/Siap Legalisasi	
35	Sampang	0.995	Sedang	Tinggi	86.89%	Sudah/Siap Legalisasi	
36	Bondowoso	0.982	Sedang	Tinggi	69.39%	Perbaikan - dianggarkan	
37	Situbondo	0.740	Sedang	Tinggi	65.87%	Perbaikan - dianggarkan	
38	Trenggalek	1.047	Sedang	Tinggi	58.82%	Perbaikan - dianggarkan	

Sumber: hasil pengolahan, 2020

Perhatikan Tabel 4.3, dari 13 Kabupaten dengan Kategori KFD “Tinggi”, hanya tiga Kabupaten dengan status TKA yang bukan “Tinggi”. Karena Kabupaten Jember yang dipilih sebelumnya memiliki TKA dengan status “Tinggi”, maka untuk Kabupaten kedua, status TKA “Tinggi” dihindari. Dari tiga Kabupaten yakni Mojokerto, Kediri dan Pasuruan, Kabupaten Kediri lebih dipilih karena memiliki status TKA “Sedang” (TKA status “Sedang” belum terwakili dari pilihan sebelumnya). Kabupaten Mojokerto juga memiliki TKA dengan status “Sedang”, namun Kabupaten Kediri lebih dipilih karena Indeks KFD nya lebih tinggi dibandingkan dengan Kabupaten Mojokerto.

Kabupaten terakhir, dipilih dengan mempertimbangkan bahwa Kota Surabaya masih satu-satunya pilihan dengan status ADR “Sudah/Siap Legalisasi”. Pada Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa terdapat 7 Kabupaten dengan Kategori KFD

“Sedang”, status TKA “Tinggi” dan Kondisi ADR ”Sudah / Siap Legalisasi”. Ketujuh Kabupaten tersebut adalah Bangkalan, Pacitan, Probolinggo, Pamekasan, Magetan, Ngawi dan Sampang. Karena dua pilihan Kabupaten sebelumnya memilih ADR terendah kemudian KFD tertinggi, maka dalam memilih Kabupaten ketiga dipilih Kabupaten dengan prosentase ADR berada di tengah - tengah dari 7 Kabupaten tersebut. Dan Kabupaten dengan prosentase ADR yang paling mendekati pertengahan adalah Kabupaten Pacitan.

Dengan demikian, secara *purposive sampling* dengan tujuan untuk mempertajam hasil analisis sensitivitas, terpilih enam Kab / Kota dari Provinsi Jawa Timur untuk menjadi obyek penelitian ini. Keenam Kab / Kota tersebut adalah Kota Surabaya, Kota Batu, Kota Blitar, Kabupaten Jember, Kabupaten Kediri dan Kabupaten Pacitan.

4.2. Kriteria dan Sub-kriteria yang digunakan dalam DSS

Setelah mendapatkan enam Kab / Kota yang menjadi obyek analisis sensitivitas tahapan selanjutnya adalah menentukan Kriteria - Kriteria beserta Sub-kriteria yang digunakan dalam pengambilan keputusan prioritas pembangunan infrastruktur air minum. Sebagaimana telah dijelaskan pada Bab III, Kriteria dan Sub-kriteria yang digunakan dalam penelitian ini akan menggunakan Kriteria dan Sub-kriteria yang dihasilkan oleh Putra dan Lasminto (2019) yang telah diseminarkan dalam *Joint International Conference on Civil, Environmental and Geo Engineering (JIC-CEGE)* pada tanggal 1 s.d. 2 Oktober 2019 di Hotel Santika Premiere Gubeng, Surabaya, yang diselenggarakan oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, dengan Ref. No. JIC-CEGE 027 dan No Sertifikat: B/80172/IT2.VI.4.3/DL.07.00/2019. Hasil seminar ini akan diterbitkan dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* dengan jadwal penerbitan pada *2nd Quarter of 2020*. Daftar Kriteria dan Sub-kriteria serta mekanisme pengukuran dari setiap Sub-kriteria dapat dilihat pada Tabel 3.2 yang tercantum dalam Metode Penelitian.

4.3. Penyusunan Hirarki Model

Setelah mendapatkan kriteria dan sub-kriteria yang akan digunakan dalam model DSS, tahapan selanjutnya adalah menyusun hirarki model. Hirarki model disusun berdasarkan bobot / tingkat kepentingan setiap kriteria dan sub-kriteria, mulai dari bobot kepentingan tertinggi hingga bobot kepentingan terendah. Proses ini akan dimulai dengan tahap penilaian derajat kepentingan tiap kriteria dan sub-kriteria oleh para *expert*, atau sering juga disebut *expert's judgement*.

4.3.1 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP

Sebagaimana dijelaskan dalam Bab Metode Penelitian, proses pengisian kuesioner oleh para *expert* dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan target merupakan Pejabat di lingkungan Direktorat Jenderal Cipta Karya yang secara tugas dan fungsi merupakan yang paling berpengaruh terhadap keputusan pembangunan infrastruktur permukiman utamanya pembangunan infrastruktur air minum. *Expert* yang berhasil dimintakan partisipasinya dalam penelitian ini berjumlah enam orang *expert* dengan rincian sebagai berikut:

- a. Direktur Keterpaduan Infrastruktur Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya (KODE: Dir. KIP).
- b. Kasubdit Keterpaduan Pemrograman, Direktorat Keterpaduan Infrastruktur Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya (KODE: Ksd. KP).
- c. Kasubdit Perencanaan Teknis, Direktorat Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, Direktorat Jenderal Cipta Karya (KODE: Ksd. PT).
- d. Kasi Keterpaduan Pemrograman I, Subdit Keterpaduan Pemrograman, Direktorat Keterpaduan Infrastruktur Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya (KODE: Ks. KP-I).
- e. Kasi Keterpaduan Pemrograman II, Subdit Keterpaduan Pemrograman, Direktorat Keterpaduan Infrastruktur Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya (KODE: Ks. KP-II).

- f. Kasi Analisa Teknis, Subdit Perencanaan Teknis, Direktorat Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, Direktorat Jenderal Cipta Karya (KODE: Ks. AT).

Dengan *expert judgement* dari enam pakar tersebut di atas, bobot kepentingan setiap kriteria dapat dihitung dengan dua metode yakni AHP dan FAHP. Hasil perhitungan bobot kriteria dengan metode AHP dapat dijelaskan sebagai berikut:

4.3.1.1 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: *Judgement* oleh Direktur Keterpaduan Infrastruktur Permukiman (Dir. KIP)

Hasil kuesioner Dir. KIP terhadap bobot kepentingan kriteria, dapat ditampilkan dalam bentuk matrik *pairwise comparison* menggunakan persamaan (2.25) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Matrik *Pairwise Comparison* dari kriteria, *Judgement* Oleh Dir. KIP

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM
PP-PP	1	1/3	2	6
TK-PD	3	1	4	8
KSE-M	1/2	1/4	1	5
PM-AM	1/6	1/8	1/5	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Kemudian dari matrik *Pairwise Comparison* tersebut dapat dihasilkan Matrik Normalisasi, sebagaimana dijelaskan dalam sub-sub-sub-sub-bab 2.1.3.6.2 dengan topik Prosedur AHP bagian c, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Matrik Normalisasi dari kriteria, *Judgement* Oleh Dir. KIP

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM
PP-PP	0.214	0.195	0.278	0.300
TK-PD	0.643	0.585	0.556	0.400
KSE-M	0.107	0.146	0.139	0.250
PM-AM	0.036	0.073	0.028	0.050

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Selanjutnya, dari Matrik Normalisasi seluruh nilai dari setiap barisnya dijumlahkan dan dihitung rata - rata nya untuk mendapatkan Bobot Kepentingan yang dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Bobot Kepentingan Kriteria, *Judgement* Oleh Dir. KIP

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.214	0.195	0.278	0.300	0.247
TK-PD	0.643	0.585	0.556	0.400	0.546
KSE-M	0.107	0.146	0.139	0.250	0.160
PM-AM	0.036	0.073	0.028	0.050	0.047

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Setelah mendapatkan bobot kepentingan, dilakukan validasi dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR) sebagaimana persamaan (2.26) dan (2.27). CR dari Matrik hasil kuesioner oleh Dir. KIP adalah sebesar 0.046. Karena CR (0.046) adalah kurang dari sama dengan 10% ($CR \leq 0.1$), maka matrik kuesioner dinyatakan cukup konsisten dan bobot kepentingan yang dihasilkan valid untuk digunakan.

Dari Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa menurut Direktur Keterpaduan Infrastruktur Permukiman, kriteria yang paling penting adalah kriteria kondisi Teknis dan Keuangan dari Pemerintah Daerah (TK-PD) dengan bobot kepentingan sebesar 0.546. Kemudian terpenting kedua adalah kriteria Program Prioritas dari Pemerintah Pusat (PP-PP) dengan bobot kepentingan sebesar 0.247. Urutan ketiga adalah Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M) dengan bobot kepentingan sebesar 0.160. Dan kriteria dengan bobot kepentingan terendah adalah Presepsi Masyarakat terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM) dengan bobot sebesar 0.047.

Dalam proses pengisian kuesioner, Dir. KIP memberikan alasan rendahnya bobot kriteria Presepsi Masyarakat terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya adalah karena responden menganggap masyarakat saat ini belum memahami dengan baik dan benar tentang hak dan tanggungjawabnya terhadap akses air minum layak. Kurangnya pemahaman masyarakat ini menjadikan responden menganggap kriteria Presepsi Masyarakat dirasa kurang tepat

penggunaannya dalam model DSS. Haruslah terlebih dahulu memberikan edukasi kepada masyarakat tentang hak dan tanggungjawabnya terhadap akses air minum layak barulah kemudian persepsi masyarakat dapat digunakan sebagai salah satu tolak ukur penentuan ranking prioritas pembangunan infrastruktur air minum.

4.3.1.2 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: *Judgement* oleh Kasubdit Keterpaduan Pemrograman (Ksd. KP)

Matrik *pairwise comparison* hasil kuesioner dari Kasubdit Keterpaduan Pemrograman (Ksd. KP) terhadap bobot kepentingan kriteria, dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Matrik *Pairwise Comparison* dari kriteria, *Judgement* Oleh Ksd. KP

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM
PP-PP	1	3	3	4
TK-PD	1/3	1	1	2
KSE-M	1/3	1	1	2
PM-AM	1/4	1/2	1/2	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Kemudian dari matrik *Pairwise Comparison* tersebut dapat dihasilkan Matrik Normalisasi, sebagaimana dijelaskan dalam sub-sub-sub-sub-bab 2.1.3.6.2 dengan topik Prosedur AHP bagian c. Matrik Normalisasi dapat dilihat pada Tabel 4.8 kolom pertama s.d. kolom kelima. Selanjutnya, nilai dari setiap barisnya dijumlahkan dan dihitung rata - rata aritmatik-nya untuk mendapatkan Bobot Kepentingan yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 kolom Bobot Kepentingan.

Tabel 4.8. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, *Judgement* Oleh Ksd. KP

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.522	0.545	0.545	0.444	0.514
TK-PD	0.174	0.182	0.182	0.222	0.190
KSE-M	0.174	0.182	0.182	0.222	0.190
PM-AM	0.130	0.091	0.091	0.111	0.106

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Setelah mendapatkan bobot kepentingan, dilakukan validasi dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR) sebagaimana persamaan (2.26) dan (2.27). CR dari Matrik hasil kuesioner oleh Ksd. KP adalah sebesar 0.008. Karena CR (0.008) adalah kurang dari sama dengan 10% ($CR \leq 0.1$), maka matrik kuesioner dinyatakan cukup konsisten dan bobot kepentingan yang dihasilkan valid untuk digunakan.

Menurut Kasubdit Keterpaduan Pemrogramman, Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP) adalah kriteria yang menjadi prioritas pertama dengan bobot kepentingan sebesar 0.514. Sedangkan di prioritas kedua adalah kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD) dan Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M) dengan bobot kepentingan yang sama yakni sebesar 0.190. Sejalan dengan pemikiran Dir. KIP, berada di ranking prioritas terakhir adalah kriteria Presepsi Masyarakat terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM) dengan bobot kepentingan sebesar 0.106.

Meskipun terdapat perbedaan ranking kepentingan pertama, kedua dan ketiga, namun baik Dir. KIP maupun Ksd. KP sepakat bahwa kriteria (PM-AM) adalah prioritas terakhir dalam penentuan ranking prioritas pembangunan infrastruktur air minum.

4.3.1.3 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: *Judgement* oleh Kasubdit Perencanaan Teknis Direktorat PSPAM (Ksd. PT)

Matrik *pairwise comparison* hasil kuesioner dari Kasubdit Perencanaan Teknis Direktorat PSPAM (Ksd. PT) terhadap bobot kepentingan kriteria, dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Matrik *Pairwise Comparison* dari kriteria, *Judgement* Oleh Ksd. PT

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM
PP-PP	1	1	1	1/2
TK-PD	1	1	1	1/2
KSE-M	1	1	1	1/2
PM-AM	2	2	2	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Kemudian dari matrik *Pairwise Comparison* tersebut dapat dihasilkan Matrik Normalisasi, sebagaimana dijelaskan dalam sub-sub-sub-sub-bab 2.1.3.6.2 dengan topik Prosedur AHP bagian c. Matrik Normalisasi dapat dilihat pada Tabel 4.10 kolom pertama s.d. kolom kelima. Selanjutnya, nilai dari setiap barisnya dijumlahkan dan dihitung rata - rata aritmatik-nya untuk mendapatkan Bobot Kepentingan yang dapat dilihat pada Tabel 4.10 kolom Bobot Kepentingan

Tabel 4.10. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, *Judgement* Oleh Ksd. PT

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
TK-PD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
KSE-M	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
PM-AM	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Setelah mendapatkan bobot kepentingan, dilakukan validasi dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR) sebagaimana persamaan (2.26) dan (2.27). CR dari Matrik hasil kuesioner oleh Ksd. PT adalah sebesar 0.000. Karena CR (0.000) adalah sama dengan dengan nol (CR = 0.000), maka matrik kuesioner dinyatakan konsisten dan bobot kepentingan yang dihasilkan valid untuk digunakan.

Tabel 4.10 memberikan informasi bahwa menurut Kasubdit Perencanaan Teknis Direktorat PSPAM (Ksd. PT) kriteria yang paling utama prioritasnya adalah kriteria Presepsi Masyarakat terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM) dengan bobot kepentingan sebesar 0.4. Kemudian prioritas kedua adalah kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP), Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD) dan Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M) yang secara bersama - sama memiliki bobot kepentingan yang sama yakni sebesar 0.2. Dengan demikian maka Ksd. PT tidak sejalan dengan Dir. KIP dan Ksd. KP. Karena Ksd. PT lebih memprioritaskan Presepsi Masyarakat di atas kriteria lainnya.

4.3.1.4 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: *Judgement* oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman I (Ks. KP-I)

Matrik *pairwise comparison* hasil kuesioner dari Kasi Keterpaduan Pemrogramman I (Ks. KP-I) terhadap bobot kepentingan kriteria, dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Matrik Pairwise Comparison dari kriteria, *Judgement* Oleh Ks. KP-I

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM
PP-PP	1	3	6	1/2
TK-PD	1/3	1	4	1/4
KSE-M	1/6	1/4	1	1/7
PM-AM	2	4	7	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Kemudian dari matrik *Pairwise Comparison* tersebut dapat dihasilkan Matrik Normalisasi, sebagaimana dijelaskan dalam sub-sub-sub-sub-bab 2.1.3.6.2 dengan

topik Prosedur AHP bagian c. Matrik Normalisasi dapat dilihat pada Tabel 4.12 kolom pertama s.d. kolom kelima. Selanjutnya, nilai dari setiap barisnya dijumlahkan dan dihitung rata - rata aritmatik-nya untuk mendapatkan Bobot Kepentingan yang dapat dilihat pada Tabel 4.12 kolom Bobot Kepentingan.

Tabel 4.12. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, *Judgement* Oleh Ks. KP-I

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.286	0.364	0.333	0.264	0.312
TK-PD	0.095	0.121	0.222	0.132	0.143
KSE-M	0.048	0.030	0.056	0.075	0.052
PM-AM	0.571	0.485	0.389	0.528	0.493

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Setelah mendapatkan bobot kepentingan, dilakukan validasi dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR) sebagaimana persamaan (2.26) dan (2.27). CR dari Matrik hasil kuesioner oleh Ks. KP-I adalah sebesar 0.038. Karena CR (0.038) adalah kurang dari sama dengan 10% ($CR \leq 0.1$), maka matrik kuesioner dinyatakan cukup konsisten dan bobot kepentingan yang dihasilkan valid untuk digunakan.

Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.12, Kasi Keterpaduan Pemrograman I (Ks. KP-I) memiliki pemahaman yang sama dengan Ksd. PT dengan menempatkan kriteria Presepsi Masyarakat terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM) pada prioritas pertama dengan bobot kepentingan sebesar 0.493. Di tempat kedua adalah kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP) dengan bobot kepentingan 0.312. Kemudian selanjutnya secara berurutan adalah kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD) dan Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M) dengan bobot kepentingan sebesar 0.143 dan 0.052. Rendahnya bobot kepentingan kriteria KSE-M (0.052) adalah akibat dari responden yang menganggap bahwa kondisi sosial dan ekonomi yang terjadi pada masyarakat hanyalah dampak dari pelaksanaan program pemerintah. Selain hal tersebut, responden Ks. KP-I juga berpendapat bahwa Presepsi Masyarakat amatlah

penting karena merupakan tugas utama pemerintah untuk memberikan pelayanan terbaik bagi masyarakat.

4.3.1.5 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: *Judgement* oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman II (Ks. KP-II)

Matrik *pairwise comparison* hasil kuesioner dari Kasi Keterpaduan Pemrogramman II (Ks. KP-II) terhadap bobot kepentingan kriteria, dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Matrik Pairwise Comparison dari kriteria, *Judgement* Oleh Ks. KP-II

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM
PP-PP	1	1/3	1	4
TK-PD	3	1	3	6
KSE-M	1	1/3	1	4
PM-AM	1/4	1/6	1/4	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Kemudian dari matrik *Pairwise Comparison* tersebut dapat dihasilkan Matrik Normalisasi, sebagaimana dijelaskan dalam sub-sub-sub-sub-bab 2.1.3.6.2 dengan topik Prosedur AHP bagian c. Matrik Normalisasi dapat dilihat pada Tabel 4.14 kolom pertama s.d. kolom kelima. Selanjutnya, nilai dari setiap barisnya dijumlahkan dan dihitung rata - rata aritmatik-nya untuk mendapatkan Bobot Kepentingan yang dapat dilihat pada Tabel 4.14 kolom Bobot Kepentingan.

Tabel 4.14. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, *Judgement* Oleh Ks. KP-II

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.190	0.182	0.190	0.267	0.207
TK-PD	0.571	0.545	0.571	0.400	0.522
KSE-M	0.190	0.182	0.190	0.267	0.207
PM-AM	0.048	0.091	0.048	0.067	0.064

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Setelah mendapatkan bobot kepentingan, dilakukan validasi dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR) sebagaimana persamaan (2.26) dan (2.27). CR dari Matrik hasil kuesioner oleh Ks. KP-I adalah sebesar 0.038. Karena CR (0.023) adalah kurang dari sama dengan 10% ($CR \leq 0.1$), maka matrik kuesioner dinyatakan cukup konsisten dan bobot kepentingan yang dihasilkan valid untuk digunakan.

Perhatikan Tabel 4.14 bagaimana Kasi Keterpaduan Pemrograman II (Ks. KP-II) menempatkan kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD) pada urutan pertama dengan bobot kepentingan sebesar 0.522. Kemudian ditempat kedua adalah kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP) dan Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M) dengan bobot kepentingan yang seragam yakni 0.207. Presepsi Masyarakat terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM) berada pada prioritas terakhir dengan bobot kepentingan sebesar 0.064. Responden Ks. KP-II memiliki pendapat yang kurang lebih sama dengan Dir. KIP dimana kriteria TK-PD merupakan kriteria yang paling berpengaruh dalam pengambilan keputusan ranking prioritas pembangunan infrastruktur permukiman. Kedua responden ini beranggapan bahwa bantuan / hibah paling tepat diberikan dengan mempertimbangkan kondisi pemerintah daerah setempat. Kemudian kriteria PM-AM juga diberikan bobot kepentingan terendah oleh Ks. KP-II. Hal ini karena Ks. KP-II sependapat bahwa masyarakat belum benar - benar memahami hak dan kewajibannya terhadap akses air minum yang layak.

4.3.1.6 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP: *Judgement* oleh Kasi Analisa Teknis Direktorat PSPAM (Ks. AT)

Matrik *pairwise comparison* hasil kuesioner dari Kasi Analisa Teknis Direktorat PSPAM (Ks. AT) terhadap bobot kepentingan kriteria, dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Matrik Pairwise Comparison dari kriteria, Judgement Oleh Ks. AT

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM
PP-PP	1	1/2	1/3	1/2
TK-PD	2	1	1/2	1
KSE-M	3	2	1	2
PM-AM	2	1	1/2	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Kemudian dari matrik *Pairwise Comparison* tersebut dapat dihasilkan Matrik Normalisasi, sebagaimana dijelaskan dalam sub-sub-sub-sub-bab 2.1.3.6.2 dengan topik Prosedur AHP bagian c. Matrik Normalisasi dapat dilihat pada Tabel 4.16 kolom pertama s.d. kolom kelima. Selanjutnya, nilai dari setiap barisnya dijumlahkan dan dihitung rata - rata aritmatik-nya untuk mendapatkan Bobot Kepentingan yang dapat dilihat pada Tabel 4.16 kolom Bobot Kepentingan.

Tabel 4.16. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan dari Kriteria, *Judgement* Oleh Ks. AT

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.125	0.111	0.143	0.111	0.123
TK-PD	0.250	0.222	0.214	0.222	0.227
KSE-M	0.375	0.444	0.429	0.444	0.423
PM-AM	0.250	0.222	0.214	0.222	0.227

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Setelah mendapatkan bobot kepentingan, dilakukan validasi dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR) sebagaimana persamaan (2.26) dan (2.27). CR dari Matrik hasil kuesioner oleh Ks. KP-I adalah sebesar 0.004. Karena CR (0.004) adalah kurang dari sama dengan 10% ($CR \leq 0.1$), maka matrik kuesioner dinyatakan cukup konsisten dan bobot kepentingan yang dihasilkan valid untuk digunakan.

Tabel 4.16 memberikan gambaran bagaimana Kasi Analisa Teknis Direktorat PSPAM (Ks. AT) memiliki perbedaan yang cukup unik karena menjadi

satu - satunya expert yang menjadikan kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M) menjadi prioritas pertama dengan bobot kepentingan sebesar 0.432. Selanjutnya pada prioritas kedua terdapat dua kriteria dengan bobot kepentingan sebesar 0.227 yakni kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD) dan kriteria Presepsi Masyarakat terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM). Dan berada pada prioritas terakhir adalah kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP) dengan bobot kepentingan 0.123. Expert Ks. AT beranggapan bahwa yang paling utama adalah kondisi masyarakat di suatu daerah. Pemberian hibah / bantuan haruslah terlebih dahulu mengutamakan melihat kondisi dari masyarakat di suatu daerah barulah kemudian mempertimbangkan kriteria - kriteria lainnya.

4.3.1.7 Analisis Hasil Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode AHP Dari Seluruh *Expert*

Dengan melihat hasil bobot kepentingan dari masing - masing expert pada sub-sub-bab 4.3.1.1 s.d. 4.3.1.6, dapat dilihat bagaimana ranking prioritas dari kriteria cukup tersebar merata. Setiap kriteria setidaknya pernah berada pada ranking prioritas pertama minimal satu kali. Keragaman ini cukup dapat dipahami mengingat expert memiliki pengalaman serta latar belakang yang berbeda - beda meskipun berada dalam satu instansi yang sama. Perbedaan inilah yang kemudian menghasilkan *judgement* yang berbeda - beda pula. Sebaran ranking prioritas dari kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.17.

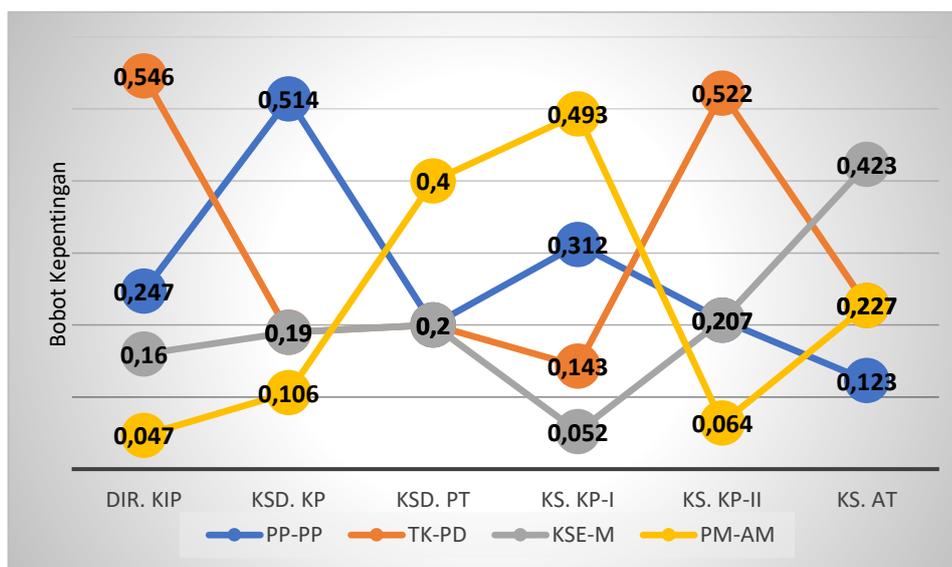
Tabel 4.17. Sebaran Ranking Prioritas dari Kriteria

Kriteria	Ranking Prioritas dari Expert					
	Dir. KIP	Ksd. KP	Ksd. PT	Ks. KP-I	Ks. KP-II	Ks. AT
PP-PP	2	1	2	2	2	4
TK-PD	1	2	2	3	1	2
KSE-M	3	2	2	4	2	1
PM-AM	4	4	1	1	4	2

Sumber: hasil pengolahan. 2019

Dapat dilihat pada Tabel 4.17 bahwa kriteria PP-PP menempati ranking pertama sebanyak 1x kemudian ranking kedua sebanyak 3x dan ranking 3 dan 4 sebanyak masing - masing 1x. Kriteria TK-PD dan PM-AM sama - sama menempati ranking prioritas pertama sebanyak 2x. Kriteria TK-PD cukup dominan dengan hanya berada di ranking pertama (2x) atau kedua (4x). Dengan demikian, dapat dilihat pada Tabel 4.17 bahwa persebaran ranking prioritas adalah cukup merata.

Pada Gambar 4.1, dapat dilihat grafik bobot kepentingan setiap kriteria. Kriteria TK-PD memiliki dua bobot kepentingan tertinggi yakni 0.546 dan 0.522. Sedangkan kriteria dengan bobot terendah adalah PM-AM dengan bobot kepentingan 0.047. Bahkan kriteria ini juga merupakan pemilik bobot terendah ketiga sebesar 0.064. Sehingga meskipun menempati ranking prioritas pertama sebanyak dua kali, namun kriteria PM-AM sering mendapatkan bobot kepentingan terendah.



Gambar 4.1. Grafik Bobot Kepentingan Setiap Kriteria

Pada Gambar 4.1, garis grafik yang cukup mirip dimiliki oleh dua kriteria yakni TK-PD dan KSE-M. Hal ini berarti *judgement* yang dilakukan oleh keenam *expert* terhadap dua kriteria ini polanya hampir mirip. Sedangkan dua kriteria lainnya memiliki hasil *judgement* yang berbeda. Keberagaman ranking prioritas yang terjadi, menyebabkan tidak tercapainya kesepakatan antar *expert*. Sehingga perlu adanya metode penggabungan *expert's judgement*.

4.3.2 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP

Setelah mendapatkan bobot kepentingan setiap kriteria dengan metode AHP, selanjutnya dilakukan perhitungan bobot kepentingan kriteria dengan metode FAHP. Hasilnya adalah sebagai berikut:

4.3.2.1 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: *Judgement* oleh Direktur Keterpaduan Infrastruktur Permukiman

Dengan menggunakan Tabel 2.7 sebagai acuan, matrik *Pairwise Comparison* dari kriteria, *Judgement* Oleh Dir. KIP (Tabel 4.27) ditransformasi menjadi matrik *Triangular Fuzzy Number* (TFN) seperti pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18. Matrik TFN dari kriteria, *Judgement* Oleh Dir. KIP

Kriteria	PP-PP			TK-PD			KSE-M			PM-AM		
PP-PP	1	1	1	1/4	1/3	1/2	1	2	3	5	6	7
TK-PD	2	3	4	1	1	1	3	4	5	7	8	9
KSE-M	1/3	1/2	1	1/5	1/4	1/3	1	1	1	4	5	6
PM-AM	1/7	1/6	1/5	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1	1	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Kemudian hitung rata - rata geometrik nya (geometric mean) sebagaimana persamaan (2.30). Rata - rata geometrik dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19. Rata - rata geometrik dari kriteria, *Judgement* Oleh Dir. KIP

Kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value
PP-PP	1.057	1.414	1.800
TK-PD	2.546	3.130	3.663
KSE-M	0.719	0.889	1.189
PM-AM	0.227	0.254	0.291

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Selanjutnya ikuti langkah sebagaimana sub-sub-sub-bab 2.1.5.1 bagian c untuk mendapatkan bobot fuzzy relatif. Bobot fuzzy relatif dari kriteria dengan *Judgement* oleh Dir. KIP dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20. Bobot fuzzy relatif dari kriteria, *Judgement* Oleh Dir. KIP

Kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value
PP-PP	0.152	0.249	0.396
TK-PD	0.367	0.550	0.805
KSE-M	0.104	0.156	0.261
PM-AM	0.033	0.045	0.064

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tahap berikutnya adalah defuzifikasi dengan menggunakan persamaan (2.31). Hasil defuzifikasi kemudian dinormalisasi untuk mendapatkan bobot kepentingan kriteria. Nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.21.

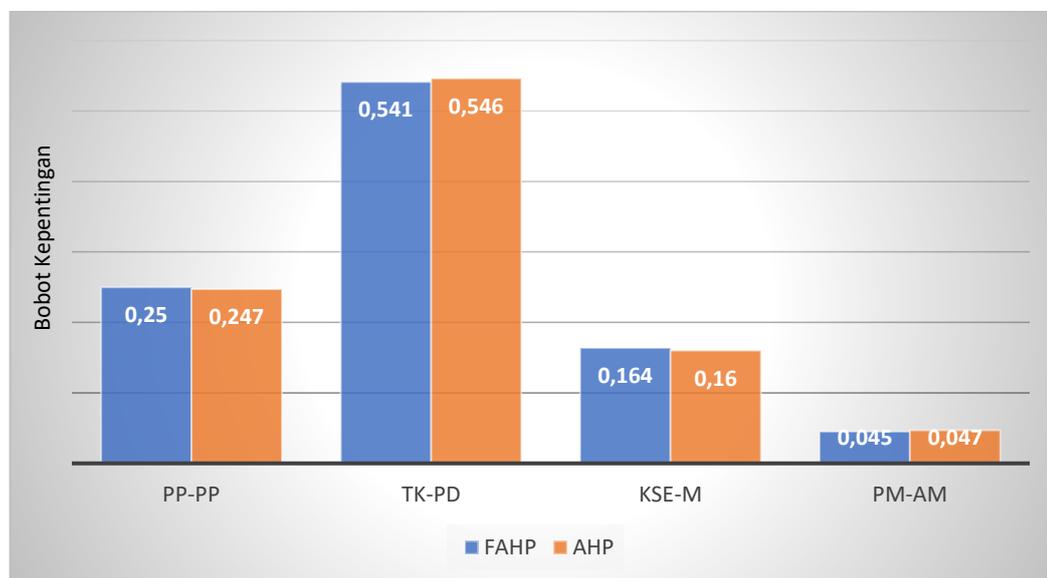
Tabel 4.21. Nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, *Judgement* Oleh Dir. KIP

Kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.152	0.249	0.396	0.266	0.250
TK-PD	0.367	0.550	0.805	0.574	0.541
KSE-M	0.104	0.156	0.261	0.174	0.164
PM-AM	0.033	0.045	0.064	0.047	0.045

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.21 memperlihatkan bahwa menurut Dir. KIP bobot kepentingan tertinggi dari kriteria adalah 0.541 dari kriteria TK-PD. Kemudian selanjutnya kriteria PP-PP pada prioritas kedua dengan bobot kepentingan sebesar 0.250. Prioritas ketiga dan keempat adalah kriteria KSE-M dan PM-AM dengan bobot kepentingan masing - masing sebesar 0.164 dan 0.045. Untuk *judgement* oleh Dit. KIP, urutan ranking prioritas dari metode FAHP ini identik dengan urutan ranking prioritas metode AHP namun dengan sedikit perbedaan bobot kepentingan. Perbedaan bobot

kepentingan antara metode FAHP dengan AHP pada dengan *judgement* oleh Dir. KIP dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan *Judgement* oleh Dir. KIP

Pada Gambar 4.2, terlihat bagaimana bobot kepentingan antara metode FAHP dan AHP sebetulnya tidak jauh berbeda. Pada kriteria PP-PP bobot kepentingan metode FAHP (0.25) sedikit lebih tinggi dari bobot kepentingan metode AHP (0.247) dengan selisih +0.003. Namun pada kriteria TK-PD bobot kepentingan metode FAHP justru sedikit lebih kecil dibandingkan dengan bobot kepentingan metode AHP dengan selisih -0.005. Kemudian pada kriteria KSE-M metode FAHP kembali unggul nilai bobot kepentingan dengan selisih +0.004. Dan pada kriteria terakhir (PM-AM) bobot kepentingan FAHP sedikit lebih kecil dibandingkan bobot kepentingan AHP dengan selisih -0.002.

4.3.2.2 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: *Judgement* oleh Kasubdit Keterpaduan Pemrograman

Dengan langkah - langkah yang sama pada sub-sub-sub-bab 4.3.2.1 didapatkan bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria

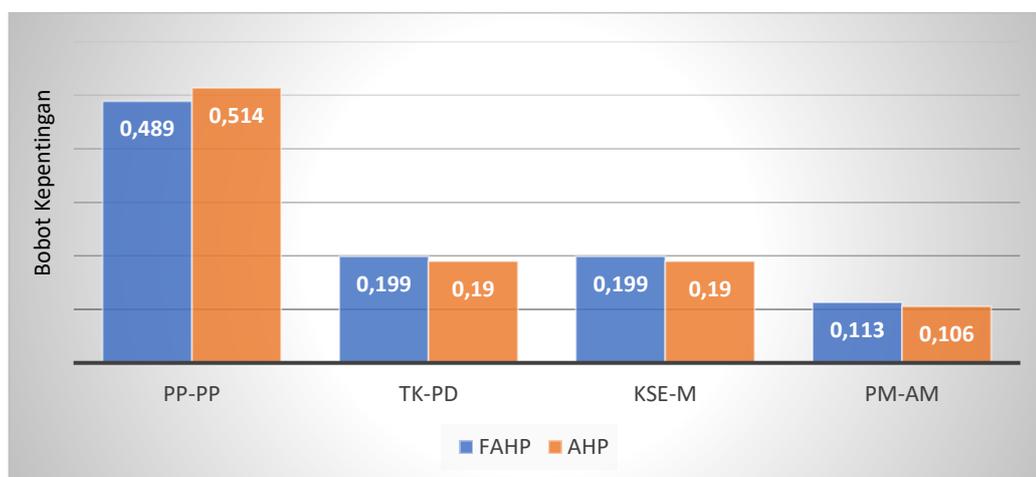
berdasarkan Judgement oleh Kasubdit Keterpaduan Pemrogramman (Ksd. KP) sebagaimana Tabel 4.22.

Tabel 4.22. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, *Judgement* Oleh Ksd. KP

Kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.292	0.515	0.817	0.541	0.489
TK-PD	0.111	0.190	0.359	0.220	0.199
KSE-M	0.111	0.190	0.359	0.220	0.199
PM-AM	0.060	0.105	0.208	0.124	0.113

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.22 memperlihatkan bahwa dengan metode FAHP, menurut Ksd. KP, kriteria yang paling utama prioritasnya adalah kriteria PP-PP dengan bobot kepentingan sebesar 0.489. Pada prioritas kedua adalah kriteria TK-PD dan KSE-M yang sama - sama memiliki bobot kepentingan sebesar 0.199. Dan prioritas terakhir adalah kriteria PM-AM dengan bobot kepentingan sebesar 0.113. Berdasarkan Tabel 4.22 dan Tabel 4.8, dapat dilihat bahwa pada *judgement* oleh Ksd. KP, urutan ranking prioritas yang dihasilkan dari metode FAHP sama dengan urutan ranking prioritas yang dihasilkan dari metode AHP dengan sedikit perbedaan bobot kepentingan. Perbedaan bobot kepentingan antara metode FAHP dengan AHP pada dengan *judgement* oleh Ksd. KP dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan *Judgement* oleh Ksd. KP

Pada Gambar 4.3, terlihat perbandingan antara bobot kepentingan antara metode FAHP dan AHP dengan *Judgement* oleh Ksd. KP. Pada kriteria PP-PP bobot kepentingan metode FAHP (0.489) lebih rendah dari bobot kepentingan metode AHP (0.514) dengan selisih yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan Gambar 4.2 yang pada kriteria PP-PP kedua metode hanya berselisih +0.003. Selisihnya adalah -0.025. Namun pada kriteria TK-PD bobot kepentingan metode FAHP justru sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan bobot kepentingan metode AHP dengan selisih +0.009. Kemudian pada kriteria KSE-M dan PM-AM metode FAHP kembali unggul nilai bobot kepentingan dengan selisih +0.009 dan +0.007. Gambar 4.3 ini juga dapat menjadi dasar untuk menarik kesimpulan bahwa pada *Judgement* kriteria oleh Ksd. KP antara metode FAHP dan AHP memiliki urutan ranking yang identik, dengan sedikit perbedaan selisih bobot kepentingan.

4.3.2.3 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: *Judgement* oleh Kasubdit Perencanaan Teknis Direktorat PSPAM

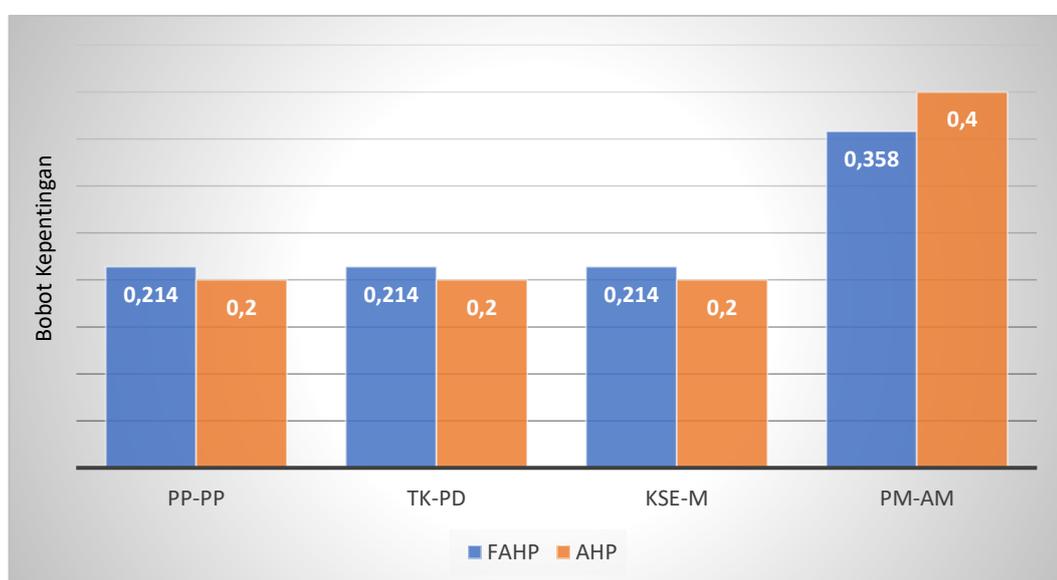
Dengan langkah - langkah yang sama pada sub-sub-sub-bab 4.3.2.1 didapatkan bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria berdasarkan *Judgement* oleh Kasubdit Perencanaan Teknis Direktorat PSPAM (Ksd. PT). Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, *Judgement* Oleh Ksd. KP

Kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.117	0.200	0.431	0.249	0.214
TK-PD	0.117	0.200	0.431	0.249	0.214
KSE-M	0.117	0.200	0.431	0.249	0.214
PM-AM	0.153	0.400	0.695	0.416	0.358

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.23 memperlihatkan bahwa dengan metode FAHP, menurut Ksd. KT, kriteria yang paling utama prioritasnya adalah kriteria PM-AM dengan bobot kepentingan sebesar 0.358. Pada prioritas kedua adalah kriteria PP-PP, TK-PD dan KSE-M yang sama - sama memiliki bobot kepentingan sebesar 0.214. Jika melihat kembali Tabel 4.10, dapat dilihat bahwa pada *judgement* oleh Ksd. KT, urutan ranking prioritas dari metode FAHP identik dengan urutan ranking prioritas metode AHP dengan sedikit perbedaan bobot kepentingan. Perbedaan bobot kepentingan antara metode FAHP dengan AHP pada dengan *judgement* oleh Ksd. KT dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan *Judgement* oleh Ksd. KT

Pada Gambar 4.4, dapat dilihat bahwa kriteria PM-AM sebagai prioritas pertama unggul jauh secara bobot kepentingan dibandingkan dengan tiga kriteria lainnya. Pada kriteria ini bobot kepentingan metode FAHP lebih rendah dibandingkan dengan metode AHP dengan selisih -0.042 . Sedangkan untuk tiga kriteria lainnya (PP-PP, TK-PD dan KSE-M) bobot kepentingan metode FAHP unggul dengan selisih $+0.014$ dibandingkan dengan bobot kepentingan dengan metode AHP.

4.3.2.4 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: *Judgement* oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman I

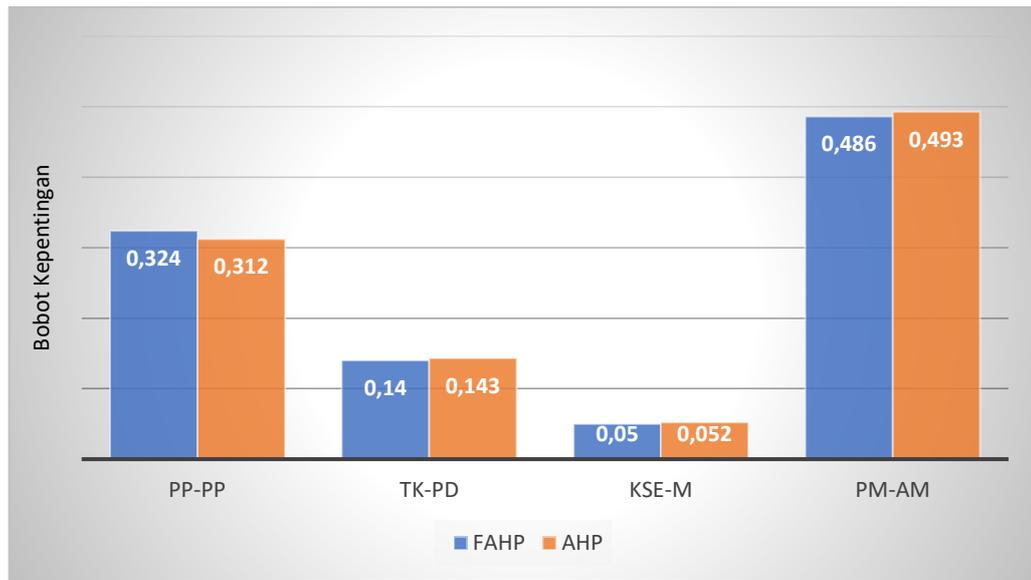
Dengan langkah - langkah yang sama pada sub-sub-sub-bab 4.3.2.1 didapatkan bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria berdasarkan *Judgement* oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman I (Ks. KP-I). Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, *Judgement* Oleh Ks. KP-I

Kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.196	0.315	0.538	0.349	0.324
TK-PD	0.090	0.138	0.223	0.151	0.140
KSE-M	0.035	0.050	0.076	0.054	0.050
PM-AM	0.299	0.497	0.774	0.523	0.486

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.24 memperlihatkan bahwa dengan metode FAHP, menurut Ks. KP-I, kriteria yang paling utama prioritasnya adalah kriteria PM-AM dengan bobot kepentingan sebesar 0.486. Pada prioritas kedua adalah kriteria PP-PP yang memiliki bobot kepentingan sebesar 0.324. Kemudian ranking ketiga adalah kriteria TK-PD dengan bobot kepentingan sebesar 0.140. Dan terakhir adalah kriteria KSE-M dengan bobot kepentingan sebesar 0.050. Jika melihat kembali Tabel 4.12, dapat dilihat bahwa pada *judgement* oleh Ks. KP-I, urutan ranking prioritas dari metode FAHP identik dengan urutan ranking prioritas metode AHP dengan sedikit perbedaan bobot kepentingan. Perbedaan bobot kepentingan antara metode FAHP dengan AHP pada dengan *judgement* oleh Ks. KP-I dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan *Judgement* oleh Ks. KP-I

Pada Gambar 4.5, dapat dilihat bahwa pada kriteria PP-PP metode FAHP memiliki bobot kepentingan yang sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode AHP dengan keunggulan sebesar +0.012. Namun pada tiga ranking prioritas kriteria berikutnya, metode FAHP memiliki bobot kepentingan yang lebih rendah dibandingkan metode AHP dengan selisih masing - masing -0.003 pada kriteria TK-PD, -0.002 pada kriteria KSE-M dan -0.007 pada kriteria PM-AM.

4.3.2.5 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: *Judgement* oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman II

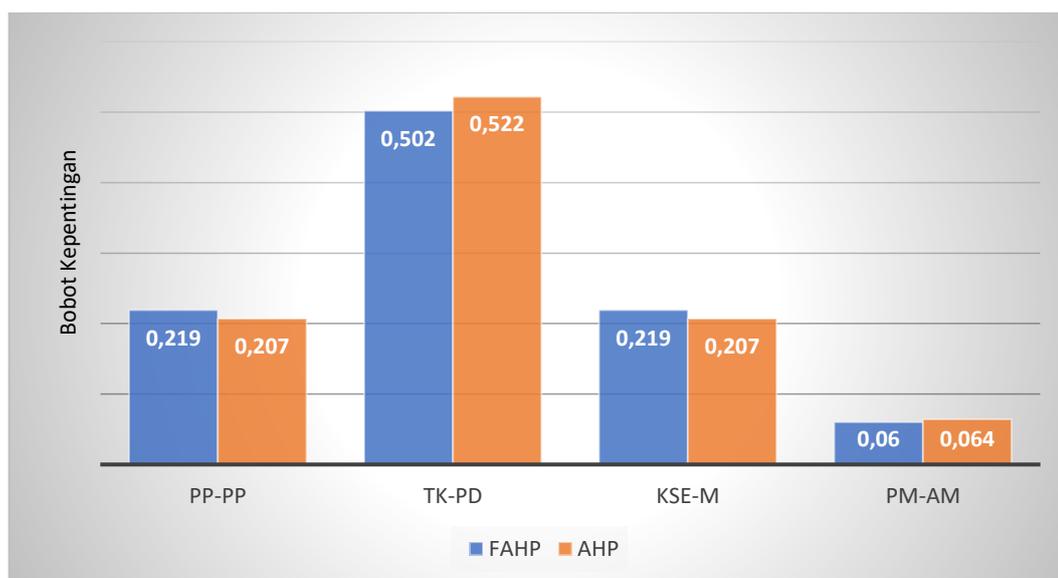
Dengan langkah - langkah yang sama pada sub-sub-sub-bab 4.3.2.1 didapatkan bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria berdasarkan *Judgement* oleh Kasi Keterpaduan Pemrogramman II (Ks. KP-II). Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, *Judgement* Oleh Ks. KP-II

Kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.140	0.207	0.352	0.233	0.219
TK-PD	0.319	0.523	0.765	0.536	0.502
KSE-M	0.140	0.207	0.352	0.233	0.219
PM-AM	0.041	0.062	0.091	0.065	0.060

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.25 memperlihatkan bahwa dengan metode FAHP, menurut Ks. KP-II, kriteria yang paling utama prioritasnya adalah kriteria TK-PD dengan bobot kepentingan sebesar 0.502. Pada prioritas kedua adalah kriteria PP-PP dan KSE-M dengan bobot kepentingan yang sama yakni sebesar 0.219. Kemudian pada prioritas terakhir adalah kriteria PM-AM dengan bobot kepentingan sebesar 0.060. Jika melihat kembali Tabel 4.14, dapat dilihat bahwa pada *judgement* oleh Ks. KP-II, urutan ranking prioritas dari metode FAHP identik dengan urutan ranking prioritas metode AHP dengan sedikit perbedaan bobot kepentingan. Perbedaan bobot kepentingan antara metode FAHP dengan AHP pada dengan *judgement* oleh Ks. KP-II dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan Judgement oleh Ks. KP-II

Pada Gambar 4.6, dapat dilihat bahwa pada kriteria PP-PP dan KSE-M metode FAHP memiliki bobot kepentingan yang sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode AHP dengan keunggulan sebesar +0.012. Pada dua ranking prioritas kriteria berikutnya, metode FAHP memiliki bobot kepentingan yang lebih rendah dibandingkan metode AHP dengan selisih masing - masing -0.02 pada kriteria TK-PD dan -0.004 pada kriteria PM-AM.

4.3.2.6 Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP: *Judgement* oleh Kasi Analisa Teknis Direktorat PSPAM

Dengan langkah - langkah yang sama pada sub-sub-sub-bab 4.3.2.1 didapatkan bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria berdasarkan *Judgement* oleh Kasi Analisa Teknis Direktorat PSPAM (Ks. AT). Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.26.

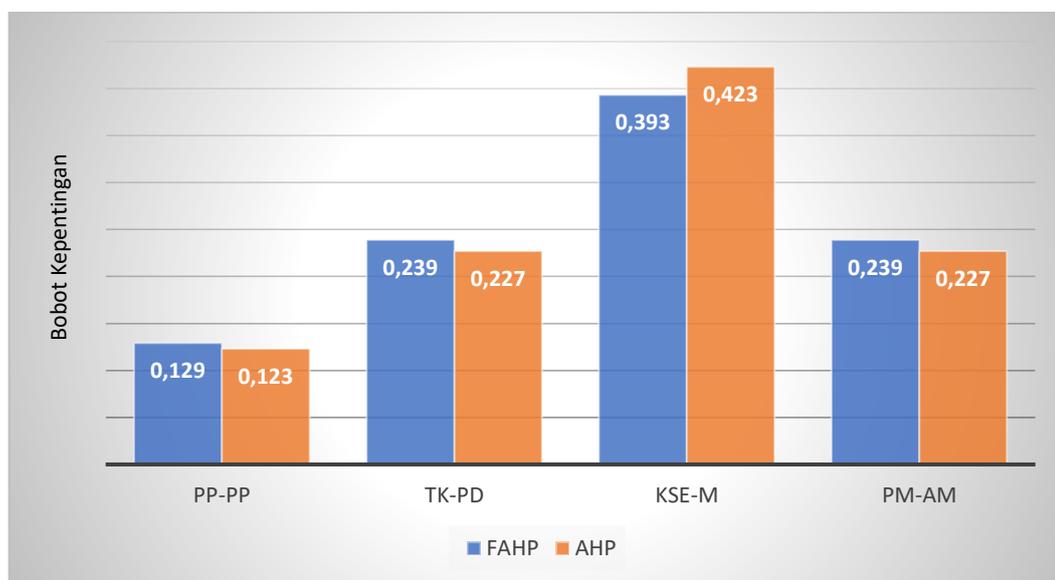
Tabel 4.26. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari kriteria, *Judgement* Oleh Ks. KP-II

Kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.064	0.122	0.270	0.152	0.129
TK-PD	0.118	0.227	0.502	0.283	0.239
KSE-M	0.185	0.423	0.786	0.465	0.393
PM-AM	0.118	0.227	0.502	0.283	0.239

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.26 memperlihatkan bahwa dengan metode FAHP, menurut Ks. KT, kriteria yang paling utama prioritasnya adalah kriteria KSE-M dengan bobot kepentingan sebesar 0.393. Pada prioritas kedua adalah kriteria TK-PD dan PM-AM dengan bobot kepentingan yang sama yakni sebesar 0.239. Kemudian pada prioritas terakhir adalah kriteria PP-PP dengan bobot kepentingan sebesar 0.129. Jika melihat kembali Tabel 4.16, dapat dilihat bahwa pada *judgement* oleh Ks. AT, urutan ranking prioritas dari metode FAHP identik dengan urutan ranking prioritas

metode AHP dengan sedikit perbedaan bobot kepentingan. Perbedaan bobot kepentingan antara metode FAHP dengan AHP pada dengan *judgement* oleh Ks. AT dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Diagram bobot kepentingan FAHP dan AHP dengan Judgement oleh Ks. AT

Pada Gambar 4.7, dapat dilihat bahwa pada kriteria PP-PP, TK-PD dan KSE-M metode FAHP memiliki bobot kepentingan yang sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode AHP dengan keunggulan secara berurutan sebesar $+0.006$, $+0.012$ dan $+0.012$. Sedangkan pada kriteria KSE-M metode FAHP memiliki bobot kepentingan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan bobot kepentingan metode AHP dengan selisih sebesar -0.03 .

4.3.2.7 Analisis Hasil Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP Dari Seluruh *Expert*

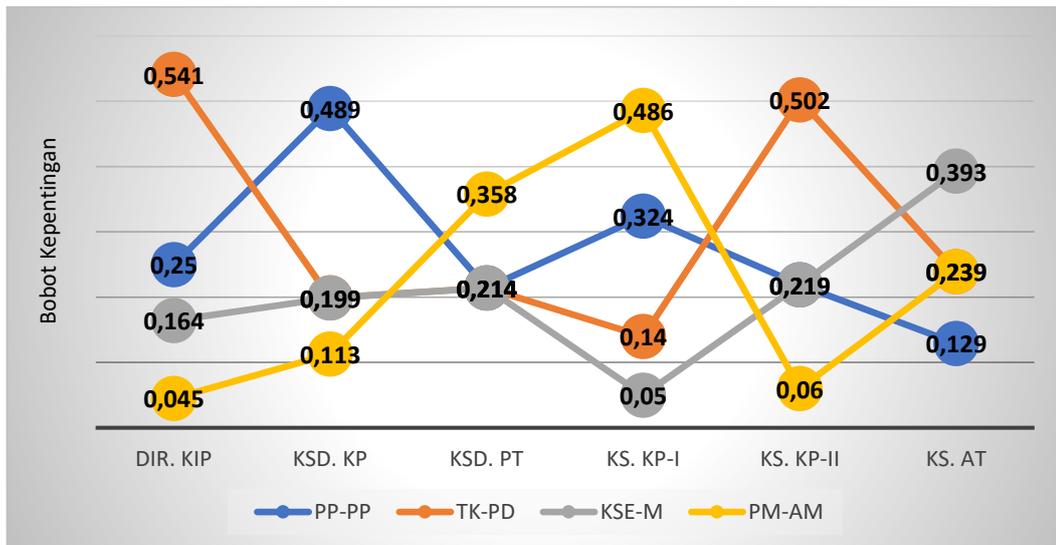
Berdasarkan hasil perhitungan dari sub-sub-sub-bab 4.3.2.1 s.d. 4.3.2.6 sebaran ranking prioritas kepentingan dari kriteria dengan perhitungan menggunakan metode FAHP dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27. Sebaran Ranking Prioritas Dari Kriteria Dengan Metode FAHP

Kriteria	Ranking Prioritas dari Expert					
	Dir. KIP	Ksd. KP	Ksd. PT	Ks. KP-I	Ks. KP-II	Ks. AT
PP-PP	2	1	2	2	2	4
TK-PD	1	2	2	3	1	2
KSE-M	3	2	2	4	2	1
PM-AM	4	4	1	1	4	2

Sumber: hasil perhitungan, 2019

Sebaran ranking prioritas dari kriteria dengan metode FAHP sebagaimana Tabel 4.50 identik jika dibandingkan dengan sebaran ranking prioritas dari kriteria dengan metode AHP (Tabel 4.17). Dengan demikian, baik menggunakan metode AHP maupun FAHP, ranking prioritas dari kriteria yang dihasilkan adalah sama / identik. Sedangkan untuk grafik bobot kepentingannya dapat melihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik Bobot Kepentingan Setiap Kriteria Dengan Metode FAHP

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa setiap kriteria memiliki grafik yang berbeda. Kemiripan hanya dimiliki oleh kriteria TK-PD dan KSE-M dengan garis grafik yang hampir mirip. Kemiripan pola *expert's judgement* antara kriteria TK-PD dan KSE-M ini juga terjadi pada penggunaan metode AHP. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode FAHP juga menghasilkan ranking prioritas

yang beragam sehingga perlu adanya suatu metode untuk menggabungkan seluruh *expert's judgement* menjadi satu kesatuan *judgement*.

4.3.3 Analisis *Multi-Expert Judgement*

Berdasarkan sub-sub-bab 4.3.1 dan 4.3.2, dapat disusun daftar bobot kepentingan kriteria dari seluruh *expert* dengan metode AHP dan FAHP. Daftar bobot kepentingan kriteria dari seluruh *expert* dapat dilihat pada Tabel 4.28 dan Tabel 4.29.

Tabel 4.28. Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP dan AHP Seluruh *Expert* Bagian I

Kriteria	Dir. KIP		Ksd. KP		Ksd. PT	
	FAHP	AHP	FAHP	AHP	FAHP	AHP
PP-PP	0.25	0.247	0.489	0.514	0.214	0.2
TK-PD	0.541	0.546	0.199	0.19	0.214	0.2
KSE-M	0.164	0.16	0.199	0.19	0.214	0.2
PM-AM	0.045	0.047	0.113	0.106	0.358	0.4

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.29. Bobot Kepentingan Kriteria Dengan Metode FAHP dan AHP Seluruh *Expert* Bagian II

Kriteria	Ks. KP-I		Ks. KP-II		Ks. AT	
	FAHP	AHP	FAHP	AHP	FAHP	AHP
PP-PP	0.324	0.312	0.219	0.207	0.129	0.123
TK-PD	0.14	0.143	0.502	0.522	0.239	0.227
KSE-M	0.05	0.052	0.219	0.207	0.393	0.423
PM-AM	0.486	0.493	0.06	0.064	0.239	0.227

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Sedangkan ranking prioritas kriteria berdasarkan *judgement* dari seluruh *expert* dapat dilihat pada Tabel 4.30 dan 4.31.

Tabel 4.30. Ranking Prioritas Kriteria Berdasarkan *Judgement* Seluruh *Expert* Bagian I

Kriteria	Dir. KIP		Ksd. KP		Ksd. PT	
	FAHP	AHP	FAHP	AHP	FAHP	AHP
PP-PP	2	2	1	1	2	2
TK-PD	1	1	2	2	2	2
KSE-M	3	3	2	2	2	2
PM-AM	4	4	4	4	1	1

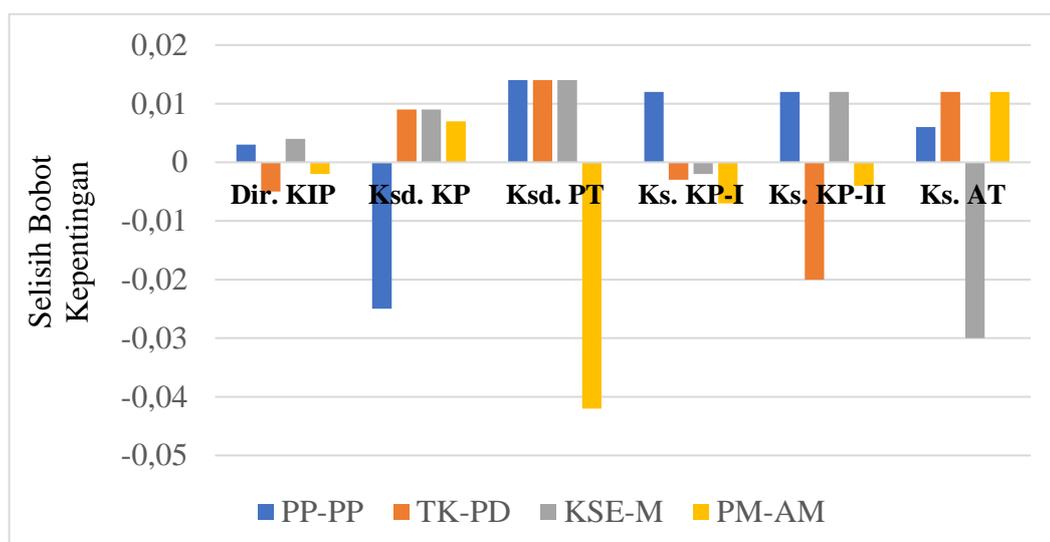
Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.31. Ranking Prioritas Kriteria Berdasarkan *Judgement* Seluruh *Expert* Bagian II

Kriteria	Ks. KP-I		Ks. KP-II		Ks. AT	
	FAHP	AHP	FAHP	AHP	FAHP	AHP
PP-PP	2	2	2	2	4	4
TK-PD	3	3	1	1	2	2
KSE-M	4	4	2	2	1	1
PM-AM	1	1	4	4	2	2

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.30 dan 4.31 memperlihatkan bahwa tidak terdapat perbedaan ranking antara metode AHP dan FAHP. Sementara itu Tabel 4.28 dan Tabel 4.29 memperlihatkan bahwa meskipun tidak terjadi perbedaan ranking prioritas kriteria, namun bobot kepentingan yang dihasilkan kedua metode tidaklah sama. Selisih antara bobot kepentingan FAHP dengan bobot kepentingan AHP cukup beragam. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.9 di bawah. Selisih terjauh antara hasil bobot kepentingan kedua metode terjadi pada *judgement* oleh Ksd. PT dengan selisih sebesar 0.042 dengan keunggulan bobot metode AHP. Sedangkan selisih terdekat antara hasil bobot kepentingan kedua metode terjadi pada *judgement* oleh Dir. KIP dengan selisih sebesar 0.002 dengan keunggulan bobot metode AHP.



Gambar 4.9. Diagram Selisih Bobot Kepentingan Metode FAHP dengan Bobot Kepentingan Metode AHP

Yang menarik adalah, jika kita sandingkan antara *Consistency Ratio* (CR) dari kuesioner dan Variansi (Keragaman) dari bobot kepentingan setiap metode maka keduanya adalah bersifat berbanding lurus. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32. Perbandingan CR, Variansi dan Ranking Prioritas Metode FAHP dan Metode AHP

Expert	Consistency Ratio (CR)		Variansi		Ranking Prioritas
	Nilai CR	Status	FAHP	AHP	
Dir. KIP	0.046	Cukup konsisten	0.034	0.034	(1)TK-PD (2)PP-PP (3)KSE-M (4)PM-AM
Ksd. KP	0.008	Cukup konsisten	0.020	0.024	(1)PP-PP (2)TK-PD/KSE-M (4)PM-AM
Ksd. PT	0.000	Konsisten	0.004	0.008	(1)PM-AM (2)PP-PP/TK-PD/KSE-M
Ks. KP-I	0.038	Cukup konsisten	0.028	0.028	(1)PM-AM (2)PP-PP (3)TK-PD (4)KSE-M
Ks. KP-II	0.023	Cukup konsisten	0.025	0.028	(1)TK-PD (2)PP-PP/KSE-M (4)PM-AM
Ks. AT	0.004	Cukup konsisten	0.009	0.012	(1)KSE-M (2)TK-PD/PM-AM (4)PP-PP

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.32, dapat dilihat bahwa semakin rendah nilai CR maka kuesioner dinyatakan semakin konsisten hingga mencapai nilai 0 dengan status konsisten. Namun demikian, semakin konsisten suatu matrik *pairwise comparison* hasil kuesioner ternyata keragaman bobot kepentingan yang dihasilkan (Variansi) menjadi semakin rendah. Sehingga dapat dikatakan antara nilai CR dan Variansi adalah berbanding lurus. Pada kolom ranking prioritas Tabel 4.32 terlihat bagaimana hasil kuesioner Ksd. PT yang memiliki konsistensi tertinggi (CR = 0) justru memiliki keragaman bobot kepentingan yang amat rendah (0.004) sehingga menghasilkan ranking prioritas yang hanya memiliki dua ranking yakni prioritas pertama (Kriteria PM-AM) dan prioritas kedua yang ditempati tiga kriteria secara bersama - sama.

Ranking prioritas kriteria yang kurang tersebar ini tentunya kurang baik bagi model DSS. Karena akan membuat ranking prioritas pembangunan infrastruktur air minum yang dihasilkan akan menjadi kurang tajam. Lain halnya dengan hasil kuesioner Dir. KIP yang memiliki nilai CR tertinggi (0.046). Meskipun tertinggi, namun nilai CR nya masih dibawah 10% sehingga masih dinyatakan cukup konsisten dan valid untuk digunakan. Dengan nilai CR tertinggi, Variansi bobot kepentingannya juga menempati peringkat tertinggi dan menghasilkan ranking prioritas kriteria yang merata dengan ranking 1 s.d. 4 terisi semua tanpa ada dua atau lebih kriteria dalam satu ranking prioritas yang sama. Ketajaman ranking prioritas inilah yang diharapkan untuk model DSS.

Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa selama nilai CR masih dibawah 10%, maka nilai CR tertinggi adalah yang terbaik bagi model DSS. Karena akan menghasilkan keragaman bobot kepentingan yang tinggi dan kemudian melahirkan ranking prioritas yang tajam tanpa ada dua atau lebih kriteria berada dalam satu ranking yang sama.

Meskipun demikian, model DSS tidak dapat mengabaikan kuesioner expert lainnya dengan hanya menggunakan hasil kuesioner dari Dir. KIP yang memiliki Variansi tinggi dan ranking prioritas yang tersebar dengan baik. Maka dari itu, sebagaimana dijelaskan dalam sub-sub-bab 3.3.3, tahapan selanjutnya adalah akan dilakukan penggabungan seluruh hasil *expert's judgement*, untuk kemudian mencari metode penggabungan terbaik.

4.3.3.1 Menggabungkan hasil akhir bobot kepentingan setiap expert dengan Aritmatic Mean

Bobot kepentingan setiap kriteria yang telah dihitung dengan metode AHP pada sub-sub-bab 4.3.1 dan metode FAHP pada sub-sub-bab 4.3.2 akan digabungkan dengan menggunakan rumus Aritmatic Mean (rata- rata aritmatik). Aritmatic Mean adalah rata- rata aritmatik yang dihitung dengan menjumlahkan seluruh data kemudian membaginya dengan jumlah banyak data. Persamaan Aritmatic Mean adalah:

$$\text{Aritmatic Mean } (\bar{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots (4.1)$$

Keterangan:

- n = banyaknya data
- x_i = nilai dari data ke-i

Bobot kepentingan gabungan dengan metode Aritmatic Mean dapat dilihat pada Tabel 4.33 untuk metode AHP dan Tabel 4.34 untuk metode FAHP.

Tabel 4.33. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Aritmatic Mean Untuk Metode AHP

Kriteria	Bobot Kepentingan Kriteria dengan Metode AHP						Bobot Kepentingan Gabungan dengan Aritmatic Mean
	Dir. KIP	Ksd. KP	Ksd. PT	Ks. KP-I	Ks. KP-II	Ks. AT	
PP-PP	0.247	0.514	0.2	0.312	0.207	0.123	0.267
TK-PD	0.546	0.19	0.2	0.143	0.522	0.227	0.305
KSE-M	0.16	0.19	0.2	0.052	0.207	0.423	0.205
PM-AM	0.047	0.106	0.4	0.493	0.064	0.227	0.223

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.33, dapat dilihat bahwa dengan penggabungan *expert's judgement* menggunakan Aritmatic Mean, pada metode AHP, kriteria yang mendapatkan ranking prioritas pertama adalah TK-PD dengan bobot kepentingan gabungan

sebesar 0.305. Kemudian prioritas kedua adalah kriteria PP-PP dengan bobot kepentingan sebesar 0.267. Prioritas ketiga adalah kriteria PM-AM dan prioritas keempat adalah kriteria KSE-M dengan bobok kepentingan masing - masing adalah sebesar 0.223 dan 0.205. Variansi dari penggabungan aritmatic mean untuk metode AHP ini adalah sebesar 0.0015.

Tabel 4.34. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Aritmatic Mean Untuk Metode FAHP

Kriteria	Bobot Kepentingan Kriteria dengan Metode FAHP						Bobot Kepentingan Gabungan dengan Aritmatic Mean
	Dir. KIP	Ksd. KP	Ksd. PT	Ks. KP-I	Ks. KP-II	Ks. AT	
PP-PP	0.25	0.489	0.21	0.324	0.219	0.129	0.270
TK-PD	0.541	0.199	0.21	0.14	0.502	0.239	0.306
KSE-M	0.164	0.199	0.21	0.05	0.219	0.393	0.207
PM-AM	0.045	0.113	0.36	0.486	0.06	0.239	0.217

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.34, dapat dilihat bahwa dengan penggabungan *expert's judgement* menggunakan Aritmatic Mean, pada metode FAHP, kriteria yang mendapatkan ranking prioritas pertama adalah TK-PD dengan bobot kepentingan gabungan sebesar 0.306. Kemudian prioritas kedua adalah kriteria PP-PP dengan bobot kepentingan sebesar 0.270. Prioritas ketiga adalah kriteria PM-AM dan prioritas keempat adalah kriteria KSE-M dengan bobok kepentingan masing - masing adalah sebesar 0.217 dan 0.207. Variansi dari penggabungan aritmatic mean untuk metode FAHP ini adalah sebesar 0.0016. Berdasarkan Variansi, metode FAHP unggul tipis pada penggabungan dengan Aritmatic Mean ini.

4.3.3.2 Menggabungkan hasil akhir bobot kepentingan setiap expert dengan Geomatic Mean

Geomatic Mean dapat dihitung dengan persamaan (2.30). Untuk metode AHP hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.35, sedangkan untuk metode FAHP dapat dilihat pada Tabel 4.36.

Tabel 4.35. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Geomatic Mean Untuk Metode AHP

Kriteria	Bobot Kepentingan Kriteria dengan Metode AHP						Bobot Kepentingan Gabungan dengan Geomatic Mean
	Dir. KIP	Ksd. KP	Ksd. PT	Ks. KP-I	Ks. KP-II	Ks. AT	
PP-PP	0.247	0.514	0.2	0.312	0.207	0.123	0.242
TK-PD	0.546	0.19	0.2	0.143	0.522	0.227	0.266
KSE-M	0.16	0.19	0.2	0.052	0.207	0.423	0.174
PM-AM	0.047	0.106	0.4	0.493	0.064	0.227	0.156

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.36. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Geomatic Mean Untuk Metode FAHP

Kriteria	Bobot Kepentingan Kriteria dengan Metode FAHP						Bobot Kepentingan Gabungan dengan Geomatic Mean
	Dir. KIP	Ksd. KP	Ksd. PT	Ks. KP-I	Ks. KP-II	Ks. AT	
PP-PP	0.25	0.489	0.21	0.324	0.219	0.129	0.249
TK-PD	0.541	0.199	0.21	0.14	0.502	0.239	0.270
KSE-M	0.164	0.199	0.21	0.05	0.219	0.393	0.176
PM-AM	0.045	0.113	0.36	0.486	0.06	0.239	0.153

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.35, dapat dilihat bahwa dengan penggabungan *expert's judgement* menggunakan Geomatic Mean, pada metode AHP, kriteria yang mendapatkan ranking prioritas pertama adalah TK-PD dengan bobot kepentingan gabungan sebesar 0.266. Kemudian prioritas kedua adalah kriteria PP-PP dengan bobot

kepentingan sebesar 0.242. Prioritas ketiga adalah kriteria KSE-M dan prioritas keempat adalah kriteria PM-AM dengan bobot kepentingan masing - masing adalah sebesar 0.174 dan 0.156. Terdapat perbedaan ranking ke-3 dan ke-4 dibandingkan dengan penggabungan dengan Aritmatic Mean. Variansi dari penggabungan geomatric mean untuk metode AHP ini adalah sebesar 0.0021.

Sedangkan pada Tabel 4.36, dapat dilihat bahwa dengan penggabungan *expert's judgement* menggunakan Geomatric Mean, pada metode FAHP, kriteria yang mendapatkan ranking prioritas pertama adalah TK-PD dengan bobot kepentingan gabungan sebesar 0.270. Kemudian prioritas kedua adalah kriteria PP-PP dengan bobot kepentingan sebesar 0.249. Prioritas ketiga adalah kriteria KSE-M dan prioritas keempat adalah kriteria PM-AM dengan bobot kepentingan masing - masing adalah sebesar 0.176 dan 0.153. Terdapat perbedaan ranking ke-3 dan ke-4 dibandingkan dengan penggabungan dengan Aritmatic Mean. Variansi dari penggabungan geomatric mean untuk metode FAHP ini adalah sebesar 0.0024. Pada penggabungan dengan geomatric mean ini, metode FAHP juga unggul besaran variansi dibandingkan dengan metode AHP.

4.3.3.3 Menggabungkan hasil kuesioner setiap expert dengan Aritmatic Mean kemudian menghitung bobot kepentingan

Metode penggabungan ini pada prinsipnya juga menggunakan persamaan Aritmatic Mean, tetapi proses penggabungan terjadi sebelum dilakukan perhitungan dengan metode AHP / FAHP. Proses penggabungan dilakukan pada matrik *pairwise comparison* dari setiap expert untuk membentuk matrik *pairwise comparison* gabungan. Matrik hasil penggabungan inilah yang kemudian akan diproses dengan perhitungan metode AHP dan FAHP sebagaimana sub-sub-bab sebelumnya.

Untuk metode AHP, matrik *pairwise comparison* gabungan dapat dilihat pada Tabel 4.37. Kemudian berdasarkan Tabel 4.37 tersebut dapat dihitung matrik normalisasi serta bobot kepentingan yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4.37. Matrik *Pairwise Comparison* Gabungan Dengan Aritmatic Mean

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM
PP-PP	1	1.361	2.222	2.583
TK-PD	1.611	1	2.250	2.958
KSE-M	1	0.806	1	2.274
PM-AM	1.111	1.299	1.742	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.38. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Aritmatic Mean Menggunakan Metode AHP

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.212	0.305	0.308	0.293	0.280
TK-PD	0.341	0.224	0.312	0.336	0.303
KSE-M	0.212	0.180	0.139	0.258	0.197
PM-AM	0.235	0.291	0.241	0.113	0.220

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.38, dapat dilihat bahwa hasil penggabungan seluruh *expert's judgement* menjadi satu *pairwise comparison* (Tabel 4.37) yang kemudian dihitung dengan metode AHP menempatkan kriteria TK-PD pada ranking prioritas pertama dengan bobot kepentingan sebesar 0.303. Kemudian pada ranking prioritas kedua adalah kriteria PP-PP dengan bobot kepentingan sebesar 0.280. Selanjutnya prioritas ketiga adalah kriteria PM-AM dengan bobot kepentingan sebesar 0.220. Dan berada para prioritas terakhir adalah kriteria KSE-M dengan bobot kepentingan sebesar 0.197. Hasil Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Aritmatic Mean ini jika dilakukan perhitungan *Consistency Ratio* (CR) (Persamaan (2.27)), maka akan menghasilkan CR sebesar 0.753. Karena nilai $CR > 10\%$ maka penggabungan *expert's judgement* dengan Aritmatic Mean dinyatakan menghasilkan matrik yang Tidak Konsisten sehingga bobot kepentingan yang dihasilkan tidak dapat digunakan. Pada metode FAHP, proses penggabungan *expert's judgement* terjadi pada matrik *triangular fuzzy number* (TFN). Sedangkan untuk perhitungan *Consistency Ratio*-nya mengikuti proses pada metode AHP. Dengan demikian maka perhitungan penggabungan *expert's judgement* dengan Aritmatic Mean untuk

kemudian diproses dengan metode FAHP tidak dilakukan karena matrik yang menjadi sumber perhitungan memiliki $CR > 10\%$ sehingga dapat dinyatakan tidak konsisten.

4.3.3.4 Menggabungkan hasil kuesioner setiap expert dengan Geometric Mean kemudian menghitung bobot kepentingan

Metode penggabungan Geometric Mean kemudian menghitung bobot kepentingan adalah proses dimana proses menggabungkan hasil *expert's judgement* dilakukan sebelum proses perhitungan dengan metode AHP / FAHP. Proses penggabungan dengan Geometric Mean dilakukan pada matrik *pairwise comparison* dari setiap *expert* untuk membentuk matrik *pairwise comparison* gabungan. Matrik hasil penggabungan inilah yang kemudian akan diproses dengan perhitungan metode AHP dan FAHP sebagaimana sub-sub-bab sebelumnya.

Untuk metode AHP, matrik *pairwise comparison* gabungan dapat dilihat pada Tabel 4.39. Kemudian berdasarkan Tabel 4.39 tersebut dapat dihitung matrik normalisasi serta bobot kepentingan yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.40.

Tabel 4.39. Matrik *Pairwise Comparison* Gabungan Dengan Geometric Mean

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM
PP-PP	1.000	0.891	1.513	1.513
TK-PD	1.122	1.000	1.698	1.513
KSE-M	0.661	0.589	1.000	1.337
PM-AM	0.661	0.661	0.748	1.000

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.40. Matrik Normalisasi dan Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Geometric Mean Menggunakan Metode AHP

Nama Kriteria	PP-PP	TK-PD	KSE-M	PM-AM	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.290	0.284	0.305	0.282	0.290
TK-PD	0.326	0.318	0.342	0.282	0.317
KSE-M	0.192	0.187	0.202	0.249	0.208
PM-AM	0.192	0.210	0.151	0.186	0.185

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.40, dapat dilihat bahwa hasil penggabungan seluruh *expert's judgement* menjadi satu *pairwise comparison* (Tabel 4.39) yang kemudian dihitung dengan metode AHP telah menempatkan kriteria TK-PD pada ranking prioritas pertama dengan bobot kepentingan sebesar 0.317. Kemudian pada ranking prioritas kedua adalah kriteria PP-PP dengan bobot kepentingan sebesar 0.290. Selanjutnya prioritas ketiga adalah kriteria KSE-M dengan bobot kepentingan sebesar 0.208. Dan berada para prioritas terakhir adalah kriteria PM-AM dengan bobot kepentingan sebesar 0.185. Hasil Bobot Kepentingan gabungan dengan Geomatic Mean ini jika dilakukan perhitungan *Consistency Ratio* (CR) (Persamaan (2.27)), maka akan menghasilkan CR sebesar 0.006. Karena nilai $CR \leq 10\%$ maka penggabungan *expert's judgement* dengan Geomatic Mean dinyatakan menghasilkan matrik yang Cukup Konsisten sehingga bobot kepentingan yang dihasilkan valid untuk digunakan. Variansi dari bobot kepentingan yang dihasilkan adalah sebesar 0.0030.

Pada metode FAHP, proses penggabungan *expert's judgement* dengan Geomatic Mean dilakukan pada matrik TFN. Dengan menggunakan persamaan (2.30), matrik TFN dari setiap *expert* digabungkan menjadi satu matrik yang dapat dilihat pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41. Matrik *Triangular Fuzzy Number* (TFN) Gabungan Seluruh *Expert's Judgement* dengan Geomatic Mean

Kriteria	PP-PP			TK-PD			KSE-M			PM-AM		
PP-PP	1	1	1	0.66	0.89	1.41	1.16	1.51	2.35	1.09	1.51	2.37
TK-PD	0.79	1.12	1.7	1	1	1	1.35	1.7	2.71	1.15	1.51	2.24
KSE-M	0.54	0.66	1.08	0.46	0.59	0.93	1	1	1	0.89	1.34	1.89
PM-AM	0.42	0.66	0.92	0.5	0.66	0.97	0.53	0.75	1.12	1	1	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

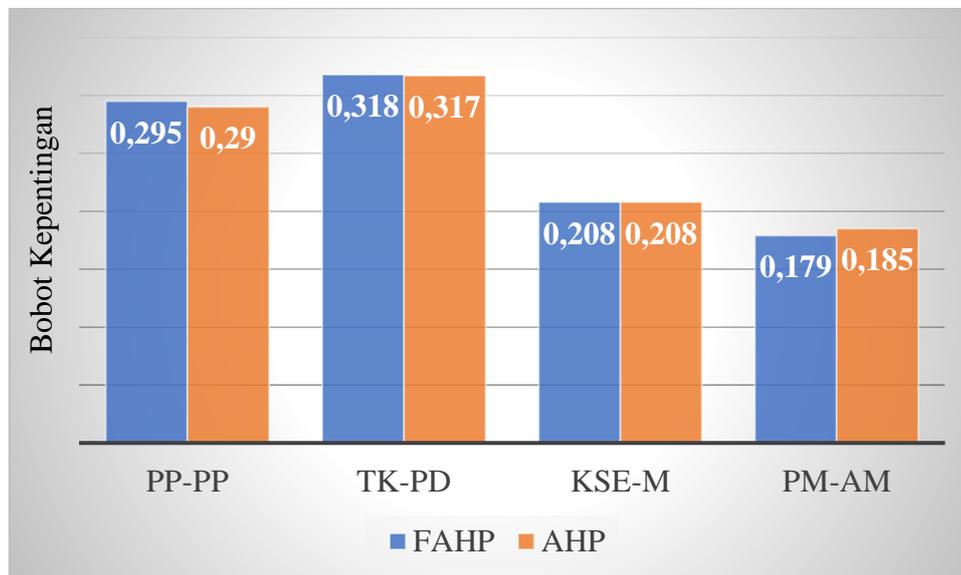
Berdasarkan Matrik TFN gabungan sebagaimana pada Tabel 4.41, dapat dihitung bobot kepentingan kriteria. Bobot kepentingan kriteria hasil penggabungan seluruh *expert's judgement* dengan *Geomatic Mean* dapat dilihat pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42. Bobot Kepentingan Gabungan Dengan Geomatic Mean Menggunakan Metode FAHP

Kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
PP-PP	0.149	0.272	0.537	0.319	0.295
TK-PD	0.164	0.296	0.575	0.345	0.318
KSE-M	0.107	0.193	0.377	0.226	0.208
PM-AM	0.090	0.172	0.321	0.194	0.179

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Dapat dilihat pada Tabel 4.42, perhitungan bobot kepentingan dengan cara menggabungkan seluruh hasil *expert's judgement* dengan Geomatic Mean untuk kemudian dihitung bobot kepentingan menggunakan metode FAHP menghasilkan ranking prioritas kriteria yang identik dengan jika menggunakan metode AHP (Tabel 4.40). Perbedaannya ada pada besaran bobot kepentingan setiap kriteria. Perbedaan ini dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Diagram Perbandingan Bobot Kepentingan Metode FAHP dan AHP dalam Perhitungan Bobot Dengan Penggabungan Seluruh *Expert's Judgement* Menggunakan Geomatic Mean

Pada Gambar 4.10, dapat dilihat bahwa untuk kriteria PP-PP, bobot kepentingan dengan metode FAHP unggul 5 angka dengan 0.295 berbanding 0.290. Demikian pula pada kriteria TK-PD, metode FAHP unggul 1 angka dengan besaran bobot kepentingan metode FAHP sebesar 0.318 dan metode AHP sebesar 0.317. Namun pada kriteria KSE-M, kedua metode menghasilkan bobot kepentingan yang sama yakni sebesar 0.208. Sedangkan pada kriteria PM-AM, metode AHP lebih unggul dengan selisih bobot sebesar 6 dengan bobot kepentingan metode AHP dan FAHP masing - masing sebesar 0.179 dan 0.185. Variansi bobot kepentingan dari metode penggabungan ini dengan bobot kepentingan menggunakan FAHP adalah sebesar 0.0034 sehingga unggul sedikit dibandingkn dengan metode AHP (0.0030).

4.3.3.5 Analisis seluruh metode penggabungan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebagaimana sub-sub-sub-bab 4.3.3.1 s.d. 4.3.3.4, hasil penggabungan *expert's judgement* dengan empat metode penggabungan dapat dilihat pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43. Perbandingan Antar Metode Penggabungan *Expert's Judgement*

Metode Penggabungan	Variansi		Consistency Ratio	
	FAHP	AHP	Nilai CR	Status
Perhitungan Bobot -> Penggabungan Expert's Judgement Dengan Aritmatic Mean	0.0016	0.0015	Nilai CR pada setiap expert	Seluruh expert cukup konsisten
Perhitungan Bobot -> Penggabungan Expert's Judgement Dengan Geomatic Mean	0.0024	0.0021	Nilai CR pada setiap expert	Seluruh expert cukup konsisten
Penggabungan Expert's Judgement Dengan Aritmatic Mean -> Perhitungan Bobot	Tidak valid	Tidak valid	0.753	Tidak konsisten
Penggabungan Expert's Judgement Dengan Geomatic Mean -> Perhitungan Bobot	0.0034	0.0030	0.006	Cukup konsisten

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Perhatikan pada Tabel 4.43, menghitung terlebih dahulu bobot kepentingan dari setiap *expert* untuk kemudian digabungkan dengan Aritmatic Mean menghasilkan variansi sebesar 0.0016 untuk metode FAHP dan 0.0015 untuk metode AHP. Sedangkan menghitung bobot kepentingan dari setiap *expert* untuk kemudian digabungkan dengan Geomatic Mean menghasilkan variansi sebesar 0.0024 untuk metode FAHP dan 0.0021 untuk metode AHP. Kedua penggabungan ini memiliki CR yang harus cukup konsisten pada setiap *expert*. Tabel 4.32 telah memperlihatkan bahwa hasil kuesioner seluruh *expert* dinyatakan cukup konsisten. Dengan demikian maka CR dari kedua metode ini juga dinyatakan cukup konsisten. Sedangkan jika dilakukan penggabungan hasil *expert's judgement* dengan Aritmatic Mean terlebih dahulu untuk kemudian dilakukan perhitungan bobot kepentingan, akan menghasilkan CR sebesar 0.753. Dengan nilai CR > 10%, maka hasil penggabungan *expert's judgement* dengan Aritmatic Mean untuk kemudian menghitung bobot kepentingan dapat dinyatakan tidak valid sehingga tidak dapat digunakan. Namun jika proses penggabungan tersebut menggunakan Geomatic Mean, maka CR yang dihasilkan adalah cukup konsisten (0.006). Sehingga penggabungan dengan cara ini menghasilkan bobot kepentingan yang valid. Variansi metode penggabungan ini adalah 0.0034 untuk FAHP dan 0.0030 untuk AHP.

Perhatikan bahwa variansi tertinggi dari ketiga metode penggabungan dimiliki oleh metode penggabungan dengan Geomatic Mean terlebih dahulu untuk kemudian dilakukan proses perhitungan menggunakan metode FAHP, dengan nilai variansi sebesar 0.0034. Nilai variansi ini setara dengan variansi tertinggi dari bobot kepentingan yang dihasilkan setiap *expert's (expert judgement* oleh Dir. KIP dengan variansi 0.0034 pada metode FAHP dan AHP). Dengan demikian maka hirarki model DSS akan dibangun menggunakan penggabungan dengan Geomatic Mean terlebih dahulu untuk kemudian dilakukan proses perhitungan bobot kepentingan menggunakan metode FAHP. Bobot kepentingan metode ini dapat dilihat pada Tabel 4.42.

4.3.4 Bobot Kepentingan Sub-Kriteria

Setelah mendapatkan bobot kepentingan dari kriteria, yang dapat juga disebut bobot kepentingan level 1, proses selanjutnya adalah menghitung bobot kepentingan dari setiap sub-kriteria (level 2) yang dimiliki oleh masing - masing kriteria. Proses perhitungan ini akan menggunakan metode penggabungan hasil *expert judgement* yang terpilih yakni dengan *Geometric Mean* kemudian Bobot Kepentingan akan dihitung dengan metode FAHP.

4.3.4.1 Bobot Kepentingan Sub-Kriteria dari Kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP)

Kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP) memiliki bobot kepentingan sebesar 0.295. Bobot ini akan dibagi dalam sembilan sub-kriteria sebagaimana Tabel 3.2. Sebelum dibagi, tentunya terlebih dahulu harus dihitung bobot kepentingan setiap sub-kriteria terhadap kriteria yang menjadi induknya. Karena menggunakan metode FAHP dengan penggabungan *geometric mean* terlebih dahulu, maka tahap pertama adalah membuat matrik *Pairwise Comparison* hasil penggabungan seluruh *expert's judgement* dengan *Geometric Mean* untuk menghitung nilai CR dari matrik. Matrik tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.44.

Tabel 4.44. Matrik *Pairwise Comparison* hasil penggabungan seluruh *expert's judgement* dengan Geomatic Mean Untuk Sub-Kriteria dari Kriteria PP-PP

Sub-Kriteria	KSN	WPS	DT	DPb	DKP	DPw	PPKT	STU	KB
KSN	1	1.906	0.707	1.260	1.070	1.122	1.442	1.038	1.956
WPS	0.525	1	0.389	0.567	0.525	0.536	0.661	0.445	1.049
DT	1.414	2.570	1	1.570	1.513	1.513	1.864	1.348	2.449
DPb	0.794	1.763	0.637	1	0.935	0.833	1.348	0.935	1.698
DKP	0.935	1.906	0.661	1.070	1	1	1.348	1	1.886
DPw	0.891	1.864	0.661	1.201	1	1	1.399	1	1.906
PPKT	0.693	1.513	0.536	0.742	0.742	0.715	1	0.661	1.442
STU	0.963	2.245	0.742	1.070	1.000	1.000	1.201	1	2.080
KB	0.511	0.953	0.408	0.589	0.530	0.525	0.693	0.693	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Keterangan:

KSN : Sub-kriteria Kawasan Strategis Nasional

WPS : Sub-kriteria Wilayah Pengembangan Strategis

DT : Sub-kriteria Daerah Tertinggal

DPb : Sub-kriteria Daerah Perbatasan

DKP : Sub-kriteria Daerah Kelautan dan Perikanan

DPw : Sub-kriteria Daerah Pariwisata

PPKT : Sub-kriteria Pulau - Pulau Kecil Terluar

STU : Sub-kriteria Daerah Prioritas Penanganan Stunting

KB : Sub-kriteria Daerah Pengembangan Kota Baru

Berdasarkan matrik *pairwise comparison* pada Tabel 4.44, dapat dihitung nilai CR dengan hasil perhitungan CR sebesar 0.0028. Karena $CR \leq 10\%$, maka matrik ini dinyatakan cukup konsisten. Tahapan selanjutnya adalah membuat matrik *triangular fuzzy number* (TFN) gabungan seluruh expert dengan Geomatic Mean untuk sub-kriteria dari kriteria PP-PP. Matrik TFN yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.45.

Tabel 4.45. Matrik TFN hasil penggabungan dengan Geomatic Mean untuk sembilan Sub-kriteria dari kriteria PP-PP

Sub-kriteria	KSN			WPS			DT		
KSN	1.00	1.00	1.00	1.55	1.91	2.18	0.48	0.71	1.20
WPS	0.46	0.52	0.64	1.00	1.00	1.00	0.28	0.39	0.71
DT	0.83	1.41	2.08	1.41	2.57	3.60	1.00	1.00	1.00
DPb	0.57	0.79	1.12	1.18	1.76	2.45	0.49	0.64	0.85
DN	0.61	0.93	1.28	1.09	1.91	2.88	0.61	0.66	0.74
DPw	0.83	0.89	1.00	1.51	1.86	2.14	0.46	0.66	1.07
PPKT	0.48	0.69	0.98	0.93	1.51	2.18	0.47	0.54	0.66
STU	0.62	0.96	1.37	1.20	2.24	3.27	0.72	0.74	0.76
KB	0.40	0.51	0.69	0.65	0.95	1.51	0.29	0.41	0.61
Sub-kriteria	DPb			DN			DPw		
KSN	0.89	1.26	1.76	0.78	1.07	1.65	1.00	1.12	1.20
WPS	0.41	0.57	0.85	0.35	0.52	0.92	0.47	0.54	0.66
DT	1.18	1.57	2.04	1.35	1.51	1.65	0.93	1.51	2.18
DPb	1.00	1.00	1.00	0.66	0.93	1.28	0.59	0.83	1.20
DN	0.78	1.07	1.51	1.00	1.00	1.00	0.64	1.00	1.44
DPw	0.83	1.20	1.70	0.69	1.00	1.57	1.00	1.00	1.00
PPKT	0.66	0.74	0.89	0.61	0.74	0.89	0.49	0.71	1.02
STU	0.78	1.07	1.51	0.89	1.00	1.12	0.64	1.00	1.44
KB	0.39	0.59	0.89	0.39	0.53	0.76	0.41	0.52	0.71
Sub-kriteria	PPKT			STU			KB		
KSN	1.02	1.44	2.09	0.73	1.04	1.62	1.44	1.96	2.49
WPS	0.46	0.66	1.07	0.31	0.45	0.83	0.66	1.05	1.54
DT	1.51	1.86	2.14	1.31	1.35	1.38	1.63	2.45	3.46
DPb	1.12	1.35	1.51	0.66	0.93	1.28	1.12	1.70	2.59
DN	1.12	1.35	1.65	0.89	1.00	1.12	1.32	1.89	2.57
DPw	0.98	1.40	2.04	0.69	1.00	1.57	1.40	1.91	2.44
PPKT	1.00	1.00	1.00	0.55	0.66	0.89	0.87	1.44	2.29
STU	0.93	1.20	1.51	1.00	1.00	1.00	1.32	2.08	3.03
KB	0.44	0.69	1.14	0.47	0.69	1.07	1.00	1.00	1.00

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Berdasarkan matrik TFN pada Tabel 4.45, dapat dihitung bobot fuzzy relatif untuk upper value, middle value dan lower value. Kemudian dilakukan defuzifikasi untuk

selanjutnya menghasilkan bobot kepentingan dari sub-kriteria. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dapat dilihat pada Tabel 4.46.

Tabel 4.46. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari sembilan sub-kriteria PP-PP terhadap kriteria induknya

Sub-kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan	Ranking Prioritas
KSN	0.076	0.129	0.228	0.144	0.131	2
WPS	0.036	0.064	0.124	0.075	0.068	9
DT	0.098	0.173	0.285	0.185	0.167	1
DPb	0.063	0.111	0.194	0.123	0.111	6
DN	0.070	0.121	0.204	0.132	0.119	5
DPw	0.071	0.122	0.216	0.136	0.124	3
PPKT	0.052	0.089	0.155	0.099	0.089	7
STU	0.070	0.125	0.211	0.135	0.122	4
KB	0.037	0.067	0.126	0.077	0.069	8

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Berdasarkan Tabel 4.46, dapat dilihat bahwa prioritas pertama dimiliki oleh sub-kriteria Daerah Tertinggal (DT) dengan bobot kepentingan sebesar 0.167 terhadap kriteria PP-PP. Kemudian sub-kriteria Kawasan Strategis Nasional (KSN) dengan bobot kepentingan sebesar 0.131 terhadap kriteria PP-PP. Pada ranking prioritas yang ketiga adalah sub-kriteria Daerah Pariwisata (DPw) dengan bobot kepentingan terhadap kriteria PP-PP sebesar 0.124. Dan seterusnya hingga prioritas terakhir yang dianggap oleh hasil perhitungan gabungan seluruh expert merupakan sub-kriteria yang paling sedikit pengaruhnya terhadap penentuan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum yakni sub-kriteria Wilayah Pengembangan Strategis (WPS) dengan bobot kepentingan sebesar 0.068 terhadap kriteria PP-PP.

Posisi prioritas terendah yang dimiliki oleh sub-kriteria WPS cukup dapat dipahami mengingat WPS adalah program yang dikeluarkan oleh Kementerian PUPR (bukan oleh Presiden RI). Sedangkan ke-delapan sub-kriteria lainnya (kecuali Daerah Kelautan dan Nelayan (DN)) merupakan amanat langsung dari presiden. Sementara itu, sub-kriteria Daerah Tertinggal (DT) mendapatkan prioritas tertinggi sudah sangat tepat. Karena masyarakat di daerah tertinggal pada umumnya

termarginalkan dalam akses air minum layak. Sehingga sudah sepatutnya semua pihak yang berkompeten dalam pembangunan infrastruktur air minum mengutamakan akses air minum layak di daerah tertinggal. Hal ini juga sejalan dengan motto dari Direktorat Jenderal Cipta Karya yakni “Menyediakan Air di Tempat Yang Sulit Air”. Pada prioritas kedua dan ketiga, yakni KSN dan DPw juga cukup tepat karena kedua sub-kriteria ini sangat vital untuk perekonomian negara. Tentunya jika ditunjang dengan akses air minum layak yang baik maka daerah - daerah yang menjadi wilayah dari KSN atau DPw dapat memberikan peningkatan ekonomi yang optimal bagi kesejahteraan bangsa dan negara.

4.3.4.2 Bobot Kepentingan Sub-Kriteria dari Kriteria Kondisi Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD)

Kriteria Kondisi Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD) memiliki bobot kepentingan sebesar 0.318 yang akan dibagi dalam enam sub-kriteria (Tabel 3.2) dengan terlebih dahulu harus dihitung bobot kepentingan setiap sub-kriteria terhadap kriteria yang menjadi induknya. Pertama - tama adalah membuat matrik *Pairwise Comparison* hasil penggabungan seluruh expert's judgement dengan Geomatic Mean untuk menghitung nilai CR dari matrik. Matrik tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47. Matrik *Pairwise Comparison* hasil penggabungan seluruh *expert's judgement* dengan Geomatic Mean Untuk Sub-Kriteria dari Kriteria TK-PD

Sub-Kriteria	Fiskal	Ris	Tk-Rwn	Ckp-Am	Tk-Bcr	Pdam
Fiskal	1	0.550	0.514	1	1.122	1.142
Ris	1.817	1	1	2.140	2.221	2.117
Tk-Rwn	1.944	1	1	2.289	2.221	2.040
Ckp-Am	1	0.467	0.437	1	1.285	1.201
Tk-Bcr	0.891	0.450	0.450	0.778	1	0.891
Pdam	0.875	0.472	0.490	0.833	1.122	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Keterangan:

- Fiskal : Sub-kriteria Kapasitas Fiskal Daerah
- Ris : Sub-kriteria Dokumen RISPAM Assesment
- Tk-Rwn : Sub-kriteria Tingkat Kerawanan Air Minum
- Ckp-Am : Sub-kriteria Cakupan Pelauanan Air Minum Eksisting
- Tk-Bcr : Sub-kriteria Tingkat Kebocoran PDAM
- Pdam : Sub-kriteria Kondisi PDAM

Berdasarkan matrik *pairwise comparison* pada Tabel 4.47, nilai CR dari matrik tersebut adalah sebesar 0.0017. Karena $CR \leq 10\%$, maka matrik ini dinyatakan cukup konsisten. Tahapan selanjutnya adalah membuat matrik *triangular fuzzy number* (TFN) gabungan seluruh expert dengan Geomatic Mean untuk sub-kriteria dari kriteria TK-PD. Matrik TFN yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.48.

Tabel 4.48. Matrik TFN hasil penggabungan dengan Geomatic Mean untuk sembilan Sub-kriteria dari kriteria PP-PP

Sub-kriteria	Fiskal	Ris	Tk-Rwn
Fiskal	1.00 1.00 1.00	0.43 0.55 0.74	0.35 0.51 0.85
Ris	1.35 1.82 2.33	1.00 1.00 1.00	0.69 1.00 1.44
Tk-Rwn	1.18 1.94 2.88	0.69 1.00 1.44	1.00 1.00 1.00
Ckp-Am	0.64 1.00 1.44	0.35 0.47 0.74	0.30 0.44 0.79
Tk-Bcr	0.68 0.89 1.16	0.37 0.45 0.59	0.31 0.45 0.71
Pdam	0.65 0.88 1.26	0.39 0.47 0.63	0.37 0.49 0.66
Sub-kriteria	Ckp-Am	Tk-Bcr	Pdam
Fiskal	0.69 1.00 1.57	0.86 1.12 1.48	0.79 1.14 1.54
Ris	1.35 2.14 2.85	1.70 2.22 2.67	1.59 2.12 2.57
Tk-Rwn	1.26 2.29 3.30	1.41 2.22 3.20	1.51 2.04 2.71
Ckp-Am	1.00 1.00 1.00	0.96 1.28 1.59	0.71 1.20 1.82
Tk-Bcr	0.63 0.78 1.04	1.00 1.00 1.00	0.69 0.89 1.20
Pdam	0.55 0.83 1.40	0.83 1.12 1.44	1.00 1.00 1.00

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Berdasarkan matrik TFN pada Tabel 4.48, dapat dihitung bobot fuzzy relatif untuk upper value, middle value dan lower value untuk selanjutnya dilakukan defuzifikasi. Proses defuzifikasi akan menghasilkan bobot kepentingan dari sub-kriteria. Bobot kepentingan dapat dilihat pada Tabel 4.49.

Tabel 4.49. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari enam sub-kriteria TK-PD terhadap kriteria induknya

Sub-kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan	Ranking Prioritas
Fiskal	0.076	0.132	0.240	0.149	0.134	3
Ris	0.145	0.253	0.421	0.273	0.245	2
Tk-Rwn	0.135	0.257	0.465	0.286	0.257	1
Ckp-Am	0.071	0.129	0.243	0.148	0.133	4
Tk-Bcr	0.067	0.110	0.193	0.123	0.111	6
Pdam	0.070	0.118	0.212	0.133	0.120	5

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Berdasarkan Tabel 4.49, sub-kriteria dengan prioritas tertinggi dari kriteria TK-PD adalah Tingkat Kerawanan Air (Tk-Rwn) dengan bobot kepentingan sebesar 0.257 terhadap kriteria TK-PD. Hal ini tentunya sejalan dengan tujuan dibangunnya infrastruktur SPAM, yakni untuk mengatasi kerawanan air di suatu daerah. Berada pada ranking prioritas kedua adalah sub-kriteria Dokumen RISPAM (Ris) dengan bobot kepentingan terhadap kriteria TK-PD sebesar 0.245. Hasil gabungan penilaian expert yang menempatkan sub-kriteria ini di ranking prioritas kedua tentunya disebabkan pentingnya dokumen RISPAM itu sendiri dalam rencana pembangunan suatu SPAM di Kab/Kota. Selanjutnya pada ranking prioritas ketiga adalah sub-kriteria Kapasitas Fiskal Daerah (Fis). Sub-kriteria ini memiliki bobot kepentingan sebesar 0.134 terhadap kriteria TK-PD. Kapasitas fiskal daerah memang cukup penting dalam menentukan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum. Daerah dengan kapasitas fiskal yang rendah harus mendapatkan perhatian ekstra karena memiliki potensi tidak dapat membangun infrastruktur air minum didaerahnya sendiri.

Prioritas paling akhir dari kriteria TK-PD adalah sub-kriteria Tingkat Kebocoran PDAM (Tk-Bcr). Cukup mengherankan karena sebetulnya tingkat kebocoran cukup penting dalam penentuan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum. Apabila tingkat kebocorannya masih tinggi, tentunya lebih baik mencari penyebab kebocoran tersebut untuk kemudian mengatasinya, dibandingkan dengan membangun infrastruktur air minum yang baru. Meskipun demikian, namun bisa jadi *expert* berpendapat demikian karena telah memiliki pengalaman yang membuktikan bahwa tingkat kebocoran tidak harus menjadi prioritas utama dalam penentuan skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum.

4.3.4.3 Bobot Kepentingan Sub-Kriteria dari Kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M)

Kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M) memiliki bobot kepentingan sebesar 0.208 yang akan dibagi dalam lima sub-kriteria (Tabel 3.2). Bobot kepentingan setiap sub-kriteria terhadap kriteria yang menjadi induknya harus

dihitung terlebih dahulu. Langkah pertama adalah membuat matrik *Pairwise Comparison* hasil penggabungan seluruh expert's judgement dengan Geomatic Mean. Matrik ini dapat digunakan untuk menghitung nilai CR dari hasil penggabungan *expert's judgement*. Matrik tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.50.

Tabel 4.50. Matrik *Pairwise Comparison* hasil penggabungan seluruh *expert's judgement* dengan Geomatic Mean Untuk Sub-Kriteria dari Kriteria KSE-M

Sub-Kriteria	St-U	Pop	Tk-Pnd	Tk-Mis	Per-Kap
St-U	1	0.541	0.661	0.340	0.607
Pop	1.849	1	1.089	0.525	0.891
Tk-Pnd	1.513	0.918	1	0.577	0.891
Tk-Mis	2.942	1.906	1.732	1	1.468
Per-Kap	1.648	1.122	1.260	0.681	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Keterangan:

- St-U : Sub-kriteria Struktur Usia Penduduk
- Pop : Sub-kriteria Populasi Penduduk
- Tk-Pnd : Sub-kriteria Tingkat Pendidikan Penduduk
- Tk-Mis : Sub-kriteria Tingkat Kemiskinan Penduduk
- Per-Kap : Sub-kriteria Pendapatan Per Kapita Penduduk

Berdasarkan matrik pada Tabel 4.50 dapat dihitung nilai CR dari hasil penggabungan seluruh *expert's judgement*. CR adalah sebesar 0.0073. Karena $CR \leq 10\%$, maka matrik ini dinyatakan cukup konsisten. Tahapan selanjutnya adalah membuat matrik *triangular fuzzy number* (TFN) gabungan seluruh expert dengan Geomatic Mean untuk sub-kriteria dari kriteria KSE-M. Matrik TFN yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.51.

Tabel 4.51. Matrik TFN hasil penggabungan dengan Geomatic Mean untuk sembilan Sub-kriteria dari kriteria KSE-M

Sub-kriteria	St-U			Pop			Tk-Pnd		
St-U	1.00	1.00	1.00	0.36	0.54	0.95	0.61	0.66	0.74
Pop	1.05	1.85	2.80	1.00	1.00	1.00	0.69	1.09	1.73
Tk-Pnd	1.35	1.51	1.65	0.58	0.92	1.44	1.00	1.00	1.00
Tk-Mis	1.85	2.94	3.99	1.12	1.91	2.62	1.14	1.73	2.64
Per-Kap	1.31	1.65	1.99	0.76	1.12	1.57	1.04	1.26	1.48
Sub-kriteria	Tk-Mis			Per-Kap					
St-U	0.25	0.34	0.54	0.50	0.61	0.76			
Pop	0.38	0.52	0.89	0.64	0.89	1.31			
Tk-Pnd	0.38	0.58	0.88	0.68	0.89	1.16			
Tk-Mis	1.00	1.00	1.00	1.12	1.47	1.82			
Per-Kap	0.55	0.68	0.89	1.00	1.00	1.00			

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Berdasarkan matrik TFN pada Tabel 4.51, dapat dihitung bobot fuzzy relatif untuk upper value, middle value dan lower value untuk selanjutnya dilakukan defuzifikasi. Proses defuzifikasi akan menghasilkan bobot kepentingan dari sub-kriteria. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dapat dilihat pada Tabel 4.52.

Tabel 4.52. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari lima sub-kriteria KSE-M terhadap kriteria induknya

Sub-kriteria	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan	Ranking Prioritas
St-U	0.070	0.112	0.194	0.125	0.114	5
Pop	0.102	0.186	0.351	0.213	0.194	3
Tk-Pnd	0.105	0.176	0.296	0.192	0.175	4
Tk-Mis	0.176	0.320	0.543	0.346	0.315	1
Per-Kap	0.129	0.206	0.330	0.222	0.202	2

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Berdasarkan Tabel 4.52, pada kriteria KSE-M sub-kriteria yang paling vital menurut para *expert* adalah Tingkat Kemiskinan dari penduduk suatu Kab/Kota

(Tk-Mis) dengan bobot kepentingan sebesar 0.315 terhadap kriteria induknya. Hal ini sangat dapat dipahami karena penduduk miskin pada umumnya memang terpinggirkan dan memiliki kesulitan dalam mengakses air minum layak. Pembangunan infrastruktur air minum yang mengedepankan Tingkat Kemiskinan sangat baik dalam mendukung upaya pemerintah untuk menurunkan angka kemiskinan. Dengan akses air minum layak, maka tingkat kesehatan akan meningkan, kemudian diharapkan dapat meningkatkan kemampuan ekonomi masyarakat miskin. Pada prioritas kedua adalah sub-kriteria Pendapatan Per Kapita Penduduk dengan bobot kepentingan sebesar 0.202 terhadap kriteria KSE-M. Pendapatan Per Kapita tentunya penting untuk dipertimbangkan dalam penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum agar pembangunan yang dilakukan sejalan dengan gejala ekonomi masyarakat. Hal ini penting untuk menunjang aktifitas tempo tinggi dari masyarakat dengan pendapatan per kapita yang tinggi. Prioritas yang paling rendah dari kriteria KSE-M adalah sub-kriteria Struktur Usia Penduduk (St-U). *Judgement* ini dirasa cukup tepat karena keterkaitan kebutuhan air dengan struktur usia penduduk memang cukup rendah. Jauh lebih penting mengedepankan penuntasan kemiskinan atau pemenuhan aktivitas masyarakat dengan pendapatan per kapita tinggi, dibandingkan dengan sekedar menyesuaikan pelayanan air minum dengan struktur usia penduduk.

4.3.4.4 Bobot Kepentingan Sub-Kriteria dari Kriteria Presepsi Masyarakat Terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM)

Kriteria Presepsi Masyarakat Terhadap Akses Air Minum Layak di Daerahnya (PM-AM) tidak memiliki sub-kriteria sehingga bobot kepentingan kriteria ini tidak dibagi - bagi kepada sub-kriterianya. Bobot kepentingan PM-AM adalah sebesar 0.179.

4.3.5 Hirarki Model

Setelah mendapatkan bobot kepentingan kriteria (4.2.3) dan bobot kepentingan sub-kriteria dari setiap kriteria (4.2.4), selanjutnya kita dapat menyusun hierarki model.

Hierarki model disusun dari kriteria dengan bobot kepentingan tertinggi hingga kriteria dengan bobot kepentingan terendah beserta setiap sub-kriteria yang menyertainya. Bobot kepentingan sub-kriteria terhadap Goal / Tujuan dapat dihitung dengan persamaan:

$$W'_{sub} = W_{sub} * W_{kriteria} \dots\dots\dots (4.2)$$

Keterangan:

W_{sub} = Bobot Kepentingan Sub-kriteria terhadap kriteria induk

W'_{sub} = Bobot Kepentingan Sub-kriteria terhadap Goal

$W_{kriteria}$ = Bobot Kepentingan kriteria induk

Dengan menggunakan persamaan (4.2) dihasilkan bobot kepentingan Sub-kriteria terhadap Tujuan / Goal yang dilihat pada Tabel 4.53.

Tabel 4.53. Bobot Kepentingan Sub-kriteria dari Kriteria PP-PP terhadap Goal

Nama Kriteria, Nama Sub- kriteria dan Bobot Kepentingan	Nama Kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP) bobot = 0.295									Total Bobot Sub- Kriteria
	KSN	WPS	DT	DPb	DN	DPw	PPKT	STU	KB	
Bobot kepentingan terhadap Goal / Tujuan	0.131	0.068	0.167	0.111	0.119	0.124	0.089	0.122	0.069	0.295

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.53 memperlihatkan bagaimana bobot kepentingan dari kriteria PP-PP (0.295) dibagi ke setiap sub-kriteria berdasarkan proporsi bobot dari masing - masing sub-kriteria terhadap kriteria PP-PP. Sub-kriteria KSN dengan bobot kepentingan 0.131 terhadap kriteria PP-PP, mendapatkan porsi bobot kepentingan terhadap Goal sebesar $0.131 * 0.295 = 0.0386$. Sedangkan sub-kriteria WPS yang memiliki bobot kepentingan 0.068 terhadap kriteria PP-PP, mendapatkan bobot kepentingan terhadap Goal sebesar $0.068 * 0.295 = 0.0201$. Dan seterusnya sampai dengan sub-kriteria KB dengan bobot kepentingan terhadap Goal sebesar $0.069 * 0.295 = 0.0203$.

Sedangkan untuk kriteria TK-PD, dengan menggunakan persamaan yang sama, bobot kepentingan sub-kriteria terhadap Goal dapat dilihat pada Tabel 4.54.

Tabel 4.54. Bobot Kepentingan Sub-kriteria dari Kriteria TK-PD terhadap Goal

Nama Kriteria, Nama Sub-kriteria dan Bobot Kepentingan	Nama Kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD)						Total Bobot Sub-Kriteria
	Fiskal	Ris	Tk-Rwn	Ckp-Am	Tk-Bcr	Pdam	
	0.134	0.245	0.257	0.133	0.111	0.120	
Bobot kepentingan terhadap Goal	0.0426	0.0779	0.0817	0.0423	0.0353	0.0382	0.318

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Dapat dilihat pada Tabel 4.54 bahwa bobot kepentingan dari kriteria TK-PD (0.318) dibagi ke setiap sub-kriteria berdasarkan proporsi bobot dari masing - masing sub-kriteria terhadap kriteria TK-PD. Sub-kriteria Fiskal dengan bobot kepentingan 0.134 terhadap kriteria TK-PD, mendapatkan porsi bobot kepentingan terhadap Goal sebesar $0.134 * 0.318 = 0.0426$. Sedangkan sub-kriteria Ris yang memiliki bobot kepentingan 0.245 terhadap kriteria TK-PD, mendapatkan bobot kepentingan terhadap Goal sebesar $0.245 * 0.318 = 0.0779$. Dan seterusnya sampai dengan sub-kriteria Pdam dengan bobot kepentingan terhadap Goal sebesar $0.120 * 0.318 = 0.0382$.

Kemudian pada kriteria KSE-M yang memiliki lima sub-kriteria, bobot kepentingannya sebesar 0.208 akan dibagi kepada lima sub-kriteria tersebut. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.55.

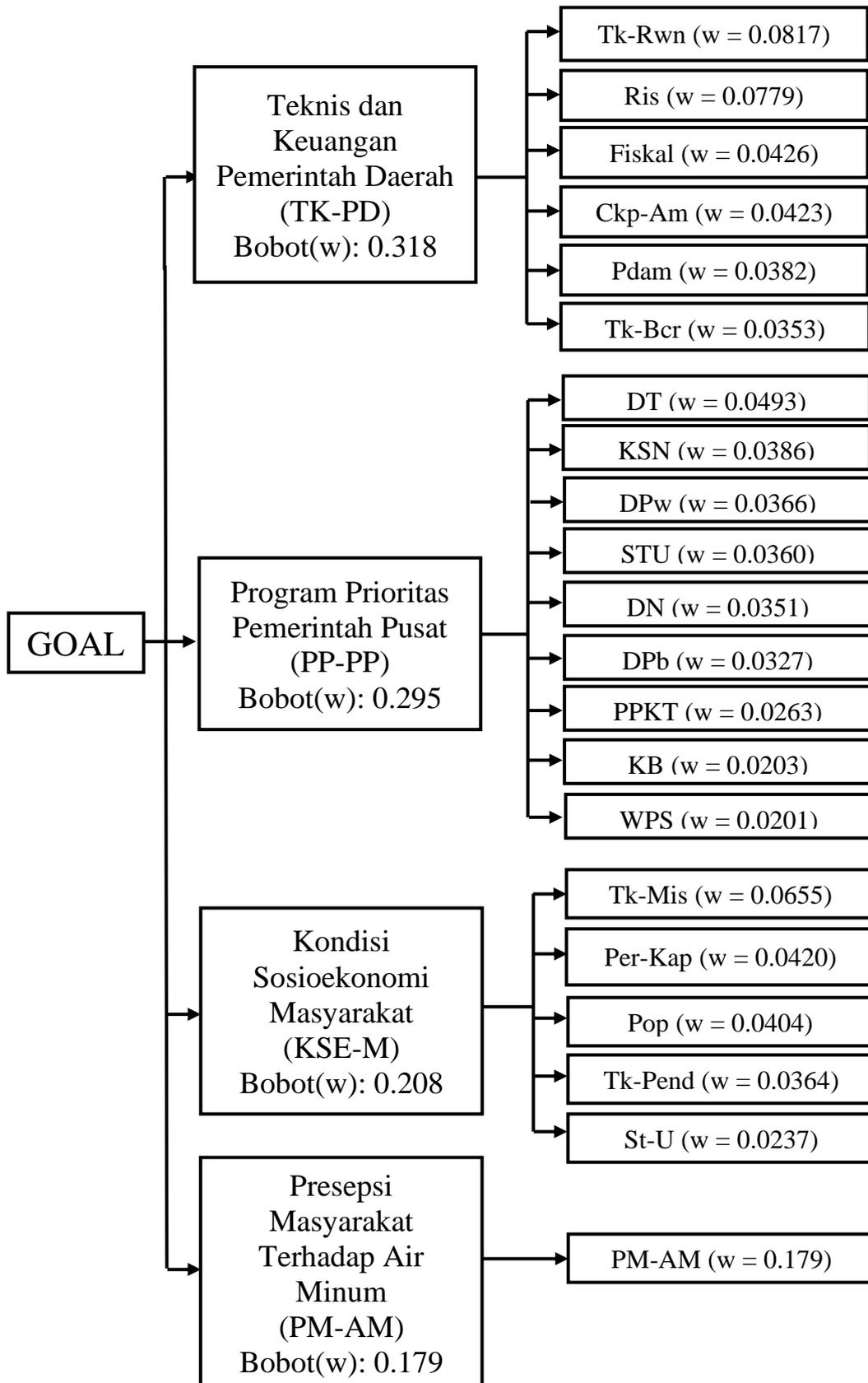
Tabel 4.55. Bobot Kepentingan Sub-kriteria dari Kriteria KSE-M terhadap Goal

Nama Kriteria, Nama Sub-kriteria dan Bobot Kepentingan	Nama Kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M)					Total Bobot Sub-Kriteria
	St-U	Pop	Tk-Pnd	Tk-Mis	Per-Kap	
Bobot kepentingan terhadap Goal	0.114	0.194	0.175	0.315	0.202	0.208

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.55 kriteria KSE-M dengan bobot kepentingan sebesar 0.208 dibagi ke lima sub-kriteria berdasarkan proporsi bobot dari masing - masing sub-kriteria terhadap kriteria KSE-M. Sub-kriteria St-U dengan bobot kepentingan 0.114 terhadap kriteria KSE-M, mendapatkan porsi bobot kepentingan terhadap Goal sebesar $0.114 * 0.208 = 0.0237$. Sedangkan sub-kriteria Pop yang memiliki bobot kepentingan 0.194 terhadap kriteria KSE-M, mendapatkan bobot kepentingan terhadap Goal sebesar $0.194 * 0.208 = 0.0404$. Dan seterusnya sampai dengan sub-kriteria terakhir Per-Kap dengan bobot kepentingan terhadap Goal sebesar $0.202 * 0.208 = 0.0420$.

Berdasarkan Tabel 4.53, Tabel 4.54 dan Tabel 4.55 dapat disusun hierarki model yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Pohon Hirarki Model

Dapat di lihat pada Gambar 4.11 pada pohon hirarki, Kriteria yang paling utama adalah Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD) dengan bobot kepentingan sebesar 0.318. Sedangkan Sub-kriteria yang paling tinggi prioritasnya adalah Tingkat Kerawanan Air (Tk-Rwn) yang merupakan Sub-kriteria dari kriteria dengan prioritas tertinggi. Sub-kriteria Tk-Rwn memiliki bobot kepentingan sebesar 0.0817. Pada prioritas kedua adalah Sub-kriteria Dokumen RISPAM (Ris) dengan bobot kepentingan sebesar 0.0779. Ditempat ketiga adalah Sub-kriteria Kapasitas Fiskal Daerah (Fiskal) dengan bobot kepentingan 0.0426.

Jika kita melihat Sub-kriteria Daerah Tertinggal (DT) pada Kriteria PP-PP, sebetulnya Sub-kriteria ini memiliki bobot kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan dengan Sub-kriteria Fiskal, yakni sebesar 0.0655. Namun hirarki model disusun dengan meranking Level-1 terlebih dahulu (Kriteria) kemudian barulah meranking Level-2 (Sub-kriteria). Sehingga Sub-kriteria yang berada pada Kriteria PP-PP meskipun beberapa memiliki bobot kepentingan di atas Sub-kriteria yang ada pada Kriteria TK-PD, namun secara hierarki seluruh Sub-kriteria dari TK-PD berada di atas Sub-kriteria milik PP-PP. Sementara itu, kriteria Presepsi Masyarakat Terhadap Akses Air Minum di daerahnya (PM-AM) karena tidak memiliki Sub-kriteria, maka kriteria ini berdiri sendiri dengan bobot kepentingan sebesar 0.179.

Setelah mendapatkan bentuk susunan dari hirarki model yang mengandung bobot kepentingan dari setiap Kriteria dan Sub-kriteria yang digunakan, tahapan selanjutnya adalah menentukan metode untuk menghitung skala prioritas dari setiap alternatif yang ada.

4.4. Penentuan Metode Perhitungan Skala Prioritas

Dengan menggunakan Kriteria dan Sub-kriteria yang telah memiliki bobot kepentingan nya masing - masing, kita dapat menghitung skala prioritas dari alternatif keputusan yang ada. Dari beberapa metode perhitungan skala prioritas, akan dibandingkan sebanyak 4 metode yang tergolong dalam Multi-Attribute Decision Making (MADM) yakni metode SAW, WP, TOPSIS dan AHP. Sedangkan dari kelompok Fuzzy MADM diwakili oleh FAHP.

4.4.1 Data Untuk Pengujian Menentukan Metode MADM Terbaik

Kelima metode MADM yang akan diteliti, digunakan untuk mengambil keputusan terhadap ranking prioritas pembangunan infrastruktur air minum di wilayah studi. Wilayah studi adalah enam Kab/Kota di Provinsi Jawa Timur yang telah dibahas pada sub-bab 4.1, yakni Kota Blitar, Kab. Kediri, Kab. Pacitan, Kota Surabaya, Kab. Jember dan Kota Batu.

Putra dan Lasminto (2019) dalam riset nya yang berjudul *Information Technology To Determine The Priority Level Of Drinking Water Infrastructure Development: Case Study in Regency/City Of Banten Province* yang dipublikasikan dalam HATHI *The 6th International Seminar on Advancement of Water Resource Management in a Global Challenge* yang diselenggarakan di Kupang, NTT pada 22 - 24 November 2019, menggunakan tiga kriteria eksisting yang saat ini digunakan oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya dalam menentukan cluster prioritas pembangunan infrastruktur air minum. Tiga kriteria tersebut adalah: Kapasitas Fiskal Daerah (KFD), Tingkat Kerawanan Air (TKA) dan Hasil Assessment Dokumen RISPAM (ADR). Kriteria - kriteria ini digunakan untuk menentukan ranking prioritas untuk pembangunan infrastruktur air minum di Provinsi Banten dengan menggunakan metode FAHP pada penentuan Bobot Kepentingan dari setiap kriteria dan metode SAW pada penentuan ranking prioritas dari setiap alternatif. Kriteria dan bobot kepentingan dari penelitian tersebut akan digunakan dalam penentuan metode terbaik dalam penelitian ini. Kriteria dan bobot kepentingan dari KFD, TKA dan ADR dapat dilihat pada Tabel 4.56.

Tabel 4.56. *Pairwise* Comparison dan Bobot Kepentingan Dari Kriteria: KFD, TKA dan ADR

Nama Kriteria	KFD	TKA	ADR	Bobot Kepentingan
KFD	1	2	3	0.51904
TKA	1/2	1	2	0.30793
ADR	1/3	1/2	1	0.17303

Sumber: Putra dan Lasminto, 2019

Sementara itu, data yang akan digunakan adalah Kapasitas Fiskal Daerah Tahun 2019 (Permenkeu No. 126 tahun 2019, 2019), Tingkat Kerawanan Air Tahun 2019 dan Hasil Assessment Dokumen RISPAM Tahun 2019 (DJCK, 2019). Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.57.

Tabel 4.57. Data KFD, TKA dan ADR dari Kab/Kota Wilayah Studi

Kab/Kota	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)		Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Hasil Assesment Dokumen RISPAM (ADR)	Keterangan
	Indeks	Status			
Kota Blitar	0.879	Sedang	Rendah	43.17%	Perbaikan - dianggarkan
Kab. Kediri	1.531	Tinggi	Sedang	75.76%	Perbaikan - dianggarkan
Kab. Pacitan	0.969	Sedang	Tinggi	84.38%	Sudah/Siap Legalisasi
Kota Surabaya	9.675	Sangat Tinggi	Tinggi	98.20%	Sudah/Siap Legalisasi
Kab. Jember	2.346	Sangat Tinggi	Tinggi	59.02%	Perbaikan - dianggarkan
Kota Batu	0.674	Rendah	Rendah	71.18%	Perbaikan - dianggarkan

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Jika memperhatikan Tabel 4.57, dapat dilihat bahwa untuk kriteria KFD, status KFD sangat tinggi diwakili oleh Kota Surabaya dan Kab. Jember dengan masing - masing IKFD sebesar 9.675 dan 2.346. Untuk KFD status tinggi diwakili Kab. Kediri dengan IKFD sebesar 1.531. Sementara itu untuk KFD dengan status sedang terwakili oleh Kota Blitar (IKFD 0.879) dan Kab. Pacitan (IKFD 0.969). Sedangkan untuk KFD dengan status rendah diwakili oleh Kota Batu dengan IKFD 0.674. Untuk status KFD sangat rendah, tidak terdapat Kab/Kota di Provinsi Jawa Timur yang mewakilinya. Tingkatan status dari KFD untuk Kab/Kota dapat dilihat pada Tabel 4.58.

Tabel 4.58. Rentang Status KFD Kab/Kota di Indonesia

Rentang Indeks Kapasitas Fiskal Daerah (IKFD)	Kategori / Status Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)
$IKFD < 0.509$	Sangat Rendah
$0.509 \leq IKFD < 0.720$	Rendah
$0.720 \leq IKFD < 1.089$	Sedang
$1.089 \leq IKFD < 1.959$	Tinggi
$IKFD \geq 1.959$	Sangat Tinggi

Sumber: Permenkeu No. 126 tahun 2019, 2019

Sementara itu, untuk ketegori Tingkat Kerawanan Air (TKA) yang terdiri dari tiga kategori yakni Tinggi, Sedang dan Rendah. Enam Kab / Kota yang menjadi wilayah studi memiliki perwakilan di setiap kategori. Tingkat Kerawanan Air Tinggi diwakili Kab. Pacitan, Kota Surabaya dan Kab. Jember. Untuk Tingkat Kerawanan Air Sedang diwakili Kab. Kediri dan Tingkat Kerawanan Air Rendah diwakili Kota Blitar dan Kota Batu.

Selanjutnya untuk kriteria ketiga yakni Hasil Assessment Dokumen RISPAM (ADR) berdasarkan hasil survei lapangan, kriteria ini dibagi kedalam tiga kategori yang dapat dilihat pada Tabel 4.59.

Tabel 4.59. Kategori Hasil Assessment Dokumen RISPAM

Keterangan Hasil Assesment	Kategori
Sudah Terlegalisasi atau Siap untuk dilegalisasi	Sudah/Siap Legalisasi
Dokumen RISPAM memerlukan perbaikan dan dana perbaikannya dianggarkan	Perbaikan - dianggarkan
Dokumen RISPAM memerlukan perbaikan dan dana perbaikannya tidak dianggarkan	Perbaikan - tdk dianggarkan

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada kategori pertama dimana Dokumen RISPAM dinyatakan siap untuk legalisasi atau bahkan sudah terlegalisasi, pada Kab/Kota wilayah studi diwakili oleh Kab. Pacitan dan Kota Surabaya. Sedangkan untuk ketegori Dokumen RISPAM yang masih memerlukan perbaikan dan Pemerintah setempat menganggarkan

perbaikannya akan diwakili Kota Blitar, Kab. Kediri, Kab. Jember dan Kota Batu. Dengan menggunakan data dari Kab/Kota yang mewakili kategori dari setiap kriteria, akan dilakukan proses perhitungan ranking prioritas untuk pembangunan infrastruktur air minum terhadap enam Kab/Kota wilayah studi. Selanjutnya hasil ranking prioritas dan bobot prioritasnya akan dibandingkan untuk mendapatkan metode terbaik yang akan digunakan dalam model DSS.

4.4.2 Ranking Prioritas Dengan Metode SAW

Metode SAW telah dijelaskan dalam dasar teori pada sub-sub-sub-bab 2.1.3.3 tentang *Simple Additive Weighting Method* (SAW). Dengan mengikuti langkah - langkah sebagaimana disampaikan dalam dasar teori, maka data Kab/Kota yang terdapat pada Tabel 4.57 dapat ditentukan ranking prioritas pembangunan infrastruktur air minumnya sebagaimana pada Tabel 4.60.

Tabel 4.60 Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode SAW

Kab/Kota	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)		Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Hasil Assesment Dokumen RISPAM (ADR)	Prosentase Penilaian	Keterangan	Skala Prioritas Dengan Metode SAW	
	Indeks	Status					Skor Prioritas	Ranking Prioritas
Kota Blitar	0.879	Sedang	Rendah	43.17%	Perbaikan - dianggarkan	0.536	5	
Kab. Kediri	1.531	Tinggi	Sedang	75.76%	Perbaikan - dianggarkan	0.547	4	
Kab. Pacitan	0.969	Sedang	Tinggi	84.38%	Sudah/Siap Legalisasi	0.818	1	
Kota Surabaya	9.675	Sangat Tinggi	Tinggi	98.20%	Sudah/Siap Legalisasi	0.517	6	
Kab. Jember	2.346	Sangat Tinggi	Tinggi	59.02%	Perbaikan - dianggarkan	0.561	3	
Kota Batu	0.674	Rendah	Rendah	71.18%	Perbaikan - dianggarkan	0.721	2	

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.60, dapat dilihat bahwa metode SAW menempatkan Kab. Pacitan sebagai ranking prioritas pertama dalam pembangunan infrastruktur air minum dibandingkan dengan lima Kab/Kota lainnya yang menjadi wilayah studi. Skor Kab. Pacitan adalah sebesar 0.818. Kemudian pada prioritas kedua adalah Kota Batu dengan skor sebesar 0.721. Ditempat ketiga, keempat dan kelima adalah Kab. Jember, Kab. Kediri dan Kota Blitar dengan skor masing - masing secara berurutan adalah 0.561, 0.547 dan 0.536. Kemudian Kab/Kota yang mendapatkan prioritas terendah di antara wilayah studi adalah Kota Surabaya dengan skor 0.517.

Metode SAW terlihat sangat baik dalam menentukan ranking prioritas. Meskipun Prosentase Assessment Dokumen RISPAM (ADR) dari Kota Surabaya cukup jauh meninggalkan Kab/Kota lainnya namun hal ini tidak membuat Kota Surabaya masuk ranking tinggi. Bahkan Kota Surabaya mendapatkan prioritas terendah pada metode ini. Hal ini juga diakibatkan pada rendahnya bobot kepentingan dari kriteria Assessment Dokumen RISPAM (ADR) itu sendiri dan juga tingginya bobot kepentingan dari kriteria KFD sedangkan kriteria ini bersifat cost sehingga membuat Kota Surabaya dengan IKFD yang sangat tinggi memiliki skor prioritas yang sangat rendah.

4.4.3 Ranking Prioritas Dengan Metode WP

Langkah - langkah penentuan ranking prioritas dengan metode WP telah dijelaskan dalam dasar teori pada sub-sub-sub-bab 2.1.3.4 tentang *Weighted Product* (WP). Dengan mengikuti langkah - langkah sebagaimana disampaikan dalam dasar teori, maka data Kab/Kota yang terdapat pada Tabel 4.57 dapat ditentukan ranking prioritas pembangunan infrastruktur air minumnya sebagaimana pada Tabel 4.61.

Tabel 4.61. Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode WP

Kab/Kota	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)		Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Hasil Assesment Dokumen RISPAM (ADR)		Skala Prioritas Dengan Metode WP	
	Indeks	Status		Prosentase Penilaian	Keterangan	Skor Prioritas	Ranking Prioritas
Kota Blitar	0.879	Sedang	Rendah	43.17%	Perbaikan - dianggarkan	0.162	5
Kab. Kediri	1.531	Tinggi	Sedang	75.76%	Perbaikan - dianggarkan	0.165	3
Kab. Pacitan	0.969	Sedang	Tinggi	84.38%	Sudah/Siap Legalisasi	0.186	1
Kota Surabaya	9.675	Sangat Tinggi	Tinggi	98.20%	Sudah/Siap Legalisasi	0.149	6
Kab. Jember	2.346	Sangat Tinggi	Tinggi	59.02%	Perbaikan - dianggarkan	0.163	4
Kota Batu	0.674	Rendah	Rendah	71.18%	Perbaikan - dianggarkan	0.175	2

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Ranking prioritas pertama dan kedua dari enam data wilayah studi berdasarkan metode WP identik dengan ranking prioritas dari metode SAW, yakni Kab. Pacitan di prioritas pertama dengan skor 0.186 dan Kota Baru di prioritas kedua dengan skor 0.175. Kemudian pada ranking prioritas ketiga, keempat dan kelima ditempati oleh Kab. Kediri dengan skor 0.165, Kab. Jember dengan skor 0.163 dan Kota Blitar dengan skor 0.162. Sebagaimana metode SAW, metode WP juga menempatkan Kota Surabaya sebagai prioritas terakhir diantara enam Kab/Kota yang menjadi wilayah studi, dengan skor sebesar 149.

Metode ini juga cukup baik menempatkan Kota Surabaya yang memiliki Indeks Kapasitas Fiskal Daerah yang teramat sangat tinggi dibandingkan dengan yang lainnya pada prioritas terakhir. Dengan dukungan dana Pemerintah Daerah yang sangat besar, memang sebaiknya memprioritaskan Kab/Kota lainnya yang memiliki sedikit data pada Pemerintah Daerahnya. Sementara pada ranking kedua, sama halnya dengan dengan metode SAW, meskipun Kota Batu memiliki Tingkat

Kerawanan Air yang rendah, namun dikarenakan rendahnya Kapasitas Fiskal Daerah-nya maka mendapatkan prioritas kedua.

4.4.4 Ranking Prioritas Dengan Metode TOPSIS

Metode TOPSIS dapat dilihat dalam dasar teori pada sub-sub-sub-bab 2.1.3.5 tentang *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Dengan mengikuti langkah - langkah sebagaimana disampaikan dalam dasar teori, maka data Kab/Kota yang terdapat pada Tabel 4.57 dapat ditentukan ranking prioritas pembangunan infrastruktur air minumnya sebagaimana pada Tabel 4.62.

Tabel 4.62. Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode TOPSIS

Kab/Kota	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)		Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Hasil Assesment Dokumen RISPAM (ADR)	Keterangan	Skala Prioritas Dengan Metode TOPSIS	
	Indeks	Status				Prosentase Penilaian	Skor Prioritas	Ranking Prioritas
Kota Blitar	0.879	Sedang	Rendah	43.17%	Perbaikan - dianggarkan	0.805	5
Kab. Kediri	1.531	Tinggi	Sedang	75.76%	Perbaikan - dianggarkan	0.819	2
Kab. Pacitan	0.969	Sedang	Tinggi	84.38%	Sudah/Siap Legalisasi	0.966	1
Kota Surabaya	9.675	Sangat Tinggi	Tinggi	98.20%	Sudah/Siap Legalisasi	0.212	6
Kab. Jember	2.346	Sangat Tinggi	Tinggi	59.02%	Perbaikan - dianggarkan	0.817	3
Kota Batu	0.674	Rendah	Rendah	71.18%	Perbaikan - dianggarkan	0.81	4

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Prioritas pertama dari metode TOPSIS, sama dengan metode SAW dan WP yakni Kab. Pacitan dengan skor 0.966. Namun pada prioritas kedua, metode ini memiliki

perbedaan hasil dengan dua metode sebelumnya. Di tempat kedua adalah Kab. Kediri dengan skor 0.819. Posisi Kab. Kediri ini membuktikan bahwa metode TOPSIS mempunyai kecenderungan lebih mempertimbangkan bobot kepentingan dari kriteria dengan merata sehingga meskipun status KFD Kab. Kediri tinggi namun dapat mengalahkan Kota Batu dengan KFD rendah karena Kab. Kediri memiliki kerawanan air yang berada dalam kategori sedang. Dengan kata lain, kriteria KFD sebagai kriteria yang paling utama mengalami penurunan pengaruh pada metode ini.

4.4.5 Ranking Prioritas Dengan Metode AHP

Untuk menggunakan metode AHP, kita harus merubah nilai dari setiap alternatif kedalam bahasa linguistik. Sebetulnya, jika kita telah memiliki nilai numerik, maka menggantinya dengan linguistik justru akan menyebabkan munculnya suatu ketidakpastian. Namun demikian, dalam penelitian ini akan dilihat efek dari ketidakpastian yang dikandung metode AHP yang mengharuskan nilai dalam bentuk linguistik.

Nilai linguistik dari Kriteria KFD, terdapat dalam Tabel 4.81 kolom kedua, yakni status KFD dari masing - masing Kab/Kota. Jika status KFD ini ditransformasi dengan skala saaty tipe lima interval (Tabel 2.4) dengan membuang nilai antara dua nilai, maka skala saaty-nya dapat dilihat pada Tabel 4.63.

Tabel 4.63. Transformasi Status KFD menjadi Skala Saaty

Intensitas Kepentingan (Skala Saaty)	Status KFD
1	Sangat Tinggi
3	Tinggi
5	Sedang
7	Rendah
9	Sangat Rendah

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.63 dapat dilihat bagaimana semakin rendah status KFD suatu Kab/Kota, maka intensitas kepentingannya juga akan semakin tinggi, karena semakin memerlukan bantuan dalam pembangunan infrastruktur air minumnya. Dengan menggunakan Tabel 4.63 sebagai dasar, maka dapat disusun matrik *pairwise comparison* untuk kategori dari kriteria KFD. Kemudian dari matrik *pairwise comparison* dapat diproses dengan metode AHP untuk mendapatkan Bobot Kepentingan untuk Kategori Status KFD sebagaimana Tabel 4.64 di bawah ini.

Tabel 4.64. Matrik *Pairwise Comparison* dari Kategori Status KFD

Kategori KFD	Sangat tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Sangat Rendah
Sangat tinggi	1	1/3	1/5	1/7	1/9
Tinggi	3	1	1/3	1/5	1/7
Sedang	5	3	1	1/3	1/5
Rendah	7	5	3	1	1/3
Sangat Rendah	9	7	5	3	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Perhatikan Tabel 4.64 pada *pairwise comparison* antara Kategori KFD Sangat tinggi dengan sesama Kategori KFD Sangat tinggi bernilai 1 karena merupakan pertemuan antar Kriteria (dalam hal ini Kategori) yang sama. Dengan demikian maka didapatkan persamaan (4.3) yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 [\text{Intensitas Sangat tinggi}] - [\text{Intensitas Sangat tinggi}] &+ [X] = 1 \\
 1 &- & 1 &+ [X] = 1 \\
 &0 & &+ [X] = 1, \text{ maka } X = 1
 \end{aligned}$$

Sehingga, persamaannya (Persamaan 4.3) dapat dituliskan:

$$\text{Nilai } \textit{Pairwise Comparison} = [\text{Intensitas Kategori-1}] - [\text{Intensitas Kategori-2}] + 1$$

Dengan demikian maka didapatkan persamaan untuk menghitung nilai *pairwise comparison* yakni = $[\text{Intensitas Kategori-1}] - [\text{Intensitas Kategori-2}] + 1$. Dengan menggunakan persamaan tersebut di atas, seluruh nilai matrix *pairwise comparison*

dihitung untuk menghasilkan matrik sebagaimana Tabel 4.64 di atas. Berdasarkan matrik *Pairwise Comparison* Kategori Status KFD (Tabel 4.64), dapat dihitung bobot kepentingan dari setiap Kategori Status KFD yang dapat dilihat pada Tabel 4.65.

Tabel 4.65. Bobot Kepentingan Dari Kategori Status KFD

Kategori KFD	Sangat tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Sangat Rendah	Bobot Kepentingan
Sangat tinggi	1	1/3	1/5	1/7	1/9	0.035
Tinggi	3	1	1/3	1/5	1/7	0.068
Sedang	5	3	1	1/3	1/5	0.134
Rendah	7	5	3	1	1/3	0.260
Sangat Rendah	9	7	5	3	1	0.503

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Perhatikan Tabel 4.65, bahwa Kategori KFD dengan status Sangat Rendah yang akan mendapatkan prioritas tertinggi diberikan bobot kepentingan tertinggi sebesar 0.503. Begitupun dengan Kategori KFD Rendah dengan bobot kepentingan tertinggi kedua sebesar 0.260 dan Kategori KFD lainnya yang diberikan bobot sesuai dengan intensitas kepentingannya dalam pengambilan keputusan. Matrik ini memiliki nilai CR sebesar 0.054 yang artinya cukup konsisten ($CR \leq 10\%$).

Kemudian kriteria kedua yakni Tingkat Kerawanan Air (TKA) dengan nilai linguistik tinggi, sedang dan rendah juga haruslah mendapatkan bobot kepentingan. Dengan metode yang sama, namun menggunakan skala saaty interval 3 dapat ditransformasi nilai linguistik status kerawanan air dari kriteria TKA sebagaimana Tabel 4.66.

Tabel 4.66. Intensitas kepentingan Status Kerawanan Air

Intensitas Kepentingan (Skala Saaty)	Status Kerawanan Air
3	Rendah
5	Sedang
7	Tinggi

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Dengan mengacu pada persamaan (4.3) maka dapat diperoleh matrik *pairwise comparison* dari Status Kerawanan Air untuk kemudian dihitung menjadi Bobot Kepentingan Status Kerawanan Air. Matrik *pairwise comparison* dan Bobot Kepentingan dari Status Kerawanan Air dapat dilihat pada Tabel 4.67.

Tabel 4.67. Matrik *Pairwise Comparison* dan Bobot Kepentingan dari Status Kerawanan Air Untuk Kriteria Tingkat Kerawanan Air (TKA)

Status Kerawanan Air	Tinggi	Sedang	Rendah	Bobot Kepentingan
Tinggi	1	3	5	0.633
Sedang	1/3	1	3	0.261
Rendah	1/5	1/3	1	0.106

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.67 dapat dilihat bahwa Kerawanan Air yang tinggi menyebabkannya mendapatkan bobot kepentingan yang tertinggi pula yakni sebesar 0.633. Selanjutnya untuk level Kerawanan Air sedang dan rendah yang masing - masing mendapatkan bobot 0.261 dan 0.106. Matrik ini memiliki nilai CR sebesar 0.033 sehingga cukup konsisten ($CR \leq 10\%$).

Sedangkan pada kriteria ketiga yakni kriteria Assessment Dokumen RISPAM (ADR), seperti halnya kriteria TKA, terdapat tiga kategori (Tabel 4.59) sehingga dapat diberikan interval saaty yang sama sebagaimana Tabel 4.66 yang dapat dilihat pada Tabel 4.68.

Tabel 4.68. Intensitas kepentingan Status Dokumen RISPAM

Intensitas Kepentingan (Skala Saaty)	Status Dokumen RISPAM
3	Perbaikan - tdk dianggarkan
5	Perbaikan - dianggarkan
7	Sudah/Siap Legalisasi

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Kemudian berdasarkan Tabel 4.68, dapat disusun matrik *pairwise comparison* untuk Status Dokumen RISPAM dan selanjutnya dilakukan perhitungan metode

AHP untuk mendapatkan bobot kepentingan dari Status Dokumen RISPAM. Matrik *pairwise comparison* dari Status Dokumen RISPAM dan bobot kepentingannya dapat dilihat pada Tabel 4.69.

Tabel 4.69. Matrik *Pairwise Comparison* dan Bobot Kepentingan dari Status Dokumen RISPAM Untuk Kriteria Assessment Dokumen RISPAM (ADR)

Status Dokumen RISPAM	Sudah/Siap Legalisasi	Perbaikan - dianggarkan	Perbaikan - tdk dianggarkan	Bobot Kepentingan
Sudah/Siap Legalisasi	1	3	5	0.633
Perbaikan - dianggarkan	1/3	1	3	0.261
Perbaikan - tdk dianggarkan	1/5	1/3	1	0.106

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Status Dokumen RISPAM yang Sudah/Siap Legalisasi tentunya akan diprioritaskan untuk program pembangunan infrastruktur air minum sehingga harus mendapatkan bobot kepentingan tertinggi. Hal ini terbukti pada Tabel 4.69 dimana Bobot kepentingan tertinggi sebesar 0.633 diberikan kepada Status Dokumen RISPAM yang Sudah/Siap Legalisasi. Kemudian selanjutnya bobot kepentingan peringkat kedua 0.261 diberikan kepada Status Dokumen RISPAM Perbaikan – dianggarkan kemudian barulah terakhir Status Dokumen RISPAM Perbaikan – tdk dianggarkan dengan bobot kepentingan terendah sebesar 0.106. Matrik pada Tabel 4.69 ini memiliki CR sebesar 0.033. Karena $CR \leq 10\%$ maka matrik ini dinyatakan cukup konsisten dan hasil perhitungannya valid untuk digunakan.

Dengan bobot kepentingan pada Tabel 4.65, 4.67 dan 4.69, maka setiap nilai lingustik pada tiga kriteria wilayah studi telah mendapatkan bobot kepentingan dengan metode AHP. Dengan menggunakan ketiga tabel bobot kepentingan tersebut, dapat dikalkulasi skor prioritas dari Kab/Kota yang menjadi wilayah studi. Skor prioritas metode AHP tersebut beserta ranking prioritasnya dapat dilihat pada Tabel 4.70.

Tabel 4.70. Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode AHP

Kab/Kota	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)		Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Hasil Assesment Dokumen RISPAM (ADR)	Keterangan	Skala Prioritas Dengan Metode AHP	
	Indeks	Status				Prosentase Penilaian	Skor Prioritas
Kota Blitar	0.879	Sedang	Rendah	43.17%	Perbaikan - dianggarkan	0.147	6
Kab. Kediri	1.531	Tinggi	Sedang	75.76%	Perbaikan - dianggarkan	0.161	5
Kab. Pacitan	0.969	Sedang	Tinggi	84.38%	Sudah/Siap Legalisasi	0.374	1
Kota Surabaya	9.675	Sangat Tinggi	Tinggi	98.20%	Sudah/Siap Legalisasi	0.323	2
Kab. Jember	2.346	Sangat Tinggi	Tinggi	59.02%	Perbaikan - dianggarkan	0.258	3
Kota Batu	0.674	Rendah	Rendah	71.18%	Perbaikan - dianggarkan	0.213	4

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.70, menurut metode AHP ranking prioritas pertama adalah sama dengan tiga metode sebelumnya yakni Kab. Pacitan dengan skor sebesar 0.374. Namun pada ranking kedua, metode ini menempatkan Kota Surabaya, yang pada tiga metode sebelumnya mendapatkan ranking cukup rendah, sebagai ranking prioritas kedua dengan skor 0.323. Ketiga Kab. Jember dengan skor 0.258 dan seterusnya hingga ranking terakhir adalah Kota Blitar dengan skor 0.147. Jika melihat ranking yang diterima Kota Surabaya, yang memiliki nilai KFD sangat tinggi, dapat disimpulkan bahwa metode AHP memiliki sensitifitas yang lemah terhadap kriteria dengan bobot kepentingan tertinggi. Kota Surabaya yang semestinya sangat lemah secara bobot karena nilai KFD nya yang jauh melampaui lima Kab/Kota lainnya yang menjadi wilayah studi, pada metode ini mendapatkan ranking prioritas kedua. Hal ini diakibatkan penggunaan kategori linguistik dalam metode AHP sehingga nilai KFD Kota Surabaya yang ekstrim, dianggap sama

dengan Kab. Jember dengan kategori Sangat Tinggi. Padahal antara Kab. Jember dan Kota Surabaya terdapat jurang selisih KFD yang cukup jauh.

4.4.6 Ranking Prioritas Dengan Metode FAHP

Sebagaimana dijelaskan dalam sub-bab perhitungan bobot kepentingan kriteria dengan metode FAHP, metode ini mentransformasi *pairwise comparison* dari metode AHP menjadi matrik *triangular fuzzy number* (TFN) untuk kemudian diproses menjadi bobot kepentingan. Maka dari itu, *pairwise comparison* dari Kategori / Status setiap kriteria akan ditransformasi menjadi matrik TFN.

Untuk kriteria KFD, matrik *pairwise comparison* (Tabel 4.64) akan di transformasi menjadi matrik *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dengan mengacu pada Tabel 2.7. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.71.

Tabel 4.71. Matrik TFN Kategori Status KFD Dari Kriteria KFD

Kategori KFD	Sangat tinggi			Tinggi			Sedang			Rendah			Sangat Rendah		
Sangat tinggi	1	1	1	0.25	0.33	0.50	0.17	0.20	0.25	0.13	0.14	0.17	0.11	0.11	0.13
Tinggi	2	3	4	1	1	1	0.25	0.33	0.50	0.17	0.20	0.25	0.13	0.14	0.17
Sedang	4	5	6	2	3	4	1	1	1	0.25	0.33	0.50	0.17	0.20	0.25
Rendah	6	7	8	4	5	6	2	3	4	1	1	1	0.25	0.33	0.50
Sangat Rendah	8	9	9	6	7	8	4	5	6	2	3	4	1	1	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Berdasarkan matrik TFN pada Tabel 4.71, dapat dihitung bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari Kategori Status KFD dengan menggunakan persamaan (2.30) dan (2.31). Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan ini dapat dilihat pada Tabel 4.72.

Tabel 4.72. Bobot Fuzzy Relatif, Nilai Hasil Defuzifikasi dan Bobot Kepentingan Dari Kategori KFD

Kategori KFD	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
Sangat tinggi	0.025	0.033	0.048	0.035	0.034
Tinggi	0.044	0.064	0.096	0.068	0.065
Sedang	0.088	0.130	0.196	0.138	0.132
Rendah	0.181	0.264	0.392	0.279	0.267
Sangat Rendah	0.362	0.510	0.698	0.523	0.502

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Dapat dilihat pada Tabel 4.72 Kategori KFD dengan status sangat tinggi memiliki bobot kepentingan terendah yakni sebesar 0.034. Kemudian status tinggi dengan bobot kepentingan terendah kedua (0.065) dan status sedang dengan bobot kepentingan 0.132. Bobot kepentingan tertinggi dimiliki oleh status KFD sangat rendah karena merupakan prioritas utama pada kriteria KFD. Bobot kepentingannya adalah 0.502.

Pada kriteria Tingkat Kerawanan Air (TKA), matrik *pairwise comparison* pada Tabel 4.67 juga akan ditransformasi menjadi matrik TFN sebagaimana Tabel 2.7, yang kemudian akan dihitung dengan persamaan (2.30) dan (2.31) untuk menghasilkan bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari status kerawanan air pada kriteria TKA. Bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari status kerawanan air dapat dilihat pada Tabel 4.73.

Tabel 4.73. Bobot Fuzzy Relatif, Nilai Hasil Defuzifikasi dan Bobot Kepentingan dari Status Kerawanan Air Pada Kriteria TKA

Status Kerawanan Air	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
Tinggi	0.431	0.637	0.919	0.662	0.630
Sedang	0.171	0.258	0.401	0.277	0.263
Rendah	0.075	0.105	0.159	0.113	0.107

Sumber: hasil pengolahan

Pada kriteria TKA, bobot kepentingan tertinggi dimiliki oleh status kerawanan air tinggi yang memerlukan penanganan lebih utama. Kerawanan air dengan status tinggi ini mendapatkan bobot kepentingan sebesar 0.630. Kemudian status kerawanan air sedang dengan bobot kepentingan 0.263. Dan terakhir adalah kerawanan air dengan status rendah yang memiliki bobot kepentingan sebesar 0.107.

Untuk status dokumen RISPAM pada kriteria Hasil Assessment Dokumen RISPAM (ADR), dilakukan proses yang sama sebagaimana pada status kerawanan air dari kriteria TKA dengan mentransformasi matrik *pairwise comparison* status dokumen RISPAM (Tabel 4.69) menjadi matrik TFN untuk kemudian dilakukan proses metode FAHP menjadi bobot fuzzy relatif, nilai hasil defuzifikasi dan bobot kepentingan dari status dokumen RISPAM pada kriteria ADR. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.74.

Tabel 4.74. Bobot Fuzzy Relatif, Nilai Hasil Defuzifikasi dan Bobot Kepentingan dari Status Dokumen RISPAM Pada Kriteria ADR

Status Dokumen RISPAM	Upper Value	Middle Value	Lower Value	Nilai Hasil Defuzifikasi	Bobot Kepentingan
Sudah/Siap Legalisasi	0.431	0.637	0.919	0.662	0.630
Perbaikan - dianggarkan	0.171	0.258	0.401	0.277	0.263
Perbaikan - tdk dianggarkan	0.075	0.105	0.159	0.113	0.107

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.74 memperlihatkan bahwa pada kriteria ADR, status dokumen RISPAM yang Sudah/Siap Legalisasi mendapatkan prioritas pertama dengan bobot kepentingan sebesar 0.630. Kemudian dokumen RISPAM yang memerlukan perbaikan dan pemerintah Daerah setempat menanggarkan perbaikannya mendapatkan bobot kepentingan sebesar 0.263. Terakhir dokumen RISPAM yang memerlukan perbaikan namun tidak / belum dianggarkan oleh Pemerintah Daerah setempat mendapatkan bobot kepentingan terendah sebesar 0.107.

Setelah mendapatkan bobot kepentingan metode FAHP dari setiap Kategori / Status yang terdapat dalam ketiga kategori yang menjadi wilayah studi, selanjutnya dilakukan perhitungan skor prioritas akhir yang merupakan hasil perkalian antara bobot kepentingan dari kriteria dengan bobot kepentingan dari status / kategori yang dimiliki oleh setiap alternatif pada masing - masing kriteria. Skor prioritas pembangunan infrastruktur air minum dengan metode FAHP untuk enam Kab/Kota yang menjadi wilayah studi dapat dilihat pada Tabel 4.75.

Tabel 4.75. Ranking Prioritas 6 Kab/Kota Wilayah Studi Dengan Metode FAHP

Kab/Kota	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)		Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Hasil Assesment Dokumen RISPAM (ADR)	Prosentase Penilaian	Keterangan	Skala Prioritas Dengan Metode FAHP	
	Indeks	Status					Skor Prioritas	Ranking Prioritas
Kota Blitar	0.879	Sedang	Rendah	43.17%	Perbaikan - dianggarkan	0.147	6	
Kab. Kediri	1.531	Tinggi	Sedang	75.76%	Perbaikan - dianggarkan	0.160	5	
Kab. Pacitan	0.969	Sedang	Tinggi	84.38%	Sudah/Siap Legalisasi	0.372	1	
Kota Surabaya	9.675	Sangat Tinggi	Tinggi	98.20%	Sudah/Siap Legalisasi	0.321	2	
Kab. Jember	2.346	Sangat Tinggi	Tinggi	59.02%	Perbaikan - dianggarkan	0.257	3	
Kota Batu	0.674	Rendah	Rendah	71.18%	Perbaikan - dianggarkan	0.215	4	

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Metode FAHP memiliki ranking prioritas yang identik dengan yang dihasilkan metode AHP namun dengan sedikit perbedaan skor prioritas. Pada prioritas pertama adalah Kab. Pacitan dengan skor 0.372. Kemudian ditempat kedua adalah Kota Surabaya dengan skor 0.321. Prioritas ketiga dan keempat adalah Kab. Jember dan Kota Batu dengan skor 0.257 dan 0.215. Dan terakhir pada prioritas kelima dan keenam ditempati oleh Kab. Kediri dan Kota Blitar dengan skor 0.160 dan 0.147.

Posisi prioritas kedua yang ditempati oleh Kota Surabaya meskipun secara KFD unggul secara ekstrim dibandingkan dengan Kab/Kota lainnya yang menjadi wilayah studi namun dapat menempati prioritas kedua membuktikan bahwa metode FAHP tidak efektif jika dalam penelitian data yang dimiliki telah bernilai numerik, begitupun dengan metode AHP. Karena jika dalam interval linguistik yang digunakan terdapat data ekstrim, hal ini akan membuat skor yang dihasilkan menjadi kurang tajam karena data ekstrim tersebut akan dianggap wajar karena mendapatkan kategori linguistik yang sama dengan data normal.

4.4.7 Analisis Sensitivitas Dari Setiap Metode

Setelah mendapatkan skor prioritas dan ranking prioritas dari setiap metode yang digunakan (perhatikan Tabel 4.76), selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap kelima metode tersebut.

Tabel 4.76. Skor Prioritas dan Ranking Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum dengan Lima Metode pada 6 Kab/Kota Wilayah Studi

Kab/Kota	Kriteria dan Bobot Kepentingan Kriteria									
	Kriteria:		KFD		TKA		ADR			
	Bobot Kepentingan:		0.51904		0.30793		0.17303			
	Metode Perhitungan Skala Prioritas									
	AHP		SAW		WP		TOPSIS		FAHP	
Kota Blitar	0.147	6	0.536	5	0.162	5	0.805	5	0.147	6
Kab. Kediri	0.161	5	0.547	4	0.165	3	0.819	2	0.160	5
Kab. Pacitan	0.374	1	0.818	1	0.186	1	0.966	1	0.372	1
Kota Surabaya	0.323	2	0.517	6	0.149	6	0.212	6	0.321	2
Kab. Jember	0.258	3	0.561	3	0.163	4	0.817	3	0.257	3
Kota Batu	0.213	4	0.721	2	0.175	2	0.81	4	0.215	4

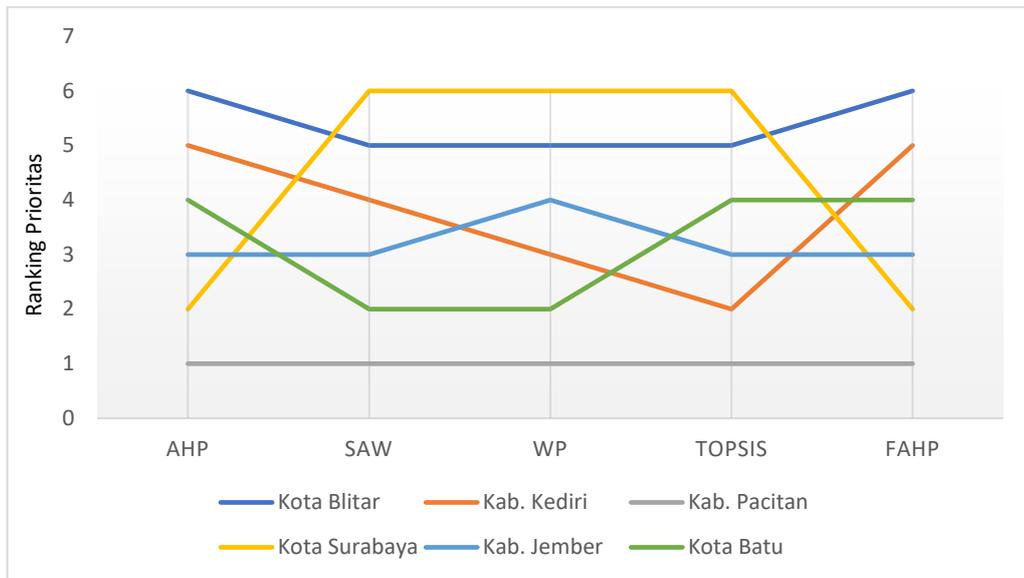
Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.76, memperlihatkan keragaman ranking dan skor dari setiap metode. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa hanya metode AHP dan FAHP yang memiliki ranking prioritas yang seluruhnya sama. Sedangkan ketiga metode lainnya memiliki ranking yang cukup beragam. Kab. Pacitan merupakan prioritas pertama dari

seluruh metode yang digunakan. Dominasi Kab. Pacitan ini cukup dapat dipahami karena dengan status kerawanan air yang tinggi, kabupaten ini memiliki KFD yang hanya berada dalam kategori sedang. Selain itu Kab. Pacitan juga memiliki nilai plus yakni Dokumen RISPAM nya berada dalam status Sudah/Siap Legalisasi. Namun pada ranking prioritas kedua, terdapat perbedaan dimana metode SAW dan WP menempatkan Kota Batu pada prioritas ini, metode TOPSIS menempatkan Kab. Kediri sedangkan metode AHP dan FAHP menempatkan Kota Surabaya di posisi tersebut.

Jika kita mengesampingkan metode AHP dan FAHP yang memang lemah terhadap data ekstrim seperti nilai IKFD Kota Surabaya, maka dapat dilihat bagaimana metode TOPSIS memilih Kab. Kediri ditempat kedua yang memiliki Kerawanan Air level sedang namun dengan Status KFD yang tinggi. Sedangkan metode SAW dan WP menempatkan Kota Batu pada prioritas kedua karena meskipun kerawanan air nya berada pada level rendah, namun karena status KFD nya rendah sehingga menyebabkan Kota Batu berada pada prioritas kedua. Karena Kota Batu dan Kab. Kediri memiliki prosentase hasil assessment dokumen RISPAM yang tidak jauh berbeda, maka dapat disimpulkan bahwa metode TOPSIS lebih peka terhadap kriteria TKA sedangkan metode SAW dan WP peka terhadap kriteria KFD. Karena Kriteria KFD adalah pemiliki bobot prioritas tertinggi (0.51904) maka pada analisis ranking prioritas kedua ini SAW dan WP lebih unggul karena kepekannya terhadap kriteria dengan bobot kepentingan tertinggi lebih diutamakan.

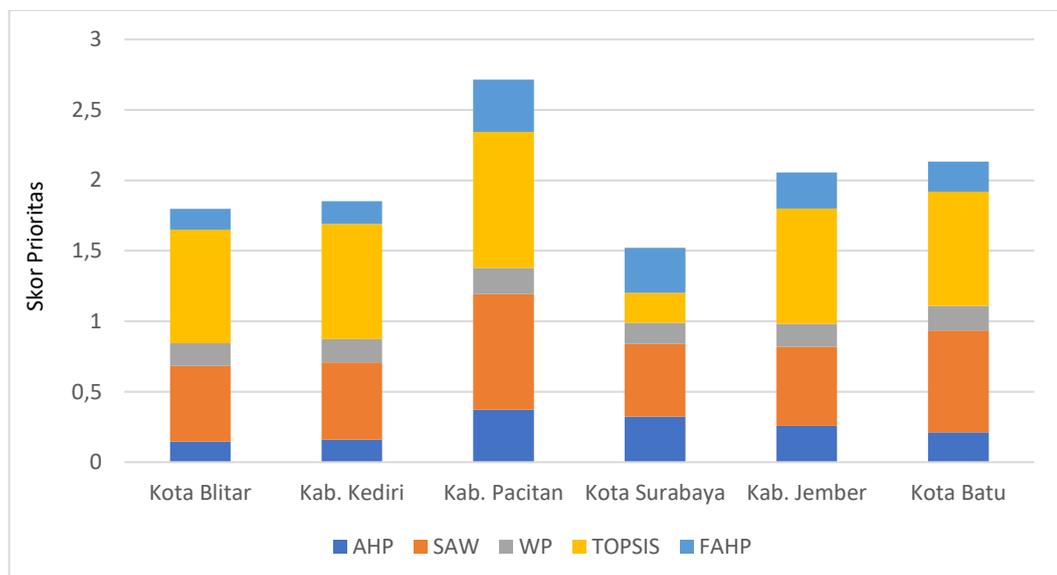
Untuk lebih jelasnya dalam melihat pergerakan ranking prioritas setiap metode maka dapat melihat grafik fluktuasi dari ranking prioritas enam Kab/Kota wilayah studi dengan lima metode MADM sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Fluktuasi Ranking Prioritas Enam Kab/Kota Sampe Dengan Lima Metode MADM

Grafik dari Kab. Pacitan lurus dan stabil di angka satu, karena menempati ranking pertama pada seluruh metode. Kab. Jember juga memiliki grafik yang cukup stabil dengan hanya satu metode yang berbeda yakni metode WP yang menempatkannya pada ranking empat sedangkan metode lain kompak menempatkan Kab. Jember pada ranking tiga. Kota Batu, meskipun grafiknya terlihat cukup fluktuatif namun sebetulnya hanya memiliki dua varian ranking yakni ranking dua (metode SAW dan WP) dan ranking empat (AHP, TOPSIS, FAHP). Kab/Kota dengan fluktuasi tertinggi adalah Kab. Kediri karena hampir merasakan semua ranking (kecuali ranking pertama). Kab. Kediri berada pada ranking lima oleh metode AHP dan FAHP, pada ranking empat oleh metode SAW, ranking tiga berdasarkan metode WP dan ranking dua menurut metode TOPSIS.

Kemudian, jika setiap skor dari masing - masing metode dijumlahkan, maka dapat dilihat Kab/Kota pemilik skor tertinggi dari enam Kab/Kota yang menjadi wilayah studi. Hasil penjumlahan skor prioritas dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Penjumlahan Skor Prioritas Dari Setiap Metode

Pada Gambar 4.13, Kab. Pacitan menjadi pemilik jumlah skor tertinggi. Hal ini dikarenakan Kab. Pacitan selalu mendapatkan ranking pertama di setiap metode. Kemudian ditempat kedua adalah Kota Batu dan selanjutnya Kab. Jember. Kota Blitar dan Kab. Kediri nyaris memiliki jumlah skor lima metode yang sama besar, namun Kab. Kediri ungu sedikit. Dan Kota Surabaya merupakan pemilik jumlah skor terendah dari lima metode MADM yang dipilih.

Yang menarik adalah, jika skor gabungan dari seluruh metode MADM yang menjadi subyek penelitian ini dilakukan perangkingan prioritas, maka ranking prioritas yang dihasilkan dari skor gabungan ternyata identik dengan ranking prioritas milik metode SAW. Perhatikan Tabel 4.77 untuk melihat perbandingan ranking prioritas setiap metode terhadap ranking prioritas dari skor prioritas gabungan.

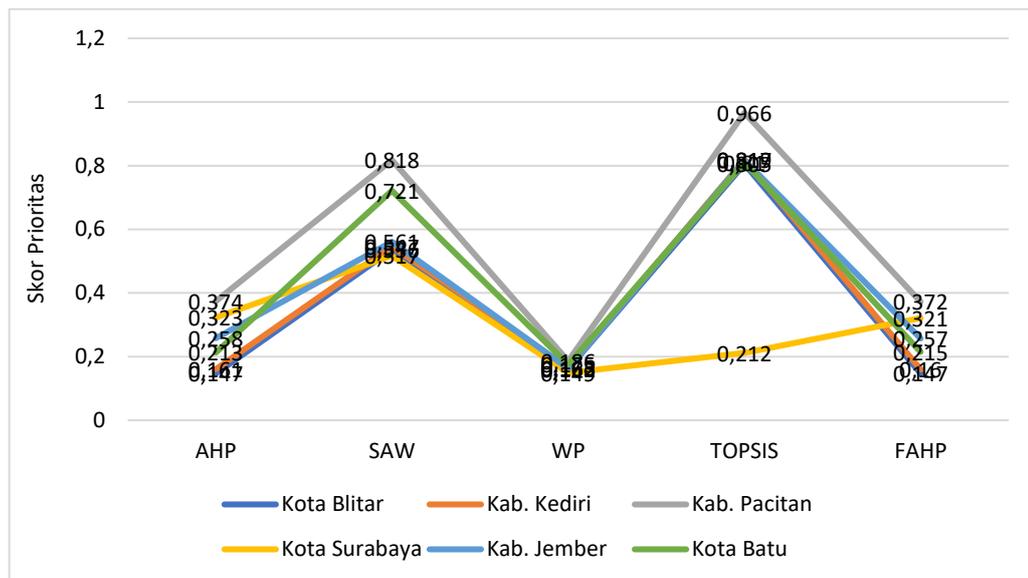
Tabel 4.77. Perbandingan Ranking Prioritas Tiap Metode Dengan Ranking Prioritas Dari Skor Prioritas Gabungan

Kab/Kota	Ranking Prioritas dari Metode					Skor Gabungan
	AHP	SAW	WP	TOPSIS	FAHP	
Kota Blitar	6	5	5	5	6	5
Kab. Kediri	5	4	3	2	5	4
Kab. Pacitan	1	1	1	1	1	1
Kota Surabaya	2	6	6	6	2	6
Kab. Jember	3	3	4	3	3	3
Kota Batu	4	2	2	4	4	2
Prosentase Kesamaan dengan Ranking Skor Gabungan	33%	100%	67%	67%	33%	100%

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.77 memperlihatkan bahwa metode SAW memiliki prosentase kesamaan ranking prioritas dengan ranking prioritas dari skor prioritas gabungan sebesar 100%. Sementara itu, metode WP dan TOPSIS hanya memiliki kesamaan sebesar 67% dan metode AHP dan FAHP memiliki kesamaan sebesar 33%.

Telah dapat dilihat bagaimana skor prioritas seluruh metode MADM yang menjadi subyek penelitian dijumlahkan (Gambar 4.13). Skor prioritas tersebut juga dapat dibandingkan dalam bentuk grafik. Namun jika melihat kolom skor prioritas pada Tabel 4.76, dapat dilihat bahwa metode SAW dan TOPSIS memiliki mekanisme pemberian skor yang tinggi dibandingkan dengan tiga metode lainnya. Jika dibandingkan dalam bentuk grafik tentunya akan kurang mewakili keterbandingannya (dibandingkan dengan jika membandingkan ranking prioritas) karena perbedaan mekanisme pemberian skor tersebut. Gambar 4.14 memperlihatkan perbedaan yang cukup jauh dalam interval skor metode SAW dan TOPSIS dibandingkan empat metode lainnya.



Gambar 4.14. Fluktuasi Skor Prioritas dari Lima Metode MADM

Gambar 4.14, memperlihatkan bagaimana interval pemberian skor dari SAW dan TOPSIS cukup jauh berbeda dibandingkan tiga metode lainnya. Tingginya skor prioritas SAW dan TOPSIS membuat grafik terlihat seperti gunung dengan kaki gunung jika dibandingkan dengan metode AHP, WP maupun FAHP. Karena memiliki interval pemberian skor yang tinggi, diperkirakan sensitifitas dari metode SAW dan TOPSIS juga akan sangat tinggi jika dibandingkan dengan tiga metode lainnya. Untuk membuktikannya, dilakukan uji coba analisis sensitifitas dari setiap metode. Dari enam Kab/Kota wilayah studi, Kab. Kediri dipilih sebagai obyek pengujian untuk analisis sensitifitas karena Kabupaten ini memiliki fluktuasi ranking prioritas yang tertinggi. Analisis sensitifitas akan dilakukan mengikuti skenario pada Tabel 4.78.

Tabel 4.78. Szenario Analisis Sensitivitas Lima Metode MADM

Kode Szenario	Penjelasan Szenario
KFD -1	Nilai IKFD dari Kab.Kediri dikurangi 1 poin menjadi 0.531
KFD +1	Nilai IKFD dari Kab.Kediri ditambah 1 poin menjadi 2.531
TKA - 1 (status)	Status Rawan Air Kab. Kediri diturunkan menjadi Rendah
TKA +1 (status)	Status Rawan Air Kab. Kediri ditingkatkan menjadi Tinggi
ADR +10%	Prosentase Hasil Assessment Dok. RISPAM Kab. Kediri ditambah 10%
ADR -10%	Prosentase Hasil Assessment Dok. RISPAM Kab. Kediri dikurangi 10%
ADR +1 (status)	Status Dok. RISPAM Kab. Kediri ditingkatkan menjadi Sudah/Siap Legalisasi
ADR -1 (status)	Status Dok. RISPAM Kab. Kediri diturunkan menjadi Perbaikan - tdk dianggarkan

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Perhatikan Tabel 4.78 pada szenario uji sensitivitas KFD -1, szenario ini akan dilakukan dengan nilai IKFD dikurangi 1 poin kemudian pada szenario KFD +1 ditambahkan 1 poin. Pada kriteria TKA, status kerawanan air diturunkan 1 level (Szenario TKA -1) kemudian ditingkatkan 1 level (Szenario TKA +1). Pada kriteria ADR, harus dilakukan dengan 2 cara karena metode SAW, WP dan TOPSIS mengambil nilai prosentase dari kriteria ini, maka untuk ketiga metode ini sensitivitas diuji dengan menaikkan prosentase hasil assessment Dok. RISPAM sebesar 10% (ADR +10%) kemudian menurunkannya sebesar 10% (ADR -10%) dari nilai awalnya. Sedangkan metode AHP dan FAHP yang memanfaatkan status dari kriteria ADR, maka sensitivitas juga harus diuji dengan meningkatkan status Dok. RISPAM menjadi Sudah/Siap Legalisasi (ADR +1), kemudian diturunkan menjadi Perbaikan - tdk dianggarkan (ADR -1). Pada setiap szenario akan dilihat perubahan skor dan ranking prioritasnya. Jumlah perubahan skor akan menjadi nilai sensitivitas skor prioritas dari suatu metode, sedangkan fluktuasi rankingnya (prosentase perubahan ranking) akan menjadi sensitivitas ranking prioritas dari metode.

Hasil pengujian sekenario pada Tabel 4.78 kepada lima metode MADM yang menjadi subyek penelitian (AHP, SAW, WP, TOPSIS dan FAHP) dapat dilihat pada Tabel 4.79.

Tabel 4.79. Daftar Skor dan Ranking Prioritas dari Hasil Uji Coba Sensitifitas

Kode Sekenario Pengujian	Skor dan Ranking Prioritas Dari Kab. Kediri yang Dihasilkan Pengujian									
	AHP		SAW		WP		TOPSIS		FAHP	
Kab. Kediri (Skor dan Ranking Asli)	0.161	5	0.547	4	0.165	3	0.819	2	0.160	5
KFD -1	0.260	3	0.837	1	0.191	1	0.853	2	0.265	3
KFD +1	0.144	6	0.456	6	0.156	5	0.745	5	0.144	6
TKA - 1 (status)	0.113	6	0.424	6	0.154	5	0.754	5	0.112	6
TKA +1 (status)	0.275	3	0.670	3	0.172	3	0.850	2	0.273	3
ADR +10%	0.161	5	0.564	3	0.166	3	0.819	2	0.160	5
ADR -10%	0.161	5	0.529	5	0.164	3	0.819	2	0.160	5
ADR +1 (status)	0.225	4	0.547	4	0.165	3	0.819	2	0.224	4
ADR -1 (status)	0.134	6	0.547	4	0.165	3	0.819	2	0.133	6

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.79, dapat dihitung selisih skor prioritas antara skor asli dan hasil pengujiaannya. Kemudian untuk ranking prioritas juga dapat dihitung selisihnya untuk melihat prosentase perubahan ranking. Hasil perhitungan ini dapat dilihat pada Tabel 4.80.

Tabel 4.80. Selisih Skor dan Perubahan Ranking Prioritas Kelima Metode MADM Berdasarkan Hasil Ujicoba

Kode Sekenario Pengujian	Selisih Skor dan Ranking Prioritas yang Dihilkan									
	AHP		SAW		WP		TOPSIS		FAHP	
KFD -1	0.100	-2	0.291	-3	0.026	-2	0.034	0	0.105	-2
KFD +1	0.017	1	0.090	2	0.009	2	0.074	3	0.016	1
TKA - 1 (status)	0.048	1	0.123	2	0.011	2	0.065	3	0.048	1
TKA +1 (status)	0.115	-2	0.123	-1	0.007	0	0.031	0	0.113	-2
ADR +10%	0.000	0	0.018	-1	0.001	0	0.000	0	0.000	0
ADR -10%	0.000	0	0.018	1	0.001	0	0.000	0	0.000	0
ADR +1 (status)	0.064	-1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.064	-1
ADR -1 (status)	0.027	1	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.027	1
Tingkat Sensitivitas:	230%	6x	121%	6x	33%	3x	25%	2x	232%	6x

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Pada Tabel 4.80, dapat dilihat pada skenario KFD -1 metode AHP mengalami perubahan skor prioritas sebesar 0.1 dengan perubahan ranking prioritas dari Kab. Kediri sebanyak dua tingkat (-2 berarti kenaikan ranking dua tingkat dari ranking 5 ke ranking 3). Sedangkan pada metode SAW terjadi perubahan skor prioritas sebesar 0.291 dengan perubahan penurunan ranking sebanyak tiga tingkat (-3 berarti terjadi kenaikan 3 tingkat dari semua ranking 4 ke ranking 1). Metode WP untuk skenario KFD -1 ini menghasilkan perubahan skor prioritas sebesar 0.026 dengan perubahan ranking dua tingkat. Untuk metode TOPSIS, tidak terjadi perubahan ranking prioritas dan perubahan skor prioritas terjadi sebesar 0.034. Terakhir pada metode FAHP, terjadi dua tingkat perubahan ranking dengan perubahan skor prioritas sebesar 0.105. Begitupun skenario seterusnya dari skenario KFD +1 hingga TKA +1 (status).

Namun pada skenario ADR +10% dan ADR -10%, metode TOPSIS tidak mengalami perubahan skor prioritas sama sekali. Begitupun dengan metode AHP dan FAHP. Pada metode AHP dan FAHP, kejadian ini dapat dipahami karena yang digunakan oleh kedua metode ini adalah status dari kriteria ADR tersebut (bukan prosentase-nya). Sedangkan pada TOPSIS, yang menggunakan nilai dari prosentase hasil assessment Dok. RISPAM sebagai value dari alternatif, hal ini membuktikan

bahwa metode ini tidak cukup sensitif untuk mendeteksi perubahan prosentase hasil assessment Dok. RISPAM sebesar 10%.

Pada skenario ADR +1 (status) dan ADR -1 (status), yang dimodifikasi adalah status dari Dok. RISPAM sehingga tidak terkait dengan metode yang menggunakan nilai prosentase hasil assessment Dok. RISPAM. Hal ini menyebabkan metode SAW, WP dan TOPSIS tidak mengalami perubahan apa pun baik dari segi skor maupun ranking. Sedangkan pada metode AHP dan FAHP yang menggunakan status dari Dok. RISPAM sebagai value dari alternatif terjadi perubahan skor yang masing - masing sebesar 0.027 dengan perubahan ranking sebanyak satu tingkat.

Jika seluruh perubahan skor dijumlahkan dengan penjumlahan nilai absolut (nilai positif pada nilai numerik), maka akan diperoleh total perubahan skor. Dan jika dibandingkan dengan skor prioritas awal, maka akan didapatkan prosentase perubahan skor prioritas yang dapat dilihat pada kolom terakhir Tabel 4.80. Pada kolom tersebut dapat dilihat bahwa metode AHP memiliki tingkat sensitifitas perubahan skor prioritas sebesar 230%. Sedangkan metode SAW sebesar 121%, metode WP sebesar 33%, metode TOPSIS sebesar 25% dan untuk metode FAHP sebesar 232%. Pada uji coba sensitifitas perubahan skor prioritas, untuk pengujian menggunakan data dari Kab. Kediri, didapatkan bahwa sensitifitas skor prioritas tertinggi dimiliki oleh metode FAHP dengan tingkat sensitifitas perubahan skor prioritas sebesar 232%.

Hasil uji tingkat sensitifitas juga memperlihatkan metode AHP, SAW dan FAHP mengalami 6x perubahan ranking dari 8x percobaan dengan prosentase perubahan ranking prioritas sebesar 75%. Sedangkan pada metode WP perubahan ranking terjadi sebanyak 3x dari 8x percobaan dengan prosentase sebesar 38%. Untuk metode TOPSIS, dalam 8x percobaan terjadi sebanyak 2x perubahan ranking dan prosentase perubahan rankingnya adalah sebesar 25%. Dengan demikian, berdasarkan tingkat sensitifitas perubahan ranking, pada percobaan dengan Kab. Kediri sebagai obyek uji, diperoleh hasil yang menempatkan metode AHP, SAW, dan FAHP sebagai metode dengan sensitifitas terhadap perubahan ranking prioritas tertinggi yakni sebesar 75%.

4.4.8 Metode Terbaik

Berdasarkan hasil analisis dan ujicoba sensitifitas setiap metode, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Metode AHP dan metode FAHP tidak dapat mendeteksi nilai ekstrim dari suatu alternatif terhadap suatu kriteria. Sebagai contoh pada nilai ekstrim kriteria KFD Kota Surabaya, metode AHP dan FAHP mengelompokkannya kedalam bobot kepentingan yang sama dengan Kab. Jember. Hal ini menyebabkan Kota Surabaya memperoleh ranking prioritas kedua, padahal nilai IKFD nya unggul jauh secara ekstrim bahkan terhadap sesama KFD kategori sangat tinggi, yakni Kab. Jember.
- b. Metode SAW memiliki kesamaan ranking prioritas sebesar 100% terhadap ranking prioritas berdasarkan skor prioritas gabungan dari seluruh metode.
- c. Metode dengan tingkat sensitifitas terhadap skor prioritas tertinggi adalah metode FAHP dengan prosentase sebesar 232%, kemudian metode AHP dengan prosentase sebesar 230% dan ketiga adalah metode SAW dengan prosentase 121%.
- d. Metode dengan tingkat sensitifitas terhadap ranking prioritas tertinggi adalah metode AHP, SAW dan FAHP yang secara bersama - sama memiliki tingkat sensitifitas terhadap perubahan ranking prioritas sebesar 75%.

Sehubungan dengan poin a s.d. d, maka dapat disimpulkan bahwa metode terbaik untuk permasalahan pengambilan keputusan prioritas pembangunan infrastruktur air minum adalah menggunakan metode SAW. Hal ini didasari kepada kemampuan metode SAW untuk mendeteksi nilai ekstrim pada KFD Kota Surabaya. Meskipun metode WP dan TOPSIS juga dapat mendeteksi hal tersebut, namun keduanya memiliki tingkat sensitifitas yang rendah baik dari prosentase skor prioritas maupun dari prosentase ranking prioritas. Ketidakmampuan metode FAHP mengatasi tingginya nilai KFD Kota Surabaya, membuat metode ini tidak menjadi pilihan meskipun memiliki sensitifitas tertinggi. Dengan demikian, maka model DSS akan

dibangun dengan menggunakan metode SAW pada perhitungan skor dan ranking prioritasnya.

4.5. Pembangunan *Web-based Decision Support System* (WDSS)

WDSS akan dibangun dengan menggunakan algoritma dari metode SAW. Sedangkan bobot kepentingan setiap kriteria dan sub-kriteria, adalah menggunakan bobot kepentingan dari hirarki model sebagaimana pada Gambar 4.11. Sebelum menggunakan seluruh kriteria dan sub-kriteria sebagaimana hirarki model, terlebih dahulu dibangun prototipe dengan tiga kriteria dan bobot kepentingan sebagaimana Tabel 4.56.

4.5.1 WDSS Prototipe dengan tiga kriteria

Prototipe WDSS dibangun dengan menggunakan tiga kriteria dan bobot kepentingan yang terdapat dalam Tabel 4.56 (Putra dan Lasminto, 2019). Kab/Kota serta data yang digunakan mengacu pada Tabel 4.57.

Berdasarkan Kusumadewi, 2006 (lihat sub-sub-sub-bab 2.1.3.3) algoritma dari metode SAW dimulai dengan menyimpan data kedalam database. Dengan data dasar telah diinputkan sejak awal, maka yang diperlukan adalah update data saat terjadi perubahan data. Gambar 4.15 memperlihatkan syntax untuk update data Kab/Kota kedalam database WDSS.

```

// menyimpan data kedalam variabel
$nama          = $_POST['nama'];
$fiskal_num    = $_POST['fiskal_num'];
$rawan_air_lin = $_POST['rawan_air_lin'];
$rispam_num    = $_POST['rispam_num'];
if($rawan_air_lin == "tinggi") $rawan_air_lin_bobot = 5;
else if($rawan_air_lin == "sedang") $rawan_air_lin_bobot = 3;
else if($rawan_air_lin == "rendah") $rawan_air_lin_bobot = 1;;
//update perubahan data kedalam database
$sql = "UPDATE kabupaten SET fiskal_num=$fiskal_num,
rispam_num=$rispam_num, rawan_air_lin='$rawan_air_lin' WHERE nama='$nama'";
if (mysqli_query($koneksi, $sql)) {
    echo "Record updated successfully";
} else {
    echo "Error updating record: " . mysqli_error($koneksi);
}

```

Gambar 4.15. Syntax PHP Untuk Menyimpan Perubahan Data Kedalam Database

Perhatikan Gambar 4.15, ketika tombol update ditekan oleh user, maka sistem akan menyimpan perubahan data yang dilakukan oleh user kedalam database. Setelah data Kab/Kota berhasil diperbaharui, maka proses perhitungan skor prioritas baru yang diakibatkan oleh perubahan data yang dilakukan dapat dimulai. Syntax PHP untuk menghitung skor prioritas baru dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17.

```

//mencari angka pembagi (max untuk benefit, min untuk cost)
$fiskal_num_index = 100;
$rawan_air_index = 0;
$rispam_num_index = 0;
$ambil = mysqli_query($koneksi, "SELECT * FROM kabupaten ORDER BY bobot_akhir DESC");
while($row=mysqli_fetch_array($ambil,MYSQLI_ASSOC)){
//KFD
    $fiskal_num_db = $row['fiskal_num'];
    if ($fiskal_num_index > $fiskal_num_db) $fiskal_num_index = $fiskal_num_db;
//TKA
    $rawan_air_lin_db = $row['rawan_air_lin'];
    if($rawan_air_lin_db == "tinggi") $rawan_air_lin_bobot_db = 5;
    else if($rawan_air_lin_db == "sedang") $rawan_air_lin_bobot_db = 3;
    else if($rawan_air_lin_db == "rendah") $rawan_air_lin_bobot_db = 1;
    if ($rawan_air_index < $rawan_air_lin_bobot_db) $rawan_air_index = $rawan_air_lin_bobot_db;
//ADR
    $rispam_num_db = $row['rispam_num'];
    if ($rispam_num_index < $rispam_num_db) $rispam_num_index = $rispam_num_db;
}
echo "KONDISI FISKAL DAERAH (MIN) adalah $fiskal_num_index <br>";
echo "TINGKAT KERAWANAN AIR (MAX) adalah $rawan_air_index <br>";
echo "ASSESSMENT DOKUMEN RISPAM (MAX) adalah $rispam_num_index <br>";

```

Gambar 4.16. Syntax PHP Mencari Nilai Min dan Max dari Kriteria

Gambar 4.16 memperlihatkan bagaimana sistem secara otomatis mencari nilai KFD terendah, nilai TKA tertinggi dan nilai ADR tertinggi. Kriteria KFD dicari nilai terendah karena merupakan kriteria yang bersifat cost (semakin kecil nilainya maka semakin menjadi prioritas). Sedangkan kriteria TKA dan ADR adalah kriteria dengan sifat benefit (semakin besar nilainya maka semakin menjadi prioritas) sehingga pencarian dilakukan terhadap nilai tertinggi. Setelah mendapatkan nilai MIN & MAX, selanjutnya dilakukan perhitungan sesuai dengan algoritma Metode SAW sebagaimana pada dasar teori. Syntax PHP dari metode SAW dapat dilihat pada Gambar 4.17.

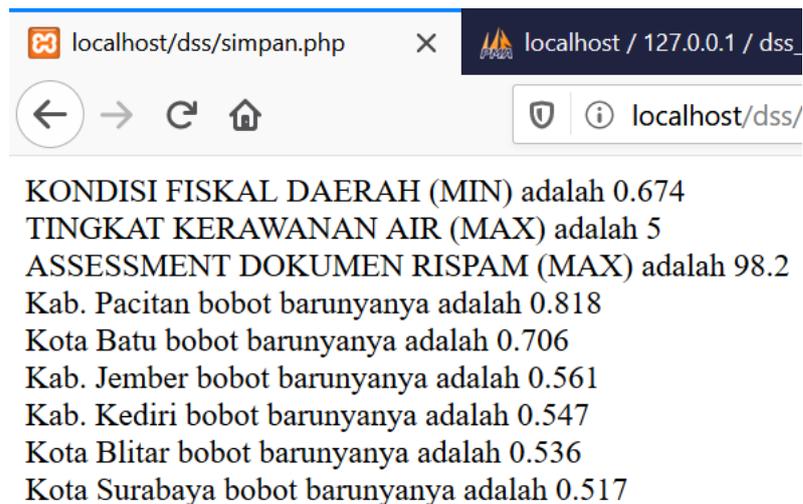
```
//menghitung bobot kepentingan baru
$hitung = mysqli_query($koneksi, "SELECT * FROM kabupaten ORDER BY bobot_akhir DESC");
while($row=mysqli_fetch_array($hitung,MYSQLI_ASSOC)){
    $kabkota = $row['nama'];
    //KFD
    $fiskal_num_db = $row['fiskal_num'];
    $fiskal_num_weight = $fiskal_num_index/$fiskal_num_db *0.51904;
    //TKA
    $rawan_air_lin_db = $row['rawan_air_lin'];
    if($rawan_air_lin_db == "tinggi") $rawan_air_lin_bobot_db = 5;
    else if($rawan_air_lin_db == "sedang") $rawan_air_lin_bobot_db = 3;
    else if($rawan_air_lin_db == "rendah") $rawan_air_lin_bobot_db = 1;
    $rawan_air_weight = $rawan_air_lin_bobot_db/$rawan_air_index*0.30793;
    //ADR
    $rispam_num_db = $row['rispam_num'];
    $rispam_num_weight = $rispam_num_db/$rispam_num_index*0.17303;

    $total_weight = round($fiskal_num_weight+$rawan_air_weight+$rispam_num_weight,3);
    echo "KABKOTA $kabkota bobot barunya adalah $total_weight <br>";
}

```

Gambar 4.17. Syntax PHP Perhitungan Skor Prioritas Dengan Metode SAW

Gambar 4.17 adalah syntax yang akan menghasilkan skor prioritas baru dari Kab/Kota sebagai akibat dari perubahan data yang dilakukan oleh user. Syntax ini kemudian diujicoba dengan data sebagaimana Tabel 4.57. Hasil ujicoba dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18. Hasil Uji Coba Syntax PHP Metode SAW

Perhatikan pada Gambar 4.18 Kab. Pacitan memiliki skor prioritas (bobot) sebesar 0.818, kemudian diikuti Kota Batu dengan skor prioritas sebesar 0.706 dan seterusnya. Jika hasil ujicoba ini dibandingkan dengan perhitungan secara manual yang dilakukan pada bab sebelumnya dengan metode SAW (Tabel 4.60) maka perbandingan skor prioritasnya dapat dilihat pada Tabel 4.81.

Tabel 4.81. Perbandingan Skor Prioritas Perhitungan Manual Dengan Perhitungan Sistem

Kab/Kota	Indeks KFD	TKA	Nilai ADR	Skor Prioritas Perhitungan Manual	Skor Prioritas WDSS	Prosentase Kesamaan Skor
Kota Blitar	0.879	Rendah	43%	0.536	0.536	100%
Kab. Kediri	1.531	Sedang	76%	0.547	0.547	100%
Kab. Pacitan	0.969	Tinggi	84%	0.818	0.818	100%
Kota Surabaya	9.675	Tinggi	98%	0.517	0.517	100%
Kab. Jember	2.346	Tinggi	59%	0.561	0.561	100%
Kota Batu	0.674	Rendah	71%	0.706	0.706	100%
Prosentase Kesamaan Skor Total:						100%

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Dapat dilihat pada Tabel 4.81 bahwa seluruh skor prioritas hasil perhitungan sistem WDSS dari enam Kab/Kota yang menjadi wilayah studi memiliki kesamaan dengan

hasil perhitungan manual sebesar 100%. Dengan demikian maka sistem WDSS dapat dinyatakan valid sehingga dapat dilanjutkan ke tahap WDSS dengan seluruh kriteria dan sub-kriteria yang telah dihasilkan pada bab sebelumnya (Gambar 4.11). Tampilan web dari hasil perhitungan skor prioritas sebagaimana Gambar 4.18 dapat dilihat pada Gambar 4.19.

Ranking Prioritas	Nama Kab/Kota	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)	Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Assessment Dokumen RISPAM (ADR)	Skor Prioritas	Action
1	Kab. Pacitan	0.969	tinggi ▾	84.38	0.818	UPDATE
2	Kota Batu	0.674	rendah ▾	71.18	0.721	UPDATE
3	Kab. Jember	2.346	tinggi ▾	59.02	0.561	UPDATE
4	Kab. Kediri	1.531	sedang ▾	75.76	0.547	UPDATE
5	Kota Blitar	0.879	rendah ▾	43.17	0.536	UPDATE
6	Kota Surabaya	9.675	tinggi ▾	98.2	0.517	UPDATE

Gambar 4.19 Tampilan WDSS Hasil Ujicoba Dengan Tiga Kriteria

4.5.2 Pengumpulan Data

Dalam sub-sub-bab sebelumnya telah dibangun WDSS dengan menggunakan tiga kriteria. Sebelum memodifikasi WDSS tiga kriteria tersebut menjadi WDSS yang dapat mengakomodir seluruh kriteria dan sub-kriteira hirarki model, terlebih dahulu harus dilakukan pengumpulan data dari seluruh kriteria dan sub-kriteria yang digunakan.

4.5.2.1 Data Kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP)

Berdasarkan daftar sub-kriteria untuk Kriteria PP-PP serta mekanisme pengukuran setiap sub-kriteria-nya (Tabel 3.2), maka dapat dilakukan pencarian data sesuai dengan Norma, Standar, Pedoman serta Ketentuan (NSPK) yang menaungi kriteria tersebut. Data enam Kab/Kota wilayah studi untuk kriteria PP-PP dapat dilihat pada Tabel 4.82.

Tabel 4.82. Data Enam Kab/Kota Wilayah Studi Untuk Kriteria PP-PP

Kab/Kota	PP-PP								
	KSN	WPS	DT	Dpb	DN	Dpw	PPKT	Stu	KB
Kota Blitar	N/A	3	0.00%	N/A	0.00%	N/A	N/A	0.46%	N/A
Kab. Kediri	N/A	N/A	0.00%	N/A	0.02%	N/A	N/A	0.31%	N/A
Kab. Pacitan	N/A	N/A	0.60%	N/A	0.58%	2	N/A	0.55%	N/A
Kota Surabaya	2	1	0.00%	N/A	0.07%	1	N/A	0.65%	N/A
Kab. Jember	N/A	N/A	0.44%	N/A	0.17%	1	94.26	0.72%	N/A
Kota Batu	N/A	N/A	0.00%	N/A	0.00%	N/A	N/A	0.16%	N/A
Keterangan:	N/A = Data Not Available (Karena Kab/Kota tersebut tidak termasuk kriteria/sub-kriteria dimaksud) KSN = Kawasan Strategis Nasional WPS = Wilayah Pengembangan Strategis DT = Daerah Tertinggal Dpb = Daerah Perbatasan DN = Daerah Permukiman Nelayan Dpw = Daerah Pariwisata PPKT = Pulau - Pulau Kecil Terluar Stu = Daerah Prioritas Penanganan Stunting KB = Daerah Pengembangan Kota Baru								

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Jika kita melihat Tabel 4.82, pada sub-kriteria KSN dari enam Kab/Kota yang menjadi wilayah studi hanya Kota Surabaya yang termasuk dalam kategori KSN dengan nilai sebesar 2. Nilai 2 ini berarti Kota Surabaya termasuk kedalam KSN bersama (lihat Tabel 3.2). Sedangkan pada sub-kriteria WPS, terdapat 2 Kab/Kota yang termasuk WPS yakni Kota Blitar pada WPS Pusat Pertumbuhan Sedang Berkembang (Skor 3) dan Kota Surabaya pada WPS Pusat Pertumbuhan Terpadu (Skor 1). Selanjutnya pada sub-kriteria Daerah Tertinggal (DT) Kota Blitar, Kab. Kediri, Kota Surabaya dan Kota Batu tidak memiliki satupun desa dengan kategori tertinggal. Sedangkan pada Kab. Pacitan terdapat 0.6% desa tertinggal dan Kab. Jember memiliki 0.44% desa tertinggal. Untuk sub-kriteria Dpb, tidak satupun dari keenam Kab/Kota wilayah studi termasuk dalam kategori Daerah Perbatasan. Pada sub-kriteria Daerah Nelayan (DN) Kota Blitar dan Kota Batu tidak memiliki rumah tangga nelayan. Sedangkan Kab. Kediri memiliki rumah tangga nelayan sebesar

0.02% dari total penduduk. Kota Surabaya 0.07%, Kab. Jember 0.17% dan Kab. Pacitan 0.58% rumah tangga nelayan dari total penduduk masing - masing.

Merujuk pada sub-kriteria Dpw (Tabel 3.2), Kota Surabaya dan Kab. Jember termasuk dalam wilayah KPPN sehingga mendapatkan skor 1 sedangkan Kab. Pacitan yang memiliki Karst. Pacitan termasuk kedalam wilayah KSPN sehingga mendapatkan skor 2. Untuk sub-kriteria PPKT, Kab. Jember merupakan satu - satunya yang memiliki pulau kecil terluar (Pulau Barung) dengan jarak titik dasar sejauh 94.26 nm. Pada sub-kriteria Stu, setiap Kab/Kota wilayah studi memiliki bayi gizi buruk dengan prosentase kejadian yang berbeda - beda. Kab. Jember adalah pemiliki prosentase kejadian bayi gizi buruk tertinggi sebesar 0.72% diikuti Kota Surabaya dengan prosentase kejadian 0.65% kemudian Kab.Pacitan dengan 0.55%. Terakhir pada sub-kriteria KB, tidak ada satupun dari enam Kab/Kota wilayah studi yang berada dalam rencana pengembangan Kota Baru.

4.5.2.2 Data Kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD)

Pengumpulan data pada kriteria TK-PD, mengacu pada Tabel 3.2. Hasil pengumpulan data kriteria TK-PD dapat dilihat pada Tabel 4.83.

Tabel 4.83. Data Enam Kab/Kota Wilayah Studi Untuk Kriteria TK-PD

Kab/Kota	TK-PD					
	KFD	TKA	ADR	CkpAmE	TkBcr	KinPdam
Kota Blitar	0.879	Rendah	43%	64.24%	48.73%	2.24
Kab. Kediri	1.531	Sedang	76%	68.63%	29.81%	3.33
Kab. Pacitan	0.969	Tinggi	84%	60.53%	27.39%	3.03
Kota Surabaya	9.675	Tinggi	98%	97.21%	28.34%	4.19
Kab. Jember	2.346	Tinggi	59%	68.96%	23.64%	3.92
Kota Batu	0.674	Rendah	71%	85.36%	37.95%	3.41

Keterangan:
 KFD = Kondisi Fiskal Daerah
 TKA = Tingkat Kerawanan Air
 ADR = Hasil Assessment Dokumen RISPAM
 CkpAmE = Cakupan Pelayanan AM Layak
 TkBcr = Tingkat Kebocoran PDAM Setempat
 KinPdam = Nilai Kinerja PDAM Setempat

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.83 menyajikan bagaimana Kota Surabaya memiliki Indeks KFD yang amat tinggi (9.675) dibandingkan dengan Kab/Kota lainnya. Sedangkan pada sub-kriteria TKA, Kab. Pacitan, Kota Surabaya dan Kab. Jember merupakan Kab/Kota dengan Tingkat Kerawanan Air yang Tinggi. Sementara itu, Kab. Kediri memiliki TKA kategori sedang dan Kota Blitar serta Kota Batu berada pada kerawanan air level rendah. Kemudian jika melihat kolom ADR, Kota Surabaya memiliki Dokumen RISPAM yang paling baik dibandingkan lima Kab/Kota lainnya yang menjadi wilayah studi dengan nilai sebesar 98%. Kemudian diikuti Kab. Pacitan dengan nilai sebesar 84% dan seterusnya. Untuk sub-kriteria Tingkat Kebocoran, Kota Blitar adalah yang tertinggi dengan prosentase kebocoran sebesar 48.73%. Kemudian tertinggi kedua adalah Kota Batu dengan prosentase kebocoran sebesar 37.95% dan ketiga adalah Kab/ Kediri yang mengalami kebocoran sebesar 29.81%. Terakhir untuk sub-kriteria Kondisi PDAM, Kota Surabaya memiliki PDAM dengan kondisi paling prima dengan nilai kinerja sebesar 4.19. Kemudian Kab. Jember dengan nilai kinerja yang tidak terlalu jauh dari Kota Surabaya yakni sebesar 3.92. Sementara itu PDAM Kota Blitar adalah PDAM dengan kinerja paling buruk diantara enam Kab/Kota wilayah studi dengan nilai kinerja hanya sebesar 2.24.

4.5.2.3 Data Kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M)

Kriteria KSE-M adalah kriteria yang didapatkan melalui studi literatur. Kriteria ini memiliki lima sub-kriteria dengan mekanisme pengukuran dapat mengacu pada Tabel 3.2. Hasil pengumpulan data kriteria KSE-M dapat dilihat pada Tabel 4.84.

Tabel 4.84. Data Enam Kab/Kota Wilayah Studi Untuk Kriteria KSE-M

Kab/Kota	KSE-M				
	StructU	POP	TkPend	TkMis	PerKap
Kota Blitar	70.02%	4	45.57%	7.43%	34.945
Kab. Kediri	68.48%	6	28.16%	11.30%	19.715
Kab. Pacitan	67.49%	5	21.06%	14.18%	21.036
Kota Surabaya	73.84%	6	46.68%	4.88%	142.605
Kab. Jember	68.68%	6	18.26%	9.97%	23.421
Kota Batu	70.59%	4	38.11%	3.87%	57.413
Keterangan:	Stu = Struktur Usia Penduduk				
	Pop = Populasi Penduduk				
	Tk-Pd = Tingkat Pendidikan				
	Tk-Mis = Tingkat Kemiskinan				
	Per-Kapita = Pendapatan Per Kapita Penduduk				

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Dapat dilihat pada Tabel 4.84 bagaimana Kota Surabaya memiliki prosentase penduduk dengan usia produktif tertinggi sebesar 73.84%. Kemudian ditempat kedua adalah Kota Batu dengan penduduk usia produktif sebesar 70.59% dari total keseluruhan penduduk. Untuk sub-kriteria populasi penduduk, Kab. Kediri, Kota Surabaya dan Kab. Jember masuk dalam kategori Metropolitan (penduduk diatas 1 juta jiwa) sehingga mendapatkan skor 6. Kab. Pacitan masuk kategori Kota Besar (penduduk diantara 1juta jiwa dan 500rb jiwa) dengan skor 5 dan Kota Blitar serta Kota Batu masuk kategori Kota Sedang dengan skor 4. Selanjutnya pada sub-kriteria Tingkat Pendidikan, Kota Surabaya memiliki prosentase penduduk dengan tingkat mendidikan minimal SMA tertinggi sebesar 46.68% dari total penduduk. Dan ditempat kedua adalah Kota Blitar dengan penduduk minimal SMA sebesar 45.57%. Kab. Jember adalah yang terrendah dari sub-kriteria ini karena hanya memiliki 18.26% penduduk dengan Tingkat Pendidikan minimal SMA. Untuk sub-kriteria Tingkat Kemiskinan, yang tertinggi dari enam Kab/Kota wilayah studi adalah Kab. Pacitan kemudian Kab. Kediri selanjutnya Kota Blitar dengan prosentase penduduk miskin masing - masing sebesar 14.18%, 11.30% dan 7.43%. Kota Surabaya adalah pemilik Tingkat Kemiskinan terendah sebesar 4.88% dari total penduduk. Pada sub-kriteria Pendapatan Per Kapita, Kota Surabaya sebagai Kota terbesar kedua di Indonesia tentunya jauh melampaui Kab/Kota lainnya

dengan Pendapatan Per Kapita sebesar 142.604(xRp. 1juta). Berjarak cukup jauh dengan Pendapatan Per Kapita terendah dari enam Kab/Kota wilayah studi yakni Kab.Kediri yang memiliki Pendapatan Per Kapita sebesar 19.715(xRp. 1juta).

Sumber data yang digunakan untuk kriteria PP-PP, TK-PD dan KSE-M dapat dilihat pada Lampiran III.

4.5.2.4 Data Kriteria Presepsi Masyarakat Terhadap Akses Air Minum Layak Di Daerahnya (PM-AM)

Berbeda dengan tiga kriteria sebelumnya, kriteria PM-AM diukur dengan data primer yang diambil dari *Big Data Social Media* Facebook. Tata cara pengambilan data telah dijelaskan pada sub-sub-bab 3.4.4 *Data Mining*. Hasil *data mining* (seluruh Kab/Kota menggunakan setting yang sama sebagaimana Gambar 3.6) ini dapat dilihat pada Tabel 4.85.

Tabel 4.85. Hasil Data Mining Facebook PDAM 6 Kab/Kota Wilayah Studi

PDAM Kab/Kota	Id Facebook	Jumlah Baris Feed's dari 100 Halaman Pertama Facebook (diambil tanggal 21 Desember 2019)
Kota Blitar	107874549242982	-
Kab. Kediri	315333358927114	74
Kab. Pacitan	326144238273137	21
Kota Surabaya	1617657831836222	2912
Kab. Jember	100015109039326	-
Kota Batu	101760993574219	36

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Jika melihat Tabel 4.85, terdapat ketimpangan aktifitas *social media* yang cukup jauh antara Kota Surabaya dengan lima Kab/Kota lainnya yang menjadi wilayah studi. Masyarakat di Kota Surabaya sangat aktif menggunakan *social media* sebagai sarana pengaduan kepada instansi yang melayani masyarakat (dalam penelitian ini adalah PDAM yang memberikan pelayanan air minum layak kepada masyarakat). Jumlah feeds yang berhasil diekstrak dari Facebook PDAM Surya Sembada Kota

Surabaya sebanyak 2912 feeds. Sangat jauh dibandingkan Kab. Kediri, Kab. Pacitan dan Kota Batu yang hanya memiliki 74, 21 dan 36 feeds di Facebook PDAM masing - masing (dengan settingan yang sama). Bahkan Kota Blitar dan Kab. Jember tidak memiliki satupun feeds dari masyarakat pada halaman Facebooknya.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa masyarakat di enam Kab/Kota yang menjadi wilayah studi, cenderung kurang memanfaatkan *social media* sebagai sarana pengaduan layanan masyarakat. Hanya Kota Surabaya yang masyarakatnya sangat aktif mengirimkan pengaduan ke instansi terkait melalui *social media*. Karena kriteria PM-AM ini bersifat benefit, yang artinya semakin tinggi prosentase sentimen negatif maka semakin harus menjadi perhatian dalam prioritas pembangunan infrastruktur air minum, maka peneliti akan memberikan prosentase sebesar 0% sentimen negatif kepada Kota Blitar dan Kab. Jember *social media* PDAM dari Kab/Kota tersebut tidak memiliki data feeds untuk analisis sensitifitas. Untuk Kota Surabaya, data yang akan dijadikan pengukuran prosentase sentimen negatif akan dibatasi sebanyak 100 data saja. Proses pengukuran sentimen ini dilakukan menggunakan tools WEKA sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

4.5.2.5 Sentiment Analysis Menggunakan WEKA

Sebelum data dapat diproses menggunakan aplikasi WEKA, terlebih dahulu harus dilakukan pelabelan data. Nilai 0 diberikan jika feeds bermuatan negatif dan nilai 1 diberikan jika feeds bermuatan positif. Untuk feeds netral seperti contohnya feeds pada Facebook PDAM Kota Surabaya baris kelima berisikan: “Selamat siang #SobatAir Jangan lupa unduh aplikasi PDAM ya....” (Gambar 4.20), feeds netral seperti ini akan dihapus sehingga menyisakan feeds yang bermuatan negatif dan positif.

id	message					
1						
2	Mohon maaf Pak PDAM sampai kapan daerah banjarsugihan Surab					
3	Lapor. Air PDAM di rumah saya keruh. Lokasi Wonorejo Asri, Wor					
4	Mau tanya kenapa aliran air di daerah mulyosari beberapa hari in					
5	Selamat siang #SobatAir Jangan lupa unduh aplikasi PDAM ya....					
6	Selamat berakhir pekan #SobatAir Pernah bayangin gak kalian at					
7	Bagi anda para professional yang merasa memiliki talenta, kompe					
8	Lapor pak ...air di jln tambak asri gang kembang Turi 1 ...aire ken					

Gambar 4.20. Contoh Feeds Bermuatan Netral

Untuk proses pelabelan, contohnya dapat dilihat pada Tabel 4.86.

Tabel 4.86. Contoh Proses Pemberian Label Pada Feeds

Feeds Facebook	Label
Mohon maaf Pak PDAM sampai kapan daerah banjarsugihan Surabaya barat air seperti ini mohon dengan sangat segera di perbaiki ... TERIMA KASIH	0
Lapor. Air PDAM di rumah saya keruh. Lokasi Wonorejo Asri, Wonorejo, Rungkut. No pel 1141067.	0
Mau tanya kenapa aliran air di daerah mulyosari beberapa hari ini kecil sekali? Mohon dijawab	0
Lapor pak ...air di jln tambak asri gang kembang Turi 1 ...aire kenapa ngalire blik ke asal lagi...jm 2,50 wib baru nyala...dan itupun kecil ...haruskah kami begadang tiap mlm...	0
Alhamdulillah...dapat goody bag dari give away PDAM...#SmgaSuksesSellu..SemakinLancarJayaDalmMmbriknPelaya nannya...trimaksih..	1

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Perhatikan Tabel 4.86 bagaimana label negatif diberikan terhadap empat feeds pertama. Keempat feeds tersebut semuanya bermuatan negatif karena berisikan keluhan kepada PDAM. Sedangkan pada feeds kelima, diberikan label 1 karena merupakan feeds dengan muatan positif. Proses pelabelan ini dilakukan terhadap seluruh feeds (max 100 baris) di setiap Kab/Kota kecuali Kab. Jember dan Kota Blitar karena memiliki empty feeds.

Dalam proses pelabelan, terkadang terdapat feeds yang berulang karena masyarakat yang mengirimkan feeds-nya lebih dari satu kali. Feeds berulang ini harus dihapus karena merupakan data ganda. Contoh kasus feeds berulang ini dapat dilihat pada Tabel 4.87.

Tabel 4.87. Contoh Proses Pengolahan Feeds Ganda / Berulang

Feeds Awal	Menjadi
Mohon maaf Pak PDAM sampai kapan daerah banjarsugihan Surabaya barat air seperti ini mohon dengan sangat segera di perbaiki ... TERIMA KASIH	Mohon maaf Pak PDAM sampai kapan daerah banjarsugihan Surabaya barat air seperti ini mohon dengan sangat segera di perbaiki ... TERIMA KASIH
Mohon maaf Pak PDAM sampai kapan daerah banjarsugihan Surabaya barat air seperti ini mohon dengan sangat segera di perbaiki ... TERIMA KASIH	

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Tabel 4.87 memperlihatkan feeds yang berulang sehingga harus dihapus agar tidak terjadi perulangan data. Setelah proses pelabelan dan penghapusan feeds ganda selesai, selanjutnya file tersebut disimpan dalam bentuk Arff dengan format yang telah menyesuaikan standar WEKA. Format ini dapat dilihat pada Gambar 4.21.

```

Surabaya.arff - Notepad
File Edit Format View Help
@relation 'Reuters-21578 Grain ModApte Test-weka.filters.unsupervised.attribute.NumericToBinary-weka.filters.unsupervised.instance.RemoveFolds-S0-N5-F1'

@attribute Text string
@attribute class-att {0,1}

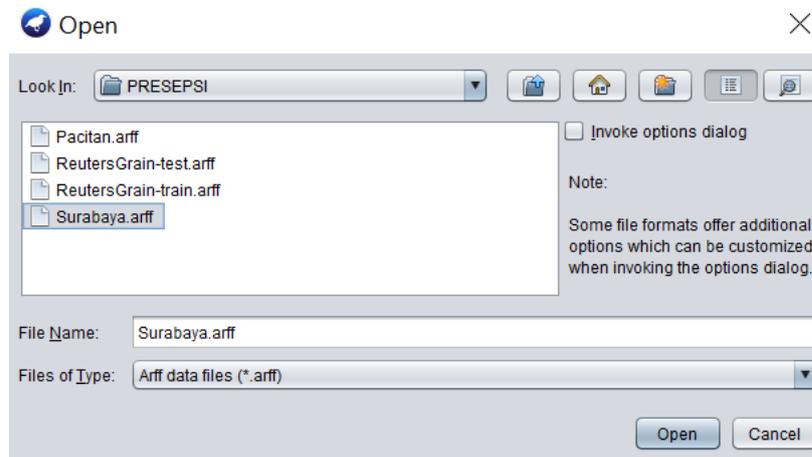
@data

.
'Mohon maaf Pak PDAM sampai kapan daerah banjarsugihan Surabaya barat air seperti ini mohon dengan sangat segera di perbaiki ... TERIMA KASIH;',0
'Lapor. Air PDAM di rumah saya keruh. Lokasi Wonorejo Asri, Wonorejo, Rungkut. No pel 1141067;',0
'Mau tanya kenapa aliran air di daerah mulyosari beberapa hari ini kecil sekali? Mohon dijawab;',0
'Lapor pak ...air di jln tambak asri gang kembang Turi 1 ...aire kenapa ngaline blik ke asal lagi...jm 2,50 wib baru nyala...dan itupun kecil ...haruskah
'Setelah ada pembongkaran di ujung gang jl kapasari tadi malam, pagi ini Donokerto 2, air tidak keluar.. Mohon respon nya segera.. Terima kasih.:',1
'Mengapa pelayanan terkait gangguan pdam lama sekali mendapat responnya.. Call center tidak ada yang mengangkat, wa jarang aktif.:',0
'DI jalan Bulak banteng madya 15 sudah seminggu air gak kluar Mohon di tindak lanjuti;',0
'mohon maaf,untuk daerah rumah kami alamat jl. mulyorejo pertanian no.24 sudah 2 hari tidak keluar airnya .. mohon infonya .. sudah berkali kali tlvon di cal
'PDAM...ini drtdi siang air ky gni ini mksdnya apa??? Tolong donk kualitasnya itu loh....ini di daerah sambikerep RT 04;',0
'Air di pagesangan agung I tidak nyala pak kenapa;',0
'Kutisari selatan airnya mati dari jam 3 pagi tanpa pemberitahuan?? tolong dong kan pagi banyak kegiatan harus kerja sekolah, kenapa dimatiin?!;',0
'Pak kenapa air di Alamat bulak banteng Madya sudah 6 hari ini tdk keluar . Mohon perhatiannya terimakasih;',0
'Selamat malam saya pelanggan 4033334,air didaerah Simo Sidomulyo tidak keluar mulai kmrn malam, saya cek tidak ada pemberitahuan Mohon konfirmasinya Terima
'mau tanya admin, air dirumah saya kok mati ya dari tadi siang sampai sekarang.saya cek disini juga tidak ada pemberitahuan. alamat : Jl. Simo gunung kramat
'Mohon bantuannya Air PDAM Tempat Saya Tidak keluar lagi sudah 2 minggu ini. Alamatnya saya Jl. Pogot Baru No.15 Rt.01, Rw.06 Kel. Tanah Kali Kedinding, Ke
'air wilayah kalidami koq mati dr pagi jam 8 td? sampe kpn?;',0
'pak knpa airnya seperti ini ??? no pel 3084125 atas nma sri handayani .. no tlfm 083129044249 ..;',0

```

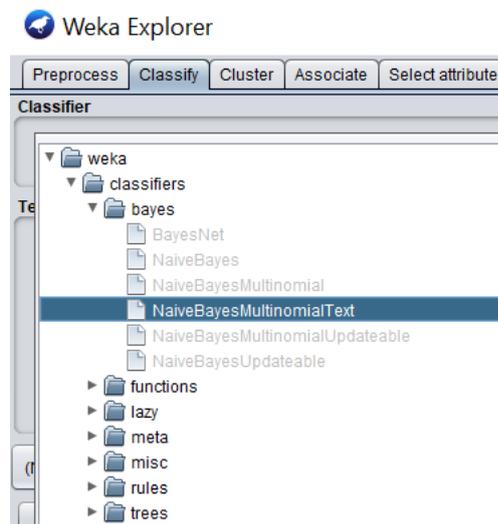
Gambar 4.21. Format ARFF Standar WEKA pada Hasil Data Mining Facebook PDAM Kota Surabaya

Selanjutnya bukalah data Surabaya.arff tersebut pada aplikasi WEKA. Gambar 4.22 memperlihatkan bagaimana file Surabaya.arff yang telah dibuat sebelumnya dibuka pada aplikasi WEKA.



Gambar 4.22. Open File Surabaya.arff pada WEKA

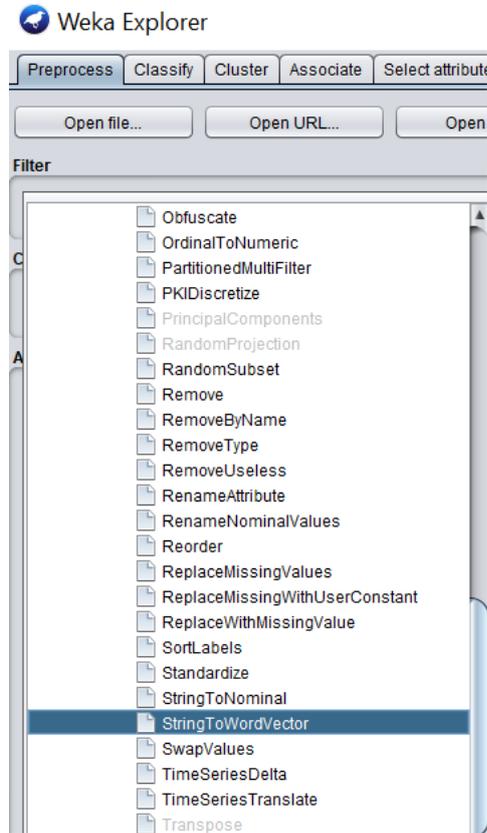
Kemudian lakukan proses classify menggunakan classifiers bayes → NaiveBayesMultinomialText. Gambar 4.23 memperlihatkan pemilihan classifiers NaiveBayesMultinomialText.



Gambar 4.23. Pemilihan Classifiers NaiveBayesMultinomialText

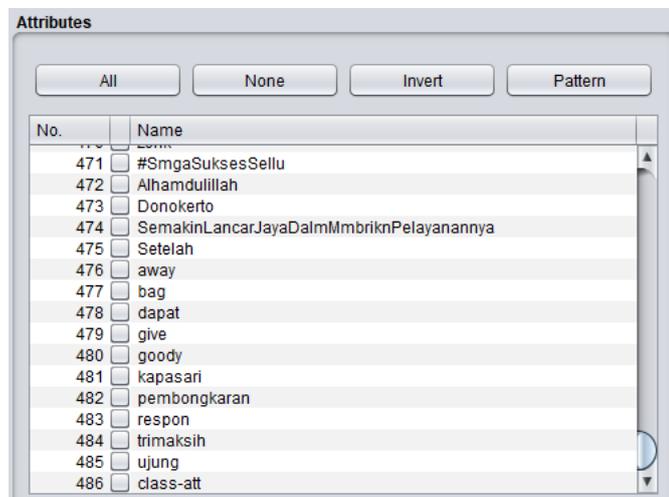
Hasil dari *Classifiers* menggunakan *NaiveBayesMultinomialText* ini akan menghasilkan *Correctly Classified* yang sangat kecil. Ini diakibatkan karena data

masih berbentuk kalimat. Untuk memenggal kalimat menjadi satuan per-kata individu, digunakan filter StringToWordVector. Gambar 4.24 memperlihatkan pemilihan Filter → StringToWordVector.



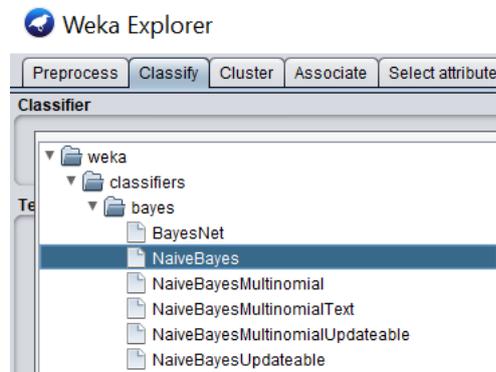
Gambar 4.24. Pemilih Filter StringToWordVector Pada WEKA

Setelah kalimat berhasil dipisahkan menjadi individu per-kata, dapat dilihat pada Gambar 4.25 bagaimana proses ini menghasilkan 486 atribut.



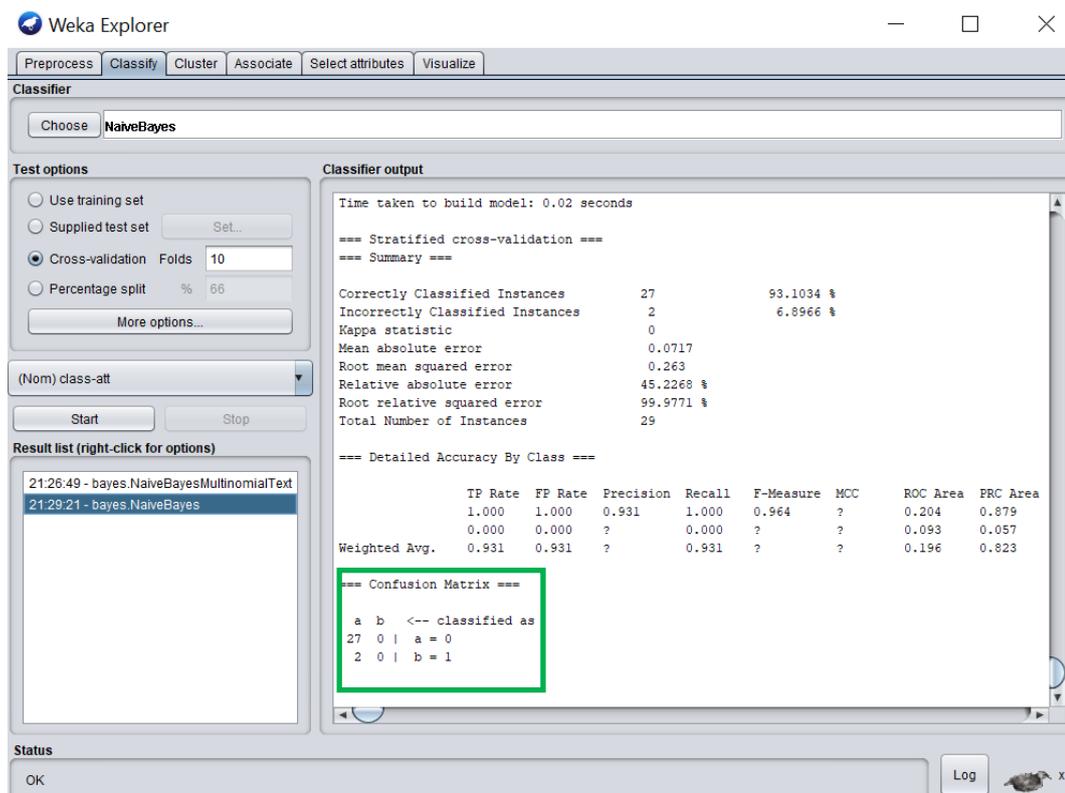
Gambar 4.25. Atribut Per-Kata Hasil Filter StringToWordVector

Selanjutnya lakukan proses klasifikasi kembali menggunakan Naïve Bayes Classifiers. Pemilihan Classifiers → NaiveBayes dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26. Pemilihan NaiveBayes Classifiers pada WEKA

Sedangkan hasil proses klasifikasi menggunakan Naïve Bayes ini dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27. Hasil Klasifikasi Data Menggunakan Naïve Bayes Classifier

Perhatikan area yang berada di dalam kotak warna hijau pada Gambar 4.27, dapat dilihat Confusion Matrix dari Data Mining Facebook PDAM Kota Surabaya telah diperoleh. Dengan demikian kita dapat menghitung *social media listening* atau sering juga disebut NBR, dengan menggunakan persamaan 3.2 sebagai berikut:

$$NBR_{\text{Surabaya}} = \frac{TP}{TP + FP + FN + TN} \times 100\% = \frac{27}{27 + 0 + 2 + 0} \times 100\% = 93.103\%$$

Dengan demikian maka sentiment negatif *social media listening* terhadap Facebook PDAM Kota Surabaya adalah sebesar 93.103% dengan RMSE sebesar 0.263.

Proses yang sama selanjutnya dilakukan terhadap hasil Data Mining Kab/Kota lainnya. Hasil dari sentiment negatif *social media listening* terhadap seluruh Facebook PDAM 6 Kab/Kota wilayah studi dapat dilihat pada Tabel 4.88.

Tabel 4.88. Prosentase Sentimen Negatif Dari Facebook PDAM 6 Kab/Kota Wilayah Studi

PDAM Kab/Kota	Id Facebook	Jumlah Baris Digunakan	Prosentase Sentimen Negatif	Akurasi
Kota Blitar	107874549242982	-	0%	-
Kab. Kediri	315333358927114	74	60.000%	0.7
Kab. Pacitan	326144238273137	21	72.727%	0.72
Kota Surabaya	1617657831836222	100	93.103%	0.93
Kab. Jember	100015109039326	-	0%	-
Kota Batu	101760993574219	36	95.238%	0.95

Sumber: hasil pengolahan, 2019

Dapat dilihat pada Tabel 4.88, Kota Blitar dan Kab. Jember yang tidak memiliki feeds pada Facebooknya diberikan sentimen negatif sebesar 100%. Jika mengecualikan kedua Kab/Kota ini, maka Kab/Kota dengan prosentase sentimen negatif tertinggi dari enam Kab/Kota wilayah studi adalah Kota Batu dengan sentimen negatif sebesar 95.238%. Selanjutnya ditempat kedua adalah Kota Surabaya dengan sentimen negatif sebesar 93.103%. Kemudian berturut - turut

adalah Kab. Pacitan dan Kab. Kediri dengan prosentase sentimen negatif masing - masing sebesar 72.727% dan 60%.

Pada kolom terakhir Tabel 4.88, terdapat akurasi dari proses klasifikasi text data mining yang dilakukan. Perhatikan kategori nilai dari tingkat akurasi klasifikasi (Gorunescu, 2011 dalam Vidya, 2015) pada Tabel 4.89.

Tabel 4.89. Tingkatan Akurasi Text Data Mining

Nilai Akurasi	Kategori Akurasi
1.00 s.d. 0.90	<i>excellent classification</i>
0.90 s.d. 0.80	<i>good classification</i>
0.80 s.d. 0.70	<i>fair classification</i>
0.70 s.d. 0.60	<i>poor classification</i>
0.60 s.d. 0.00	<i>failur</i>

Sumber: Gorunescu, 2011 dalam Vidya, 2015

Berdasarkan Tabel 4.89, hasil klasifikasi data feed's Facebook dari PDAM Kab. Kediri dan PDAM Kab. Pacitan masuk kategori *Fair Classification*. Sedangkan untuk hasil klasifikasi data feed's Facebook dari PDAM Kota Surabaya dan PDAM Kota Batu termasuk kedalam *Excellent Classification*. Karena tidak ada satupun hasil klasifikasi yang masuk kategori *Failur*, maka prosentase sentiment negatif yang terdapat pada Tabel 4.88 dinyatakan valid.

4.5.3 WDSS Untuk Seluruh Kriteria dan Sub-kriteria

Dengan menggunakan metode SAW, dilakukan proses perhitungan skala prioritas terhadap enam Kab/Kota wilayah studi yang data - data nya telah diperoleh pada sub-sub-bab sebelumnya. Proses perhitungan dibuat dalam bahasa pemrograman PHP dan menggunakan seluruh kriteria dan sub-kriteria pada Pohon Hirarki (Gambar 4.11) untuk menjadi WDSS skala prioritas pembangunan infrastruktur air minum. Skor skala prioritas akhir dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.28.

Skala Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum Kab/Kota							
Ranking Prioritas	Skor Prioritas	—Action—	Nama Kab/Kota	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)	Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Assessment Dokumen RISPAM (ADR)	
1	0.707	Edit Hapus	Kab. Pacitan	0.969	tinggi	84.38	
2	0.697	Edit Hapus	Kota Surabaya	9.675	tinggi	98.2	
3	0.506	Edit Hapus	Kab. Jember	2.346	tinggi	59.02	
4	0.5	Edit Hapus	Kota Batu	0.674	rendah	71.18	
5	0.495	Edit Hapus	Kab. Kediri	1.531	sedang	75.76	
6	0.333	Edit Hapus	Kota Blitar	0.879	rendah	43.17	

Cakupan Pelayanan Air Minum Eksisting (CkpAmE)	Kondisi PDAM (KinPdam)	Tingkat Kebocoran PDAM (TkBcr)	Kawasan Strategis Nasional (KSN)	Wilayah Pengembangan Strategis (WPS)
97.21	4.19	28.34	KSN Bersama	Pusat Pertumbuhan Terpad
60.53	3.03	27.39	N/A	N/A
68.96	3.92	23.64	N/A	N/A
85.36	3.41	37.95	N/A	N/A
68.63	3.33	29.81	N/A	N/A
64.24	2.24	48.73	N/A	Pusat Pertumbuhan Sedang

Daerah Tertinggal (DT)	Daerah Perbatasan (DPb)	Daerah Nelayan dan Perikanan (DN)	Daerah Pariwisata (DPw)	Pulau - pulau Kecil Terluar (PPKT)
0.6	0	0.58	KSPN	0
0	0	0.07	KPPN	0
0.44	0	0.17	KPPN	94.26
0	0	0	N/A	0
0	0	0.02	N/A	0
0	0	0	N/A	0

Daerah Prioritas Penanganan Stunting (Stu)	Daerah Pengembangan Kota Baru (KB)	Struktur Usia Penduduk (StructU)	Jumlah Populasi Penduduk (POP)	Tingkat Pendidikan Masyarakat (TkPend)
0.65	0	73.84	Metropolitan	46.68
0.55	0	67.49	Kota Besar	21.06
0.72	0	68.68	Metropolitan	18.26
0.16	0	70.59	Kota Sedang	38.11
0.31	0	68.48	Metropolitan	28.16
0.46	0	70.02	Kota Sedang	45.57

Tingkat Kemiskinan Masyarakat (TkMis)	Pendapatan Perkapita Penduduk (PerKap)	Presepsi Masyarakat Terhadap Akses Air Minum Layak (PmAm)
4.88	142.605	93.103
14.18	21.036	72.727
9.97	23.421	0
3.87	57.413	95.238
11.3	19.715	60
7.43	34.945	0

Gambar 4.28. Hasil Akhir WDSS Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum

Pada Gambar 4.28 dapat dilihat bagaimana WDSS menghasilkan skala prioritas enam Kab/Kota yang menjadi wilayah studi berdasarkan data sesuai dengan dua puluh satu sub-kriteria sebagaimana pohon hirarki (Gambar 4.11). Kab. Pacitan adalah prioritas pertama dalam pembangunan infrastruktur air minum dari enam Kab / Kota wilayah studi dengan skor prioritas sebesar 0.707. Peringkat Kab. Pacitan ini sejalan dengan hasil skala prioritas dalam proses analisis tingkat sensitivitas yang menggunakan tiga kategori (Tabel 4.76) dimana kelima metode menempatkan Kab. Pacitan sebagai prioritas pertama. Hal ini disebabkan karena Kab. Pacitan memiliki Indeks KFD yang cukup rendah (0.969) dibandingkan dengan lima Kab/Kota lainnya. Hanya Kota Batu dan Kota Blitar yang memiliki IKFD lebih rendah dari Kab. Pacitan, namun kedua Kota ini memiliki Tingkat Kerawanan Air yang rendah. Sementara itu, Kab. Pacitan termasuk dalam Tingkat Kerawanan Air yang tinggi, sehingga dengan IKFD yang cukup rendah maka adalah sangat wajar Kab. Pacitan menempati prioritas pertama. Hal ini ditunjang pula dengan Prosentase Assessment Dokumen RISPAM Kab. Pacitan yang cukup tinggi (84.38%) dan adanya destinasi wisata Karst. Pacitan yang termasuk dalam daftar KSPN.

Kota Surabaya, berdasarkan dua puluh satu sub-kriteria dan dengan menggunakan metode perhitungan skala prioritas SAW, adalah prioritas kedua dalam pembangunan infrastruktur air minum di enam Kab/Kota yang menjadi wilayah studi dengan skala prioritas sebesar 0.697. Hal ini diakibatkan karena meskipun Kota Surabaya memiliki nilai IKFD yang jauh melampaui Kab/Kota lainnya, namun Kota ini memiliki keunggulan karena termasuk dalam kategori KSN, WPS dan DPw. Bahkan Kota Surabaya merupakan satu - satunya dari enam Kab/Kota wilayah studi yang termasuk dalam kategori KSN. Banyaknya keterlibatan Kota Surabaya dalam kategori Program Prioritas Pemerintah Pusat menyebabkan Kota ini dapat menempati urutan kedua.

Kemudian pada prioritas ketiga ditempati oleh Kab. Jember dengan skala prioritas sebesar 0.506. Kabupaten ini memiliki keunggulan pada kategori Dpw dimana Kab. Jember termasuk kedalam KPPN. Kemudian dalam sub-kriteria PPKT, Kabupaten ini muncul sebagai satu - satunya dari enam Kab/Kota wilayah

studi yang masuk dalam kategori ini. Hal ini dikarenakan Kab. Jember memiliki Pulau Barung dalam wilayah administrative-nya.

Kemudian pada prioritas keempat, kelima dan keenam berturut - turut adalah Kota Batu, Kab. Kediri dan Kota Blitar dengan skala prioritas masing - masing sebesar 0.5, 0.495 dan 0.333. Kota Batu yang sebetulnya merupakan Kab/Kota termiskin dari enam Kab/Kota wilayah studi karena memiliki IKFD yang paling rendah, namun dikarenakan Kota ini memiliki Tingkat Kerawanan Air yang rendah dan keterlibatan dalam Program Prioritas Pemerintah Pusat yang juga kurang menyebabkannya mendapatkan prioritas keempat. Dibandingkan infrastruktur air minum, sebaiknya Kota ini mendapatkan bantuan / hibah / pinjaman dalam sektor pembangunan lainnya yang lebih dibutuhkan. Berada pada ranking prioritas kelima adalah Kab. Kediri. Memiliki Tingkat Kerawanan Air level sedang, Kabupaten ini juga minim keterlibatan dalam kategori Program Prioritas Pemerintah Pusat. Disamping itu, persepsi sentimen negatif yang “hanya” sebesar 60% menyebabkan Kabupaten ini berada pada prioritas nyaris paling akhir. Karena pada prinsipnya, kriteria sentimen negatif adalah mendeteksi kebutuhan masyarakat melalui social media. Dengan asumsi terdapat 40% masyarakat yang puas dengan Akses Air Minum Layak di Kabupaten in, maka sudah merupakan keputusan yang tepat menempatkan Kabupaten ini pada ranking prioritas kelima dalam pembangunan infrastruktur air minum. Kota Blitar dengan IKFD yang cukup rendah dengan Tingkat Rawan Air yang rendah, menyebabkan Kota ini dapat disimpulkan tidak membutuhkan infrastruktur air minum baru sehingga berada para ranking terakhir.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil - hasil ujicoba dan analisis yang telah dilakukan pada bab - bab sebelumnya, penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan antara lain:

- a. Kriteria dan sub-kriteria yang digunakan untuk penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum dalam penelitian ini terdiri dari empat kriteria yakni kriteria Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP) dengan sembilan sub-kriteria, kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD) yang memiliki enam sub-kriteria, kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M) beserta lima sub-kriteria-nya yang dapat dilihat pada Tabel 4.26 dan terakhir ditambahkan dengan kriteria Presepsi Masyarakat terhadap akses Air Minum di daerah-nya (PM-AM).
- b. Hirarki dari model dibangun menggunakan metode penggabungan *expert's judgement* dengan angka variansi tertinggi sebesar 0.0034 yakni dengan menggabungkan terlebih dahulu seluruh *expert's judgement* dengan metode Geometric Mean, kemudian dilakukan perhitungan bobot kepentingan menggunakan metode FAHP.
- c. Kriteria TK-PD merupakan kriteria dengan prioritas paling utama dengan bobot kepentingan sebesar 0.318 diikuti dengan kriteria PP-PP yang memiliki bobot kepentingan sebesar 0.295. Pada prioritas ketiga dan keempat adalah kriteria KSE-M dan kriteria PM-AM dengan bobot kepentingan masing - masing sebesar 0.208 dan 0.179. Keseluruhan dari hirarki model dapat dilihat pada Gambar 4.11.
- d. Proses perhitungan skala prioritas dari setiap alternatif dalam penelitian ini, menggunakan metode SAW karena dapat mendeteksi nilai ekstrim, memiliki kesamaan ranking prioritas sebesar 100% terhadap ranking prioritas berdasarkan skor gabungan dari seluruh model. Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan dengan wilayah studi sebanyak enam Kab/Kota, metode ini

memiliki tingkat sensitifitas sebesar 121% terhadap skor prioritas dan tingkat sensitifitas sebesar 75% terhadap ranking prioritas. Hanya metode FAHP dan AHP yang memiliki tingkat sensitifitas terhadap skor prioritas yang lebih tinggi dibandingkan metode SAW, namun baik metode FAHP maupun AHP berdasarkan hasil ujicoba disimpulkan tidak dapat mendeteksi nilai ekstrim sehingga tidak cocok untuk permasalahan dalam penelitian ini.

- e. Skala prioritas yang dihasilkan dari penelitian ini menempatkan Kab. Pacitan sebagai prioritas tertinggi dalam pembangunan infrastruktur air minum di enam Kab/Kota wilayah studi dengan skor skala prioritas sebesar 0.707. Prioritas kedua adalah Kota Surabaya dengan skor sebesar 0.697, kemudian Kab. Jember dengan skor 0.506, Kota Batu dengan skor 0.5, Kab. Kediri dengan skor 0.495 dan terakhir adalah Kota Blitar dengan skor 0.333.

5.2. Saran

Dalam rangka terus mengembangkan penelitian ini, beberapa hal yang menjadi saran adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dapat dilanjutkan untuk sektor - sektor pembangunan lainnya seperti contohnya:
 - Prioritas Penanganan Kawasan Kumuh.
 - Prioritas Pembangunan Infrastruktur Pengolahan Air Limbah.
 - Prioritas Pembangunan Infrastruktur Pengolahan Persampahan.
 - Prioritas Pembangunan Ruang Terbuka Hijau.Jika seluruh sektor telah memiliki DSS, maka dapat dilakukan riset untuk integrasi antara satu dengan yang lainnya sehingga akan menghasilkan DSS Pembangunan Infrastruktur Permukiman Terpadu.
- b. Untuk kepentingan penelitian, dapat dilakukan komparasi dengan metode DSS lainnya baik dari sisi perhitungan hirarki model maupun dari sisi perhitungan skor prioritas model.
- c. Kriteria dan Sub-kriteria yang dihasilkan oleh penelitian ini, dapat dikembangkan lagi untuk mempertajam skala prioritas yang dihasilkan.

- d. Penelitian ini dilakukan pada Tahun 2019 sehingga menyesuaikan dengan kondisi pada tahun tersebut. Kedepannya tidak menutup kemungkinan terjadi perubahan kebijakan pemerintah sehingga dapat dilakukan update terhadap penelitian ini sesuai kebijakan baru yang dikeluarkan pemerintah terhadap pembangunan infrastruktur air minum.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

Adiluhung, Onang (2014), *Rancang bangun sistem informasi geografis manajemen pengelolaan jaringan stasiun pengamatan hidrologis BBWS Brantas dengan metode SWOT dan AHP*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Alamsyah, Andry (2015), "(Big) Data Analytics for Economics, Business and Management: A Social Network Approach", *Proceeding Workshop Big Data Puslitbang Aptika dan IKP, tanggal 19 Mei 2015*, Puslitbang Aptika dan IKP, Kemenkominfo, Jakarta dalam Sirait, Emyana Ruth Erita (2016), "Implementasi Teknologi Big Data Di Lembaga Pemerintahan Indonesia", *Jurnal Penelitian Pos dan Informatika*, Vol. 6, No. 2, hal. 113-136.

Alter, Steven (2002), *Information System, Foundation of E-Business*, Prentice Hall, London dalam : Kusriani, M.Kom (2007), *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*, ANDI, Yogyakarta.

Alwi (2013), *Sistem pendukung keputusan pemilihan guru berprestasi menggunakan metode Fuzzy AHP*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Amrullah, Haidar Natsir (2015), *Model integrasi QFD dan Fuzzy AHP untuk pemilihan sub-kontraktor di perusahaan galangan kapal dengan mempertimbangkan K3*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Armon (2016), *Selecting liquid lifting technology for XY mature gas field using Fuzzy AHP and TOPSIS*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Aryasa, Komang (2015), "Big Data: Challenges and Opportunities", *Proceeding of Workshop Big Data Puslitbang Aptika dan IKP, tanggal 19 Mei 2015*, Puslitbang Aptika dan IKP, Kemenkominfo, Jakarta dalam Sirait, Emyana Ruth Erita (2016), "Implementasi Teknologi Big Data Di Lembaga Pemerintahan Indonesia", *Jurnal Penelitian Pos dan Informatika*, Vol. 6, No. 2, hal. 113-136.

Ayhan, Mustafa Batuha (2013), "A Fuzzy AHP Approach for Supplier Selection Problem: A Case Study In A Gearmotor Company", *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, Vol. 4, No. 3, hal. 11-23.

Bello, Adenike Oluyemi, Adegun, Adekanmi Adeyinka, Eze, Sunday Chinedu, Alao, Monisola Esther, Gbadamosi, Babatunde (2018), "Supply Chain Management : Risk Assesment In Automotive Industry Using Fuzzy-AHP Model", *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, Vol. 9, hal. 552-562.

Budimansyah, Arif (2015), *Rancang bangun sistem pendukung keputusan prioritas pemeliharaan jaringan irigasi*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Chang, Da-Yong (1996), "Theory And Methodology: Applications of The Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", *European Journal Of Operational Research*, Vol. 95, hal. 649-655 dalam Faisol, Ahmad, Muslim, M. Aziz, dan Suyono, Hadi (2014), "Komparasi Fuzzy AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti", *Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, Vol. 8, No. 2, hal. 123-128.

Chen, Shu-Jen, Hwang, Ching-Lai (1992), *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making : Methods and Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin dalam Kusumadewi, Sri, Hartati, Sri, Harjoko, Agus, dan Wardoyo, Retantyo (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Cox, Earl (1994), *The Fuzzy Systems Handbook (A Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy System)*, Academic Press, Inc., Massachusetts dalam Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari (2010), *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Edisi 2, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Chou, Shih-Wei dan Chang, Yu-Chieh., (2008) "The implementation factors that influence the ERP (Enterprise Resource Planning) Benefits", *Decision Support Systems*, Vol. 46(1), 149-157 dalam Onay, Mustafa Batuha (2013), "A Fuzzy AHP Approach for Supplier Selection Problem: A Case Study In A Gearmotor Company", *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, Vol. 4, No. 3, hal. 11-23.

Demirel, Tufan, Demirel, Nihan Cetin, dan Kahraman, Cengiz (2008), "Fuzzy Analytic Hierarchy Process And It's Application", *Springer Science & Business Media*, hal. 53-54.

Direktorat Jenderal Cipta Karya (2007), *Buku Panduan Pengembangan Air Minum*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Effendy, David Ahmad, Irawan, Rony Heri (2015), "Uji Sensitivitas Metode WP, SAW dan TOPSIS Dalam Menentukan Titik Lokasi Repeater Internet Wireless", *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2015*, STMIK AMIKOM Yogyakarta, 6-8Februari 2015, ISSN : 2302-3805, hal 85 - 90.

Esmaili-Dooki, Ayda, Bolhasani, Prisa, Fallah, Mohammad (2017), "An Integrated Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Approach for Ranking and Selecting the Chief Inspectors Of Bank : A Case Study", *Journal of Applied Research on Industrial Engineering (JARIE)*, Vol. 4, No. 1, hal. 8-23.

Faisol, Ahmad, Muslim, M. Aziz, dan Suyono, Hadi (2014), "Komparasi Fuzzy AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti",

Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS), Vol. 8, No. 2, hal. 123-128.

Fitra, Rifandry (2015), *Pemodelan sistem pengambilan keputusan pemeliharaan aset irigasi dengan SIG dan Fuzzy AHP*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Gelley, Ned, Jang, Roger (2000), *Fuzzy Logic Toolbox*, USA: Mathwork Inc., Massachusetts dalam Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari (2010), *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Edisi 2, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Girsang, Luther Evi Phantias (2018), "Kajian Kriteria Penentuan Skala Prioritas Pada Proyek Penanganan Jalan Nasional (Studi Kasus Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Sumatera Utara)", *Politeknologi*, Vol. 17, hal. 71-80.

Gorunescu, Florin (2011), *Data Mining Concepts, Model and Techniques*, Springer, Berlin dalam Vidya, Nur Azizah (2015), *Twitter Sentiment Analysis Terhadap Brand Reputation: Studi Kasus PT. XL AXIATA*, Tbk, Thesis Master, Universitas Indonesia, Jakarta.

Herawatie, Dyah, Wuryanto, Eto (2017), "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mahasiswa Berprestasi dengan Metode Fuzzy TOPSIS", *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, Vol. 3, No. 2, hal. 92-100.

Karim, Abdul Alimul (2018), *Prioritas Strategi Implementasi E-Procurement Dengan Pendekatan Ergonomi Makro Dan Fuzzy AHP*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia (2006), *Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006 Tentang Pedoman Teknis Dan Tata Cara*

Pengaturan Tarif Air Minum Pada Perusahaan Daerah Air Minum, Kemendagri RI, Jakarta.

Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia (2017), *Peraturan Menteri Dalam Negeri (Permendagri) Nomor : 137 Tentang Kode dan Data Wilayah Administrasi Pemerintahan*, Kemendagri RI, Jakarta.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (1990), *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 416/MEN.KES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*, Kemenkes RI, Jakarta.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2010), *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor : 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*, Kemenkes RI, Jakarta.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2016), *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*, KemenPUPR RI, Jakarta.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Cipta Karya (2011), *Petunjuk Teknis Penyusunan Program dan Anggaran Direktorat Jenderal Cipta Karya*, KemenPUPR RI, Ditjen. CK, Jakarta.

Kitchin, Rob (2014), "Big Data, new epistemologies and paradigm shifts", *Big Data & Society*, Vol. 1, hal. 1-12 dalam Tim Penyusun Center for Innovation Policy and Governance (CIPG) (2018), *Big Data, Kecerdasan Buatan, Blockchain, dan Teknologi Finansial di Indonesia*, Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika, Kemenkominfo, Jakarta.

Kumaedah, Siti (2014), *Analisis penentuan urutan prioritas penanganan jalan nasional dengan metode Fuzzy AHP dan simple additive weighting (SAW) di*

propinsi kalimantan tengah, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Kusrini, M.Kom (2007), *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*, ANDI, Yogyakarta.

Kusumadewi, Sri dan Purnomo, Hari (2010), *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Edisi 2, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Kusumadewi, Sri, Hartati, Sri, Harjoko, Agus, dan Wardoyo, Retantyo (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Lee, Hsuan-Shih, Lee, Hsuan-Chung (2003), *A Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Model Based on Strength and Weakness Indices*, Departement of Shipping and Transportation Management, National Taiwan Ocean University, Taiwan dalam Kusumadewi, Sri, Hartati, Sri, Harjoko, Agus, dan Wardoyo, Retantyo (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Lu, Jie, Zhang, Guangquan, Ruan, D., Wu, F. (2007), *Multi-Objective Group Decision Making: Methods, Software and Applications With Fuzzy Set Technique*, Imperial College Press, London dalam Faisol, Ahmad, Muslim, M. Aziz, dan Suyono, Hadi (2014), "Komparasi Fuzzy AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti", *Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, Vol. 8, No. 2, hal. 123-128.

Mahya, M. Maufiq (2015), *Analisis benefit cost ratio pemilihan teknologi high availability database di Texpi menggunakan Fuzzy AHP*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Maryanto, Budi (2017), "Big Data dan Pemanfaatannya Dalam Berbagai Sektor", *Jurnal Media Informatika*, Vol. 16, No. 2, hal. 14-19.

Muntasar, Theresia Fitriyani, Kumaat, Ellen J., dan Mandagi, R. J. M. (2011), "Penentuan Skala Prioritas Proyek Pembangunan Jalan Di Kabupaten Banggai Kepulauan Dengan Menggunakan Proyek Hirarki Analitik", *Jurnal Media Engineering*, Vol. 1, No. 1, hal. 38-46.

Nasikhah Imamah (2013), *Pemilihan solusi alternatif untuk permasalahan PDAM Maja Tirta kota Mojokerto menggunakan Fuzzy AHP dalam aspek operasional, administrasi, dan keuangan*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Nur'aini (2007), Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti, *Data Manajemen dan Teknologi Informasi (DASI)*, hal 25-36 dalam Faisol, Ahmad, Muslim, M. Aziz, dan Suyono, Hadi (2014), "Komparasi Fuzzy AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti", *Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, Vol. 8, No. 2, hal. 123-128.

Onay, Ahmet, Karamasa, Çağlar dan Sarac, Bilal (2016), " Application of Fuzzy AHP in Selection of Accounting Elective Courses in Undergraduate and Graduate Level", *Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies*, Vol. 2/4, hal. 20-42.

Pemerintah Daerah Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta (2018), *Musrenbang 2019 Pedoman Pelaksanaan Musrenbang Kecamatan*, Pemerintah Daerah Provinsi DKI Jakarta, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2001), *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*, Pemerintah RI, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2004), *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2004 Tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional*, Pemerintah RI, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2004), *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air*, Pemerintah RI, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2014), *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2014 Tentang Pemerintah Daerah*, Pemerintah RI, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2015), *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 Tentang Sistem Penyediaan Air Minum*, Pemerintah RI, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2015), *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015 - 2019*, Pemerintah RI, Jakarta.

Permatavitri, Dian Eka (2013), *Perancangan model pengambilan keputusan pemberian kredit usaha rakyat dengan metode Fuzzy AHP-DEA*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Balitbang (2012), *Pedoman Pembangunan Sarana dan Prasarana Air Minum*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.

Putra, Kresna Ade dan Lasminto, Umboro (2019), "Information Technology to Determine the Priority Level of Drinking Water Infrastructure Development (Case Study: Regency/City of Banten Province)", *HATHI 6th International Seminar on Advancement of Water Resources Management in a Global Challenge*, Eds: Wicaksono, Albert, The Indonesian Hydraulic Engineers Association (HATHI), Kupang, Vol. 6.

Putra, Kresna Ade dan Lasminto, Umboro (2019), "Formulation of Attributes for Decision Support System for Drinking Water Infrastructure Developments Priority", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES) 2nd Quarter 2020: Joint International Conference on Civil, Environmental, and Geo Engineering in Conjunction with The 6th International Conference on Environmental Engineering (ICoEE) and The 2nd ITS International Geophysics Convention (IIGC): Environmental and Infrastructure Sustainability Toward New Industrial Era tanggal 1 s.d. 2 Oktober 2019*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Putra, Wijaya Mudi (2015), *Sistem informasi manajemen pemeliharaan embung (studi kasus: bidang operasi dan pemeliharaan balai besar wilayah sungai Brantas)*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Rahman, Cholilu (2018), *Penentuan prioritas pemeliharaan irigasi menggunakan metode simple additive weighting (studi kasus : sub DAS kali Brantas kota Batu)*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Ramírez-Flórez, Giselle, Tabares-Urrea, Natalia, and Osorio-Gómez, Juan Carlos (2017), "FuzzyAHP for 3PL supplier's performance evaluation considering risk", *Facultad de Ingeniería*, Vol. 26 (45), hal. 165-172.

Reenoij, S. (2005), *Multi Attribute Decision Making Under Certainty: The Analytic Hierarchy Process*.

Ross, Timothy J. (2005), *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, Edisi ke-2, John Wiley & Sons Inc., Chichester, West Sussex.

Rouyendegh, Babak Daneshvar, and Erkan, Turan Erman (2012), "Selection of Academic Staff Using The Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)", *Tehnicki vjesnik*, Vol. 19, No. 4, hal. 923-929.

Rudolphi, Wictoria (2000), Multi Criteria Decision Analysis as A Framework for Integrated Land Use Management in Canadian National Parks, *Research Project Submitted In Partial Fulfillment of The Requirements For The Degree of Master of Resource Management*, School of Resource and Environmental Management, Simon Fraser University, Canada dalam Kusumadewi, Sri, Hartati, Sri, Harjoko, Agus, dan Wardoyo, Retantyo (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Saaty, Thomas L. (1988), *Multicriteria Decision Making - The Analytic Hierarchy Process*, (Typeset in GreT Britain by Eta Service Typesetters) Ltd. Beccles Suffolk Printed and Bound in the United States America dalam Kusrini, M.Kom (2007), *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*, ANDI, Yogyakarta.

Saaty, Thomas L. (1993), *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin : Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks*, Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta dalam Muntasar, Theresia Fitriyani, Kumaat, Ellen J., dan Mandagi, R. J. M. (2011), "Penentuan Skala Prioritas Proyek Pembangunan Jalan Di Kabupaten Banggai Kepulauan Dengan Menggunakan Proyek Hirarki Analitik", *Jurnal Media Engineering*, Vol. 1, No. 1, hal. 38-46.

Santoso, Eko Budi, Nugroho, Aryo (2019), "Analisis Sentimen Calon Presiden Indonesia Berdasarkan Komentar Publik di Facebook", *Jurnal Eksplora Informatika*, Vol. 9, No. 1, hal. 60 - 69. <https://doi.org/10.30864/eksplora.v9i1.254>

Shim, J.P., Warkentin M., Coutney J.F., Power D.J., Sharda R., Carlsson C. (2002), Past, present, and future of decision support technology, *Decis. Support Syst.*, Vol. 33, hal. 111-126 dalam Zhang, Guangquan, Lu, Jie, Gao, Ya (2015), *Multi-Level Decision Making Models, Methods and Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin.

Simões-Marques, Mário, Ribeiro, Rita Almeida, Gameiro-Marques, António (2000), "A Fuzzy Decision Support System for Equipment Repair Under Battle

Conditions", *Fuzzy Sets and System*, Vol. 115, hal. 141-157 dalam Kusumadewi, Sri, Hartati, Sri, Harjoko, Agus, dan Wardoyo, Retantyo (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Simon, Herbert Alexander (1997), *Administrative Behavior : A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization*, 4th edition, The Free Press, New York dalam Kusrini, M.Kom (2007), *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

Sirait, Emyana Ruth Erita (2016), "Implementasi Teknologi Big Data Di Lembaga Pemerintahan Indonesia", *Jurnal Penelitian Pos dan Informatika*, Vol. 6, No. 2, hal. 113-136.

Tim Penyusun Center for Innovation Policy and Governance (CIPG) (2018), *Big Data, Kecerdasan Buatan, Blockchain, dan Teknologi Finansial di Indonesia*, Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika, Kemenkominfo, Jakarta.

Turban, Efraim, Aronson, Jay E., Liang, Ting-Peng (2005), *Decision support systems and intelligent system*, 7th Edition, Prentice Hall, New Jersey dalam Kusrini, M.Kom (2007), *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*, ANDI, Yogyakarta dan Faisol, Ahmad, Muslim, M. Aziz, dan Suyono, Hadi (2014), "Komparasi Fuzzy AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti", *Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, Vol. 8, No. 2, hal. 123-128.

Umadevi, V (2014), "Sentiment Analysis Using WEKA", *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, Vol. 18, No. 4, hal. 181-183.

Vidya, Nur Azizah (2015), *Twitter Sentiment Analysis Terhadap Brand Reputation: Studi Kasus PT. XL AXIATA*, Tbk, Thesis Master, Universitas Indonesia, Jakarta.

Wen-Hsiang Wu, Chang-tzu Chiang, Chin-tsai Lin (2008), "Comparing the Aggregation Methods in the Analytic Hierarchy Process When Uniform Distribution", *WSEAS TRANSACTIONS on BUSINESS and ECONOMICS*, Vol. 5, No. 3, hal. 82-87.

Wibowo, Henry S. (2010), "MADM-Tool : Aplikasi Uji Sensitivitas Untuk Model MADM Menggunakan Metode SAW dan TOPSIS", *Proceeding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2010, Yogyakarta, 19 Juni 2010*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, hal. E56-E61.

Wicaksono, Fermi Dwi (2018), *Benefit, cost, and risk analysis in selecting gas detector technology for oil and gas processing area, Fuzzy AHP approach*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Yeh, Chung-Hsing (2002), "A Problem-based Selection of Multi-Attribute Decision Making Method, International transactions in Operational Research", *Blackwell Publishing*, hal. 169 – 181 dalam Kusumadewi, Sri, Hartati, Sri, Harjoko, Agus, dan Wardoyo, Retantyo (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Yoon, Kwangsun, Hwang, Ching-Lai (1981), *Multiple Attribute Decision Making, Methods, and Applications : A State-of-the-Art Survey*, Springer-Verlag, Berlin dalam Kusumadewi, Sri, Hartati, Sri, Harjoko, Agus, dan Wardoyo, Retantyo (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Zhang, Guangquan, Lu, Jie, Gao, Ya (2015), *Multi-Level Decision Making Models, Methods and Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin.

Zhang, Wenhui (2005), "Handover Decision Using Fuzzy MADM in Heterogeneous Networks". *Proc. IEEE Wireless Comm. and Networking Conf. (WCNC '04)*. 2. 653 - 658 Vol.2. 10.1109/WCNC.2004.1311263, Vol. 2, hal. 653 –

658 dalam Kusumadewi, Sri, Hartati, Sri, Harjoko, Agus, dan Wardoyo, Retantyo (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Zikopoulos, Paul C., Eaton, Chris (2011), *Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data*, McGraw-Hill Osborne Media, New York dalam Tim Penyusun Center for Innovation Policy and Governance (CIPG) (2018), *Big Data, Kecerdasan Buatan, Blockchain, dan Teknologi Finansial di Indonesia*, Direktorat Jenderal Aplikasi Informatika, Kemenkominfo, Jakarta.

Zimmermann (1991), *Fuzzy Sets Theory and Its Applications*, Edisi 2, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts dalam Kusumadewi, Sri, Hartati, Sri, Harjoko, Agus, dan Wardoyo, Retantyo (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN I
FORMULIR WAWANCARA

**SURAT KETERANGAN
TELAH MELAKUKAN WAWANCARA**

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama :
NIP :
Jabatan :

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Kresna Ade Putra
NRP : 03111850097004
Judul Penelitian :

Telah melakukan wawancara terkait penelitian yang dilakukan.

....., 2019

.....
NIP.....

Pertanyaan Wawancara :

1. Apakah selama ini dalam menentukan prioritas untuk pembangunan infrastruktur air minum telah menggunakan Model/Standar/Pedoman ?

Jika Ya, apa saja

.....

.....

.....

.....

2. Menurut Bapak/Ibu/Saudara, terlepas dari ada atau tidaknya pedoman, apa sajakah kriteria penentuan prioritas suatu Kab/Kota layak mendapatkan program pembangunan infrastruktur air minum jika dibandingkan dengan Kab/Kota lainnya ?

- a.
- b.
- c.
- d.
- e.
- f.
- g.
- h.
- i.
- j.
- k.
- l.
- m.
- n.
- o.
- p.
- q.
- r.
- s.
- t.

LAMPIRAN II
FORM KUESIONER

KUESIONER

tentang

"PERMODELAN *DECISION SUPPORT SYSTEM* (DSS) PRIORITAS PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR AIR MINUM BERBASIS BIG DATA"

Hal : *Permohonan Pengisian Kuesioner Penelitian*

Kepada Yth.
Bapak/Ibu Responden
Di Tempat -

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Kresna Ade Putra
NRP : 03111850097004
Program Studi : Magister Hidroinformatika
Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

adalah Karyasiswa S-2 Program Kerjasama antara Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dan Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan Program Studi sebagaimana tertera di atas. Saat ini saya sedang melaksanakan penelitian dengan topik permodelan DSS untuk menghasilkan sistem yang dapat memberikan keputusan prioritas pembangunan infrastruktur air minum dengan skala Kab/Kota. Dalam penelitian yang saya lakukan, diperlukan penilaian / *judgement* dari Bapak/Ibu responden selaku pakar/ praktisi/ ahli di bidang masing - masing terhadap kriteria - kriteria yang menjadi sumber pengambilan keputusan prioritas pembangunan infrastruktur air minum dalam penelitian ini.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, bersama ini dengan hormat dimohon kesediaannya untuk mengisi kuesioner terlampir sesuai dengan persepsi Bapak/Ibu yang sebenarnya.

Demikian yang dapat saya sampaikan, atas kesediaan dan bantuannya diucapkan terima kasih.

Hormat saya,

Kresna Ade Putra

KUESIONER A : KRITERIA (LEVEL 1)

Menurut Bapak / Ibu, dari skala 1 sampai 10, seberapa pentingkah kriteria - kriteria atau sub-kriteria di bawah ini terhadap penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum di Kab/Kota ?

No	Kriteria	Tingkat Kepentingan
1	Program Prioritas Pemerintah	.....
2	Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah	.....
3	Kondisi Sosioekonomi Masyarakat	.....
4	Presepsi Masyarakat terhadap akses air minum layak di daerahnya	.....

Keterangan :

Mohon isikan kolom "Tingkat Kepentingan" dari setiap Kriteria di atas, dengan berdasarkan nilai "Tingkatan Level" di sebelahnya. Dua sub kriteria atau lebih dapat memiliki tingkatan level kepentingan yang sama. Perhatikan Contoh Pengisian di bawah ini :

No	Kriteria	Tingkat Kepentingan
1	Kriteria A	1
2	Kriteria B	4
3	Kriteria C	4
4	Kriteria D	4
5	Kriteria E	7
6	Kriteria F	9

Tingkatan Kepentingan :

10 Ekstrim sangat penting
9 Sangat penting
8
7
6
5
4
3
2 Tidak penting
1 Sangat tidak penting

KUESIONER B : SUB KRITERIA PROGRAM PRIORITAS PEMERINTAH (LEVEL 2)

Menurut Bapak / Ibu, dari skala 1 sampai 10, seberapa pentingkah kriteria - kriteria atau sub-kriteria di bawah ini terhadap penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum di Kab/Kota ?

No	Sub Kriteria	Tingkat Kepentingan
1	Kawasan Strategis Nasional (KSN)	.....
2	Wilayah Pengembangan Strategis (WPS)	.....
3	Daerah Tertinggal	.....
4	Daerah Perbatasan	.....
5	Kelautan / Nelayan	.....
6	Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN), KSPN Prioritas, Kawasan Pengembangan Pariwisata Nasional (KPPN)	.....
7	Pulau - Pulau Kecil Terluar (PPKT)	.....
8	Prioritas Penanganan Stunting	.....
9	Kota Baru	.....

Tingkatan Kepentingan :

10 Ekstrim sangat penting
9 Sangat penting
8
7
6
5
4
3
2 Tidak penting
1 Sangat tidak penting

Keterangan :

Mohon isikan kolom "Tingkat Kepentingan" dari setiap Sub Kriteria Program Prioritas Pemerintah di atas, dengan berdasarkan nilai "Tingkatan Level" di sebelahnya. Dua sub kriteria atau lebih dapat memiliki tingkatan level kepentingan yang sama. Perhatikan Contoh Pengisian di bawah ini :

No	Sub Kriteria	Tingkat Kepentingan
1	Sub Kriteria A	9
2	Sub Kriteria B	5

KUESIONER C : SUB KRITERIA TEKNIS DAN KEUANGAN PEMERINTAH DAERAH (LEVEL 2)

Menurut Bapak / Ibu, dari skala 1 sampai 10, seberapa pentingkah kriteria - kriteria atau sub-kriteria di bawah ini terhadap penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum di Kab/Kota ?

No	Sub Kriteria	Tingkat Kepentingan
1	Kondisi Fiskal Kab/Kota	.....
2	Dokumen RISPAM Kab/Kota	.....
3	Tingkat Kerawanan Air Kab/Kota	.....
4	Cakupan Pelayanan Air Minum Kab/Kota	.....
5	Tingkat Kebocoran PDAM Kab/Kota	.....
6	Kondisi PDAM Kab/Kota	.....

Keterangan :

Mohon isikan kolom "Tingkat Kepentingan" dari setiap Sub Kriteria Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah di atas, dengan berdasarkan nilai "Tingkatan Level" di sebelahnya. Dua sub kriteria atau lebih dapat memiliki tingkatan level kepentingan yang sama. Perhatikan Contoh Pengisian di bawah ini :

No	Kriteria	Tingkat Kepentingan
1	Sub Kriteria A	1
2	Sub Kriteria B	4
3	Sub Kriteria C	5
4	Sub Kriteria D	4
5	Sub Kriteria E	3
6	Sub Kriteria F	9

Tingkatan Kepentingan :

10 Ekstrim sangat penting
9 Sangat penting
8
7
6
5
4
3
2 Tidak penting
1 Sangat tidak penting

KUESIONER D : SUB KRITERIA KONDISI SOSIOEKONOMI MASYARAKAT (LEVEL 2)

Menurut Bapak / Ibu, dari skala 1 sampai 10, seberapa pentingkah kriteria - kriteria atau sub-kriteria di bawah ini terhadap penentuan prioritas pembangunan infrastruktur air minum di Kab/Kota ?

No	Sub Kriteria	Tingkat Kepentingan
1	Struktur usia penduduk	.....
2	Jumlah Penduduk	.....
3	Tingkat Pendidikan	.....
4	Tingkat Kemiskinan	.....
5	Pendapatan Per Kapita	.....

Tingkatan Kepentingan :



Keterangan :

Mohon isikan kolom "Tingkat Kepentingan" dari setiap Sub Kriteria Kondisi Sosioekonomi Masyarakat di atas, dengan berdasarkan nilai "Tingkatan Level" di sebelahnya. Dua sub kriteria atau lebih dapat memiliki tingkatan level kepentingan yang sama. Perhatikan Contoh Pengisian di bawah ini :

No	Kriteria	Tingkat Kepentingan
1	Sub Kriteria A	1
2	Sub Kriteria B	1
3	Sub Kriteria C	2
4	Sub Kriteria D	3
5	Sub Kriteria E	5
6	Sub Kriteria F	7

BIODATA RESPONDEN

NAMA :

PEKERJAAN :

PERUSAHAAN/INSTANSI :

JABATAN :

TAHUN PENGALAMAN : TAHUN (isikan dengan berapa tahun pengalaman di bidang air minum / sejenis)

LEGITIMASI

Saya yang bertandatangan di bawah ini, benar - benar telah melakukan pengisian kuesioner untuk penelitian "Permodelan *Decision Support System* (DSS) Prioritas Pembangunan Infrastruktur Air Minum Berbasis *Big Data*".

Tanda tangan,

LAMPIRAN III
DAFTAR SUMBER DATA YANG DIGUNAKAN

DAFTAR SUMBER DATA YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN

Nama Kriteria	Nama Sub-kriteria	Sumber Data yang Digunakan Dalam Penelitian Ini	Keterangan
Program Prioritas Pemerintah Pusat (PP-PP)	Kawasan Strategis Nasional (KSN)	PP No. 13 tahun 2017, Pemerintah RI	-
	Wilayah Pengembangan Strategis (WPS)	Permen PUPR No. 08 tahun 2018, KemenPUPR	-
	Daerah Tertinggal (DT)	Indeks Pembangunan Desa 2018, BPS	-
	Daerah Perbatasan (DPb)	Peraturan BNPP No. 1 tahun 2015, BNPP	-
	Daerah Nelayan (DN)	Tabel Jumlah Rumah Tangga Perikanan Tangkap menurut Kabupaten/Kota dan Subsektor di Provinsi Jawa Timur 2016 dan Proyeksi Penduduk Kabupaten / Kota Provinsi Jawa Timur 2015-2025, BPS Jawa Timur	Saat penelitian ini dilakukan, data Terakhir Rumah Tangga Nelayan Provinsi Jawa Timur per Kab / Kota adalah data tahun 2016
	Daerah Pariwisata (DPw)	PP No. 50 tahun 2011 dan PP No. 3 tahun 2016, Pemerintah RI	
	Pulau - Pulau Kecil Terluar (PPKT)	Keppres No. 6 tahun 2017, Presiden RI	
	Daerah Prioritas Penanganan Stunting (Stu)	Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2018, BPS Provinsi Jawa Timur	Saat Proses Perhitungan Dalam Penelitian Ini Dilakukan, Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2019 belum terbit
	Daerah Pengembangan Kota Baru (KB)	RPJMN DJCK tahun 2015 -2019 -	

DAFTAR SUMBER DATA YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN

Nama Kriteria	Nama Sub-kriteria	Sumber Data yang Digunakan Dalam Penelitian Ini	Keterangan
Teknis dan Keuangan Pemerintah Daerah (TK-PD)	Kapasitas Fiskal Daerah (KFD)	Permenkeu No. 126 tahun 2019	-
	Hasil Assessment Dokumen RISPAM (ADR)	Hasil Assesment DJCK terhadap Dokumen RISPAM Kab/Kota, 2019	-
	Tingkat Kerawanan Air (TKA)	Data Kelompok Rawan Air DJCK, 2019	-
	Cakupan Akses Air Minum Layak Eksisting (CkAmE)	Tabel Persentase Rumah Tangga Menurut Penggunaan Sumber Air Minum Layak dan Tidak Layak Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur 2015, BPS Provinsi Jawa Timur	Data 2015 adalah publikasi Rumah Tangga Menurut Penggunaan Sumber Air Minum Layak dan Tidak Layak resmi terakhir dari BPS Provinsi Jawa Timur, saat penelitian ini dilakukan
	Tingkat Kebocoran PDAM (TkBcr) Kinerja PDAM (KinPdam)	Buku Kinerja PDAM 2018	Buku Kinerja PDAM 2018 diterbitkan Tahun 2019 dan merupakan data terbaru saat penelitian ini dilakukan
Kondisi Sosioekonomi Masyarakat (KSE-M)	Populasi Penduduk	Proyeksi Penduduk Kabupaten / Kota Provinsi Jawa Timur 2015-2025, BPS Jawa Timur	-
	Struktur Usia	Proyeksi Penduduk Kabupaten / Kota Provinsi Jawa Timur 2015-2025, BPS Jawa Timur	-
	Tingkat Pendidikan Penduduk	Tabel Persentase Penduduk Usia 15 Tahun Ke Atas di Jawa Timur Dirinci Menurut Kabupaten/Kota, Jenis Kelamin dan Pendidikan Tertinggi Yang Ditamatkan 2017, BPS Provinsi Jawa Timur	Data tahun 2017 adalah data terbaru yang didapatkan saat penelitian ini dilakukan
	Tingkat Kemiskinan	Tabel Jumlah Penduduk 2018 Miskin Kabkot Indonesia, BPS dan Proyeksi Penduduk Kabupaten / Kota Provinsi Jawa Timur 2015-2025, BPS Jawa Timur	Data tahun 2018 adalah data terbaru yang didapatkan saat penelitian ini dilakukan
	Pendapatan Per Kapita Penduduk	Buku Produk Domestik Regional Bruto 2013 - 2017, BPS	Saat Proses Perhitungan dalam Penelitian Ini Dilakukan, Buku Produk Domestik Regional Bruto 2014 - 2018 belum terbit