



TAHUN 2024
POLITEKNIK NEGERI MALANG

**MODUL AJAR
MATA KULIAH SISTEM
PENDUKUNG KEPUTUSAN**



Ulla Delfana Rosiani
Adevian Fairuz Pratama
Muhammad Afif Hendrawan
Vivin Ayu Lestari
Vivi Nur Wijayaningrum
Mustika Mentari
Ely Setyo Astuti

MODUL AJAR
MATA KULIAH SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

Disusun Oleh:

Ulla Delfana Rosiani

Adevian Fairuz Pratama

Muhammad Afif Hendrawan

Vivin Ayu Lestari

Vivi Nur Wijayaningrum

Mustika Mentari

Ely Setyo Astuti

JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI MALANG
2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penyusunan buku "Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan" ini. Buku ini merupakan hasil kerja keras dan dedikasi dari tim dosen di bawah Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, yang telah mengabdikan waktu dan tenaga untuk menyediakan sumber pembelajaran yang komprehensif dan aplikatif bagi mahasiswa.

Buku ini dirancang untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai konsep dan aplikasi Sistem Pendukung Keputusan (SPK), termasuk metode-metode seperti Weighted Sum Model (WSM), Weighted Product Model (WPM), Analytic Hierarchy Process (AHP), ELECTRE, dan berbagai metode lainnya. Harapannya, buku ini tidak hanya menjadi referensi akademik tidak hanya didalam institusi saja tetapi akademisi diluar Politeknik Negeri Malang juga. selain itu kami berharap buku ini dapat menjadi panduan praktis dalam pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien di berbagai bidang.

Sebagai ketua jurusan, saya sangat mengapresiasi usaha dan kolaborasi yang dilakukan oleh seluruh tim penyusun. Saya juga berharap buku ini dapat memberikan kontribusi positif dalam proses pembelajaran dan pengembangan keilmuan di bidang teknologi informasi, khususnya dalam memahami dan menerapkan sistem pendukung keputusan.

Kritik dan saran yang konstruktif sangat kami harapkan untuk penyempurnaan buku ini di masa mendatang. Semoga buku ini bermanfaat bagi seluruh mahasiswa, dosen, dan praktisi yang tertarik dengan bidang Sistem Pendukung Keputusan.

Malang, Juli 2024

Ketua Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Malang

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT bahwa atas segala petunjuk dan ridlaNya maka "BUKU AJAR SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN" telah dapat diselesaikan dengan maksud untuk menambah bahan kuliah dalam rangka memfasilitasi mahasiswa agar mampu mengembangkan dirinya untuk mengidentifikasi, memformulasi dan menyelesaikan kasus yang membutuhkan pengambilan keputusan dari beberapa alternatif pilihan keputusan.

Seperti diketahui bahwa tujuan pembelajaran Sistem Pendukung Keputusan adalah menjadikan mahasiswa mampu memahami konsep, teknologi, model, dan aplikasi SPK, Metode *Weighted Sum Model* (WSM), Metode *Weighted Product Model* (WPM), Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), Metode *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité* (Electre), Metode *Evaluation Based On Distance From Average Solution* (EDAS), Metode *Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison* (MABAC), Konsep *Group Decision Support System* (GDSS), dan Metode Fuzzy. Adalah salah apabila mahasiswa beranggapan bahwa untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut hanya mengandalkan pada buku ajar ini, tetapi harus menggantinya dari berbagai macam sumber seperti buku teks, internet dan publikasi yang lain.

Kami berharap, buku ini dapat menjadi sumber ilmu yang bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, serta praktisi yang tertarik pada bidang sistem pendukung keputusan. Dengan demikian, dapat tercipta budaya pengambilan keputusan yang lebih baik dan berdasarkan data yang valid serta metode yang teruji.

Untuk itu kritik serta saran sangat diharapkan untuk melengkapi bahan ajar ini agar dapat mencapai tujuan pembelajaran.

Malang, Juli 2024

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENGANTAR SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN	1
1.1 Capaian Dan Tujuan Pembelajaran	1
1.2 Pengambilan Keputusan di Kehidupan Sehari-hari.....	1
1.3 Sistem Pendukung Keputusan sebagai Sebuah Sistem.....	2
1.4 Jenis-jenis Keputusan	3
1.5 Fase Pengambilan Keputusan.....	4
1.6 Kesimpulan.....	4
1.7 Latihan Soal	5
DAFTAR REFERENSI	6
BAB II Weighted Sum Model (WSM) dan Weighted Product Model (WPM)	7
2.1 Capaian dan Tujuan Pembelajaran	7
2.2 Ringkasan Materi	7
2.3 Multi-Attribute Decision Making.....	7
2.4 Weighted Sum Model (WSM).....	9
2.5 Contoh Kasus Penerapan Metode WSM	10
2.6 Weighted Product Model (WPM).....	13
2.7 Contoh Kasus Penerapan Metode WPM	14
2.8 Kesimpulan.....	17
2.9 Latihan Soal	17
DAFTAR REFERENSI	18
BAB III ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)	19
3.1 Capaian dan Tujuan Pembelajaran	19
3.2 Ringkasan Materi	19

3.3	Pengertian Analytic Hierarchy Process (AHP)	19
3.4	Kelebihan dan Kekurangan AHP	20
3.5	Langkah-langkah Penyelesaian Masalah pada Metode AHP	20
3.6	Contoh Kasus Penerapan Metode AHP	22
3.7	Kesimpulan	28
3.8	Latihan Soal	28
	DAFTAR REFERENSI	29
	BAB IV ELIMINATION AND CHOICE TRANSACTION REALITY (ELECTRE)	30
4.1	Capaian dan Tujuan Pembelajaran	30
4.2	Ringkasan Materi	30
4.3	Pengertian ELECTRE	30
4.4	Kelebihan dan Kekurangan Metode Electre	31
4.5	Langkah-Langkah Pengambilan Keputusan pada Metode Electre	31
4.6	Studi Kasus Pengambilan Keputusan dengan Metode Electre	34
4.7	Kesimpulan	42
4.8	Latihan Soal	42
	DAFTAR REFERENSI	43
	BAB V EVALUATION BASED ON DISTANCE FROM AVERAGE SOLUTION (EDAS)	44
5.1	Capaian dan Tujuan Pembelajaran	44
5.2	Ringkasan Materi	44
5.3	Metode Metode Evaluation Based On Distance From Average Solution (EDAS)	44
5.4	Kelebihan dan Kekurangan Metode EDAS	45
5.5	Langkah-Langkah Pengambilan Keputusan pada Metode EDAS	45
5.6	Studi Kasus Pengambilan Keputusan dengan Metode EDAS	47
5.7	Kesimpulan	51
5.8	Latihan Soal	52
	DAFTAR REFERENSI	53
	BAB VI MULTI-ATTRIBUTIVE BORDER APPROXIMATION AREA COMPARISON (MABAC)	54

6.1	Capaian dan Tujuan Pembelajaran	54
6.2	Ringkasan Materi	54
6.3	Pengertian Metode Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC)	54
6.4	Kelebihan dan Kekurangan Metode MABAC	54
6.5	Langkah-Langkah Pengambilan Keputusan pada Metode MABAC.....	55
6.6	Studi Kasus Pengambilan Keputusan dengan Metode MABAC	56
6.7	Kesimpulan.....	61
6.8	Latihan Soal	61
	DAFTAR REFERENSI	62
	BAB VII GROUP DECISION SUPPORT SYSTEM (GDSS)	63
7.1	Capaian dan Tujuan Pembelajaran	63
7.2	Ringkasan Materi	63
7.3	Pengertian Group Decision Support System (GDSS).....	63
7.4	Kelebihan GDSS	64
7.5	Perbandingan DSS dengan GDSS	64
7.6	Tahap-tahap Pengambilan Keputusan pada GDSS	65
7.7	Metode pemeringkatan dalam grup-grup pengambil keputusan.....	66
7.8	Studi Kasus Group Decision Support System (GDSS)	68
7.9	Kesimpulan.....	72
7.10	Latihan Soal	72
	DAFTAR REFERENSI	73
	BAB VIII FUZZY INFERENCE SYSTEM	74
8.1	Capaian dan Tujuan Pembelajaran	74
8.2	Ringkasan Materi	74
8.3	Fuzzy Inference System dan Penerapannya pada Sistem Pendukung Keputusan	74
8.4	Metode Fuzzy Tsukamoto	75
8.5	Metode Fuzzy Sugeno	75

8.6	Contoh Kasus Penerapan Metode Tsukamoto dan Metode Sugeno pada Sistem Pendukung Keputusan	76
8.7	Kesimpulan.....	89
8.8	Latihan Soal	89
	DAFTAR REFERENSI	90
	BIODATA PENULIS	91
	DAFTAR ISTILAH	93
	INDEKS	98
	DAFTAR KREDIT GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
	RINGKASAN DAN KEUNGGULAN BUKU.....	100
	Latihan Soal Bab 1.....	101
	Latihan Soal Bab 2.....	101
	Latihan Soal Bab 3.....	101
	Latihan Soal Bab 4.....	102
	Latihan Soal Bab 5.....	102
	Latihan Soal Bab 6.....	103
	Latihan Soal Bab 7.....	103
	Latihan Soal Bab 8.....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Sistem Pendukung Keputusan.....	2
Gambar 1.2 SPK sebagai sebuah sistem.....	3
Gambar 1.3 Jenis jenis keputusan.....	4
Gambar 1.4 Fase pengambilan keputusan.....	4
Gambar 2.1 Langkah – Langkah pengambilan keputusan pada MADM.....	8
Gambar 2.2 Matriks normalisasi pada MADM.....	9
Gambar 3.1 Hierarki permasalahan.....	21
Gambar 3.2 Tahapan perbandingan berpasangan.....	21
Gambar 3.3 Nilai dari RI.....	22
Gambar 3.4 Nilai RC.....	24
Gambar 4.1 Nilai bobot IPK dan Penghasilan per tahun	35
Gambar 4.2 Nilai bobot Jumlah tanggungan dan Pekerjaan orang tua.....	35
Gambar 4.3 Bobot setiap kriteria.....	35
Gambar 4.4 Konversi nilai sesuai bobot kriteria	36
Gambar 4.5 Data alternatif.....	36
Gambar 4.6 Hasil normalisasi R	37
Gambar 4.7 Normalisasi matrik	37
Gambar 4.8 Hasil perhitungan matrik concordance dan discordance	38
Gambar 4.9 Himpunan concordance	38
Gambar 4.10 Matrik concordance	39
Gambar 4.11 Matriks dominan concordance	39
Gambar 4.12 Himpunan concordance	40
Gambar 4.13 Nilai max himpunan concordance.....	40
Gambar 4.14 Matriks discordance.....	41
Gambar 4.15 Matriks dominan discordance.....	42
Gambar 4. 16 Matriks agregasi	42
Gambar 5.1 Langkah-langkah Metode EDAS	45
Gambar 5.2 Matriks Keputusan (X).....	48
Gambar 5.3 Perhitungan Average Solution (AV).....	49
Gambar 5.4 Hasil perhitungan PDA	50
Gambar 5.5 Hasil perhitungan NDA.....	50
Gambar 6.1 Langkah Langkah metode MABAC	55
Gambar 6.2 Matrik skor setiap alternatif (x).....	55

Gambar 8.1 Aturan fuzzy	77
Gambar 8.2 Rumus variable permintaan	77
Gambar 8.3 Grafik variable permintaan	77
Gambar 8.4 Permintaan setiap derjat keanggotaan	78
Gambar 8.5 Kurva keanggotaan.....	78
Gambar 8.6 Rumus himpunan fuzzy Sedikit dan Banyak	79
Gambar 8.7 Kurva himpunan fuzzy Sedikit dan Banyak	79
Gambar 8.8 Derajat keanggotaan himpunan fuzzy Sedikit dan Banyak.....	79
Gambar 8.9 Kurva keanggotaan.....	80
Gambar 8.10 Derajat keanggotaan himpunan fuzzy berkurang dan bertambah	80
Gambar 8.11 Kurva himpunan fuzzy berkurang dan bertambah	80
Gambar 8.12 Fungsi keanggotaan fuzzy turun dan naik	84
Gambar 8.13 Kurva himpunan fuzzy naik dan turun.....	85
Gambar 8.14 Derajat keanggotan himpunan fuzzy naik dan turun	85
Gambar 8.15 Kurva fungsi keanggotaan	85
Gambar 8.16 Rumus fungsi keanggotan fuzzy sedikit dan banyak	86
Gambar 8.17 Kurva keanggotaan fuzzy sedikit dan banyak	86
Gambar 8.18 Derajat keanggotaan fuzzy sedikit dan banyak	86
Gambar 8.19 Kurva keanggotaan.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nama dan bobot kriteria	10
Tabel 2.2 Matrik skor kriteria.....	11
Tabel 2.3 Skor numerik kriteria.....	11
Tabel 2.4 Keterangan pembobotan skor kriteria C1 C2 C3	11
Tabel 2.5 Keterangan pembobotan skor kriteria C5	11
Tabel 2.6 Normalisasi skor	12
Tabel 2.7 Skor kriteria untuk setiap alternatif yang sudah dikonversi	15
Tabel 2.8 Bobot kriteria	15
Tabel 2.9 Normalisasi bobot	16
Tabel 2.10 Nilai perkalian bobot setiap alternatif.....	16
Tabel 3.1 Tingkat kepentingan.....	19
Tabel 3.2 Matrik kriteria setiap alternatif	22
Tabel 3.3 Tingkat kepentingan.....	22
Tabel 3.4 Matrik perbandingan berpasangan	23
Tabel 3.5 Hasil pembagian nilai sel dengan nilai total	23
Tabel 3.6 Nilai bobot prioritas	23
Tabel 3.7 Hasil perhitungan nilai CR	23
Tabel 3.8 Hasil pembagian matrik dengan bobot prioritas	24
Tabel 3.9 Matrik perbandingan berpasangan kriteria IPK.....	25
Tabel 3.10 Bobot Prioritas	25
Tabel 3.11 Hasil perkalian matrik.....	25
Tabel 3.12 Hasil pembagian	26
Tabel 3.13 Matrik perbandingan berpasangan C1	26
Tabel 3.14 Matrik perbandingan berpasangan C2	26
Tabel 3.15 Bobot prioritas C1	27
Tabel 3.16 Bobot prioritas C2	27
Tabel 3.17 Bobot prioritas C3	27
Tabel 3.18 Bobot Evaluasi.....	27
Tabel 4.1 Tipe Normalisasi yang digunakan pada Metode Electre.....	31
Tabel 4.2 Penentuan alternatif	36
Tabel 5.1 Rumus jarak positif atau negative dari rata-rata (PDA/NDA)	46
Tabel 5.2 Kriteria yang dibutuhkan.....	47

Tabel 5.3 Bobot setiap kriteria.....	48
Tabel 5.4 Penilaian alternatif setiap kriteria	48
Tabel 6.1 Studi Kasus PT. Cefa Indonesia.....	56
Tabel 6.2 Nilai Bobot Setiap Kriteria	56
Tabel 6.3 Penilaian Alternatif Setiap Kriteria	56
Tabel 6.4 Tipe Normalisasi MABAC.....	57
Tabel 7.1 Perbandingan DSS dan GDSS.....	64
Tabel 7.2 Penilaian dari Keeua Jurusan.....	68
Tabel 7.3 Penilaian dari Kepala Bidang Akademik	68
Tabel 7.4 Penilaian dari Pembantu Rektor Bidang Kemahasiswaan	68
Tabel 7.5 Bobot dari setiap kriteria.....	69
Tabel 7.6 Skor normalisasi kriteria penilaian dari Ketua Jurusan.....	69
Tabel 7.7 Skor normalisasi kriteria penilaian dari Kepala Bidang Akademik	70
Tabel 7.8 Skor normalisasi kriteria penilaian dari Rektor Bidang Kemahasiswaan	70
Tabel 7.9 Skor preferensi penilaian dari Ketua Jurusan	70
Tabel 7.10 Skor preferensi penilaian dari Bidang Akademik.....	71
Tabel 7.11 Skor preferensi penilaian dari Rektorr Bidang Kemahasiswaan	71
Tabel 7.12 Bobot Borda dari ketiga alternatif.....	71
Tabel 7.13 Hasil perhitungan Borda.....	72

BAB I PENGANTAR SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

1.1 Capaian Dan Tujuan Pembelajaran

Setelah menempuh bab ini, mahasiswa mampu mengenal:

1. Peranan dan pengaruh pengambilan keputusan pada kehidupan sehari-hari.
2. Sistem Pendukung Keputusan sebagai Sebuah Sistem
3. Jenis-jenis Keputusan
4. Fase Pengambilan Keputusan

1.2 Pengambilan Keputusan di Kehidupan Sehari-hari

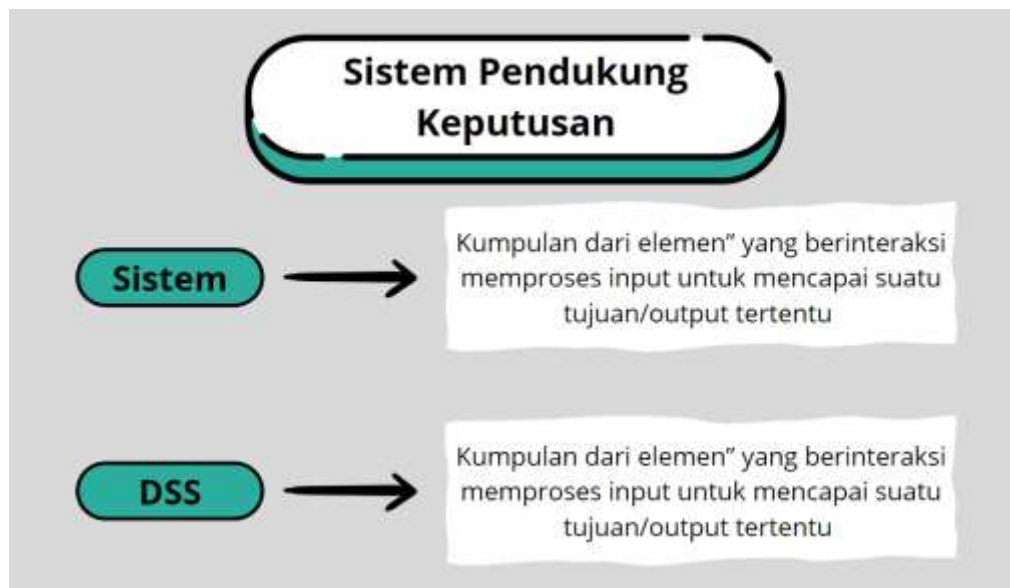
Pengambilan keputusan adalah hal yang penting dalam kehidupan manusia. Dari hal-hal sederhana seperti memilih gawai atau kendaraan, hingga yang lebih kompleks seperti pemilihan kepala daerah, setiap keputusan harus diambil dengan pertimbangan yang cermat dan melibatkan berbagai faktor penilaian. Di kehidupan sehari-hari, masalah pengambilan keputusan dapat kita temui dalam dunia bisnis, pelayanan masyarakat, hingga pemerintahan.

Keputusan adalah proses memilih yang terbaik dari banyak pilihan (Diana, 2018). Selain melibatkan banyak alternatif, proses pengambilan keputusan juga melibatkan banyak kriteria. Dalam memilih jurusan di perguruan tinggi, misalnya, seorang calon mahasiswa akan mempertimbangkan minat dan kemampuannya, biaya studi, hingga peluang kerja dari jurusan dan kampus yang akan dipilih. Ketika sebuah perusahaan manufaktur memilih kota untuk mendirikan pabrik baru, faktor biaya distribusi produk, jarak dari sumber bahan baku, hingga upah minimum di kota tersebut akan menjadi faktor yang dipertimbangkan.

Banyak pilihan dan kriteria, dan berbagai tingkat kepentingan kriteria, menambah kompleksitas dan tingkat kesulitan pada proses pengambilan keputusan. Padahal, kesalahan dalam pengambilan keputusan bisa menimbulkan berbagai masalah, dari terganggunya kepentingan banyak orang hingga kerugian bagi sebuah perusahaan. Dalam hal ini, kualitas keputusan yang diambil akan sangat bergantung pada kecakapan dan pengalaman dari pihak pengambil keputusan (*decision maker*). Oleh karena itu, sebuah Sistem Pendukung Keputusan dibutuhkan sebagai alat bantu untuk mengambil keputusan yang lebih akurat.

Sistem Pendukung Keputusan merupakan sistem interaktif berbasis perangkat lunak yang bertujuan untuk membantu pengambil keputusan (*decision maker*) mengkompilasi, menganalisa, dan memanipulasi informasi dari data mentah, dokumen-dokumen, kerangka kerja pengetahuan, dan / atau model bisnis untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah, serta menghasilkan keputusan-keputusan (Power, J. Daniel, 2004). Sistem ini mampu menyelesaikan masalah pengambilan

keputusan dengan lebih efektif, cepat, akurat, dan mengatasi faktor subjektivitas dari pengambil keputusan.



Gambar 1.1 Sistem Pendukung Keputusan

1.3 Sistem Pendukung Keputusan sebagai Sebuah Sistem

Proses pengambilan keputusan dapat dipandang sebagai suatu sistem yang terdiri dari beberapa komponen penting. Komponen utama dari Sistem Pendukung Keputusan (DSS) adalah sebagai berikut:

1. Masukan (*Input*)

Data dan informasi yang terkait dengan masalah yang akan diselesaikan adalah masukan (*input*) untuk sistem pendukung keputusan. Data dan informasi tersebut bisa berupa keadaan, gambar, suara, huruf, atau angka.

2. Proses (*Process*)

Proses mencakup semua langkah yang diambil oleh pengambil keputusan untuk membuat keputusan terbaik, seperti prosedur, alat, program, aktivitas, dan sebagainya. Pada proses pengambilan keputusan, dilakukan pemikiran mendalam oleh pengambil keputusan dan hal ini kadang diwarnai oleh subjektivitas. Manfaat sebuah Sistem Pendukung Keputusan salah satunya adalah mengatasi faktor subjektivitas tersebut sehingga menghasilkan keputusan yang lebih akurat.

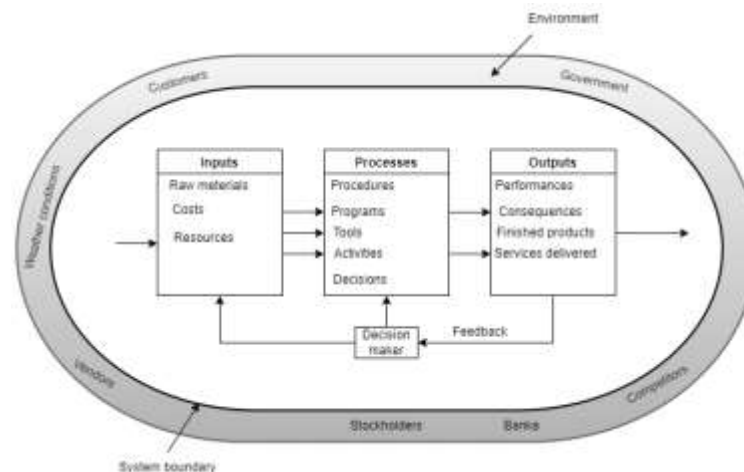
3. Keluaran (*Output*)

Keluaran yang dihasilkan oleh sistem pendukung keputusan adalah informasi yang dapat digunakan pengambil keputusan untuk membuat keputusan terbaik. Akan tetapi, sistem ini

hanya berfungsi untuk membantu tugas manusia (manajer perusahaan, pemerintah, dsb) sebagai pengambil keputusan, dan bukan menggantikannya.

4. Lingkungan (*Environment*)

Sistem Pendukung Keputusan dipisahkan dari lingkungan luar oleh batasan-batasan (*boundaries*). Lingkungan luar dapat terdiri dari, konsumen perusahaan, pemerintah dan kebijakannya, *stakeholder*, *vendor*, kompetitor, dan sebagainya.



Gambar 1.2 SPK sebagai sebuah sistem

1.4 Jenis-jenis Keputusan

Pada proses pengambilan keputusan, ada 3 jenis keputusan berdasarkan strukturnya, yaitu:

1. Keputusan Terstruktur

Keputusan terstruktur adalah keputusan yang rutin dan terjadi berulang-ulang. Pengambilan keputusan yang terstruktur tidak membutuhkan alat bantu berupa Sistem Pendukung Keputusan.

2. Keputusan Semi-terstruktur

Keputusan semi-terstruktur adalah keputusan yang sebagian dapat diambil berdasarkan langkah-langkah sebelumnya, tetapi masih membutuhkan pertimbangan yang cukup kompleks. Masalah semi-terstruktur dapat diselesaikan dengan Sistem Pendukung Keputusan.

3. Keputusan Tidak Terstruktur

Keputusan tidak terstruktur memiliki penanganan yang rumit dan tidak terjadi berulang-ulang atau sering; karena itu, mereka tidak memiliki prosedur khusus. Selain itu, sistem pendukung keputusan dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tidak terstruktur.



Gambar 1.3 Jenis jenis keputusan

1.5 Fase Pengambilan Keputusan

Fase-fase pengambilan keputusan, antara lain: (Kusrini, 2007)

1. Identifikasi masalah.
2. Pemilihan metode.
3. Pengumpulan data.
4. Implementasi model.
5. Evaluasi sisi positif dari tiap alternatif.
6. Melaksanakan solusi terpilih.



Gambar 1.4 Fase pengambilan keputusan

1.6 Kesimpulan

Sistem Pendukung Keputusan adalah sistem interaktif berbasis perangkat lunak yang bertujuan untuk membantu pengambil keputusan (*decision maker*) membuat keputusan terbaik dengan

mengkompilasi, menganalisa, dan memanipulasi informasi dari data untuk menghasilkan keputusan terbaik. Sistem ini tidak berfungsi untuk menggantikan manusia sebagai pengambil keputusan; sebaliknya, sistem ini berfungsi untuk membantu pengambil keputusan membuat keputusan terbaik.

1.7 Latihan Soal

1. Apakah yang dimaksud dengan Sistem Pendukung Keputusan?
2. Sebutkan jenis-jenis keputusan berdasarkan strukturnya!
3. Sebutkan fase-fase pengambilan keputusan pada sebuah Sistem Pendukung Keputusan!

DAFTAR REFERENSI

- Diana. 2018. *Metode dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish
- Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Marakas, George M. 2003. *Decision Support System in the 21st Century*. 2nd Edition. New Jersey, USA: Prentice Hall
- Power, J. Daniel. 2004. *Decision Support Systems Frequently Asked Questions*. New England, USA: iUniverse, Inc
- Sprague, Ralph, H & Hugh, J. Watson. 1993. *Decision Support Systems*. New Jersey, USA: Prentice Hall Inc.
- Turban, Efraim & Aronson, Jay E. 2007. *Decision Support System and Intelligent Systems*. 8th edition. New Jersey, USA: Prentice Hall

BAB II Weighted Sum Model (WSM) dan Weighted Product Model (WPM)

2.1 Capaian dan Tujuan Pembelajaran

Setelah menempuh bab ini, mahasiswa mampu memahami:

1. Konsep Dasar Metode *Weighted Sum Model* (WSM) dan *Weighted Product Model* (WPM).
2. Penerapan Metode *Weighted Sum Model* (WSM) dan *Weighted Product Model* (WPM) dalam contoh kasus sederhana.

2.2 Ringkasan Materi

Metode *Weighted Sum Model* (WSM) dan *Weighted Product Model* (WPM) adalah salah satu contoh dari metode *Multi-Attribute Decision Making* (MADM) yang paling sederhana. Logika dasar metode WSM adalah memperoleh jumlah peringkat kinerja terbobot untuk masing-masing alternatif pada semua atribut. Berbeda dengan metode WSM, metode WPM menghitung skor preferensi masing-masing alternatif melalui perkalian terbobot.

2.3 Multi-Attribute Decision Making

Multi-attribute Decision Making (MADM) merupakan bagian dari Multi-Criteria Decision Making (MCDM) atau Pengambilan Keputusan Multikriteria. MADM berfungsi untuk menyelesaikan masalah pengambilan keputusan yang melibatkan objek diskrit. MADM mengasumsikan bahwa terdapat satu set alternatif dengan sejumlah atribut yang harus dievaluasi dan dianalisa oleh pengambil keputusan. Tujuan dari MADM adalah untuk menemukan alternatif yang paling baik, atau untuk mengurutkan alternatif-alternatif yang layak untuk mendukung pengambilan keputusan (Ding, 2016).

Langkah-langkah pengambilan keputusan pada MADM, antara lain:

1. Memahami konteks dan tujuan dari pengambilan keputusan.
2. Menentukan alternatif-alternatif yang akan dipilih ($A = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_i)$).
3. Menentukan kriteria-kriteria pengambilan keputusan ($C = (c_1, c_2, c_3, \dots, c_j)$).
4. Menentukan skor dari masing-masing kriteria untuk setiap alternatif dalam sebuah matrik keputusan atau pairwise matrix (S).
5. Mengubah tiap skor pada matrik keputusan dalam skala normalisasi.
6. Menentukan bobot dari setiap kriteria (w).
7. Menghitung skor akhir masing-masing alternatif dengan metode pengambilan keputusan tertentu (misalnya: WSM, AHP, ANP, dan sebagainya).
8. Uji sensitivitas untuk mengetahui perubahan perangkungan bila dilakukan perubahan pada bobot tiap kriteria.

Langkah – langkah Pengambilan Keputusan pada MADM

1. Memahami konteks dan tujuan dari pengambilan keputusan.
2. Menentukan alternatif-alternatif yang akan dipilih ($A = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_i)$).
3. Menentukan kriteria – kriteria pengambilan keputusan ($C = (c_1, c_2, c_3, \dots, c_j)$).
4. Menentukan skor dari masing-masing kriteria untuk setiap alternatif dalam sebuah matriks keputusan atau pairwise matrix (S).
5. Mengubah tiap skor pada matriks keputusan dalam skala normalisasi.
6. Menentukan bobot dari setiap kriteria (w).
7. Menghitung skor akhir masing-masing alternatif dengan metode pengambilan keputusan tertentu (misalnya: SAW, AHP, ANP, dan sebagainya).
8. Uji sensitivitas untuk mengetahui perubahan perankingan bila dilakukan perubahan pada bobot tiap kriteria.

Gambar 2.1 Langkah – Langkah pengambilan keputusan pada MADM

Kriteria pengambilan keputusan yang digunakan pada MADM sangat bervariasi dan diukur dalam satuan yang berbeda. Untuk itu, dibutuhkan metode normalisasi untuk mengubah skor tiap kriteria pada tiap alternatif ke dalam skala normalisasi.

Metode yang biasa digunakan, antara lain:

1. $r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sum S_{ij}}$
2. $r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\max_i(S_{ij})}$
3. $r_{ij} = \frac{\min_i(S_{ij})}{S_{ij}}$
4. $r_{ij} = \frac{S_{ij} - \min_i(S_{ij})}{\max_i(S_{ij}) - \min_i(S_{ij})}$

Keterangan:

r_{ij} : skor normalisasi untuk alternatif i pada kriteria j

S_{ij} : skor untuk alternatif i pada kriteria j sebelum dinormalisasi

Adapun jenis rumus normalisasi lain ditunjukkan pada Gambar 2.2 dibawah ini.

Matriks Normalisasi pada MADM

Type Normalisasi	Benefit Attribute	Cost Attribute
Simple	$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\max(S_j)}$	$r_{ij} = \frac{\min(S_j)}{S_{ij}}, S_{ij} > 0$
Nijkamp's	$r_{ij} = 1 - \frac{\max(S_j) - S_{ij}}{\max(S_j) - \min(S_j)}$	$r_{ij} = 1 - \frac{S_{ij} - \min(S_j)}{\max(S_j) - \min(S_j)}$
Liner Max	$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\max(S_j)}$	$r_{ij} = 1 - \frac{S_{ij}}{\max(S_j)}$
Liner Max Min	$r_{ij} = \frac{S_{ij} - \min(S_j)}{\max(S_j) - \min(S_j)}$	$r_{ij} = \frac{\max(S_j) - S_{ij}}{\max(S_j) - \min(S_j)}$
Liner Sum	$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sum_1^m S_{ij}}$	$r_{ij} = \frac{1/S_{ij}}{\sum_1^m 1/S_{ij}}$
Vector Normalization	$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sqrt{\sum_1^m S_{ij}^2}}$	$r_{ij} = 1 - \frac{s_{ij}}{\sqrt{\sum_1^m s_{ij}^2}}$

Gambar 2.2 Matriks normalisasi pada MADM

Sedangkan jenis-jenis metode yang digolongkan ke dalam MADM, antara lain:

1. *Weighted Sum Model (WSM)*
2. *Weighted Product Model (WPM)*
3. *The Analytical Hierarchy Process (AHP)*
4. *Elimination et Choice Translating Reality (ELECTRE)*
5. *Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution (TOPSIS)*
6. *The Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)*
7. *Analytic Network Process (ANP)*

Pada bab ini kita akan membahas dua dari metode-metode yang tergolong ke dalam MADM, yaitu *Weighted Sum Model (WSM)* dan *Weighted Product Model (WPM)*.

2.4 Weighted Sum Model (WSM)

Metode WSM adalah salah satu contoh dari metode MADM yang paling sederhana. Logika dasar metode WSM adalah memperoleh jumlah peringkat kinerja terbobot untuk masing-masing alternatif pada semua atribut (Adriyendi, 2015). Metode WSM membutuhkan normalisasi matrik keputusan X ke dalam suatu skala ternormalisasi menggunakan persamaan (Melia, 2016):

1. Atribut Benefit :

$$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\max_i(S_{ij})}$$

2. Atribut Cost :

$$r_{ij} = \frac{\min_i(S_{ij})}{S_{ij}}$$

Keterangan:

- R_{ij} : skor ternormalisasi untuk kriteria j pada alternatif i
 S_{ij} : skor kriteria j pada alternatif i sebelum dinormalisasikan
 i : alternatif
 j : kriteria

Persamaan dasar dari Metode WSM adalah:

$$V_i = \sum_{j=1}^M w_j r_{ij} \quad , i = 1, 2, 3, \dots, N$$

Keterangan:

- V_i : skor akhir alternatif i
 w_j : bobot masing-masing kriteria
 r_{ij} : skor ternormalisasi untuk alternatif i pada masing-masing kriteria
 M : jumlah kriteria
 N : jumlah alternatif

2.5 Contoh Kasus Penerapan Metode WSM

Akan dibuat sebuah Sistem Pendukung Keputusan untuk memilih jurusan perguruan tinggi untuk calon mahasiswa dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 2.1 Nama dan bobot kriteria

Kriteria	Bobot Kriteria
Kesesuaian dengan bakat dan minat (C1)	30
Akreditasi kampus (C2)	20
Peluang kerja (C3)	20
UKT (C4)	20
Biaya hidup (C5)	10

Kriteria C1, C2, dan C3 adalah atribut benefit (*benefit attribute*), sedangkan kriteria C4 dan C5 adalah atribut cost (*cost attribute*).

Ada 3 buah alternatif yang akan diseleksi, yaitu Jurusan 1, Jurusan 2, dan Jurusan 3. Skor dari tiap kriteria untuk tiap alternatif secara deskriptif disajikan dalam matrik di bawah ini:

Tabel 2.2 Matrik skor kriteria

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
Jurusan 1	Kurang	Baik	Baik	5000000	Rendah
Jurusan 2	Baik	Sedang	Sedang	4000000	Sedang
Jurusan 3	Sedang	Sangat Baik	Baik	6500000	Tinggi

Setelah dikonversi menjadi skor numerik, matrik di atas berubah menjadi matrik keputusan (Matrik X) yang siap digunakan dalam perhitungan, yaitu:

Tabel 2.3 Skor numerik kriteria

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
Jurusan 1	2	4	4	5000000	3
Jurusan 2	4	3	3	4000000	2
Jurusan 3	3	5	4	6500000	1

Konversi nilai di atas dilakukan berdasarkan pembobotan skor deskriptif ke dalam nilai numerik. Pembobotan skor untuk kriteria C1, C2, dan C3 adalah:

Tabel 2.4 Keterangan pembobotan skor kriteria C1 C2 C3

Sangat Kurang	5
Kurang	4
Sedang	3
Baik	2
Sangat Baik	1

Pembobotan skor untuk kriteria C5 adalah:

Tabel 2.5 Keterangan pembobotan skor kriteria C5

Tinggi	1
Sedang	2
Rendah	3

Karena skor dari C4 sudah berupa nilai numerik, maka tidak diperlukan pembobotan skor.

Langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi skor dari matrik X. Persamaan yang digunakan pada tahap ini adalah:

1. Attribut Benefit :

$$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\max_i(S_{ij})}$$

2. Attribut Cost :

$$r_{ij} = \frac{\min_i(S_{ij})}{S_{ij}}$$

Keterangan:

R_{ij} : skor ternormalisasi untuk kriteria j pada alternatif i

S_{ij} : skor kriteria j pada alternatif i sebelum dinormalisasikan

i : alternatif

j : kriteria

Contoh perhitungan skor ternormalisasi untuk skor kriteria C1 pada alternatif Jurusan 1 adalah sebagai berikut:

$$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\max_i(S_{ij})}$$

$$r_{11} = \frac{2}{\max(2,4,3)}$$

$$= \frac{2}{4} = 0.5$$

Hasil normalisasi skor pada Matrik X dapat dilihat pada matrik di bawah ini:

Tabel 2.6 Normalisasi skor

	C1	C2	C3	C4	C5
Jurusan 1	0,5	0,8	1	0,8	0,33333
Jurusan 2	1	0,6	0,75	1	0,5
Jurusan 3	0,75	1	1	0,61539	1

Setelah itu, skor preferensi (V) dari alternatif Jurusan 1, 2, dan 3 dihitung berdasarkan persamaan dasar Metode WSM. Di bawah ini adalah contoh perhitungan skor preferensi untuk alternatif Jurusan 1, Jurusan 2, dan Jurusan 3:

$$V_i = \sum_{j=1}^M w_j \times r_{ij}$$

$$V_1 = \sum_{j=1}^5 w_j \times r_{1j}$$

$$\begin{aligned}
&= (0,5 \times 30) + (0,8 \times 20) + (1 \times 20) + (0,8 \times 20) + (0,333 \times 10) \\
&= 15 + 16 + 20 + 16 + 3,33 \\
&= 70,33
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_2 &= \sum_{j=1}^5 w_j \times r_{2j} \\
&= (1 \times 30) + (0,6 \times 20) + (0,75 \times 20) + (1 \times 20) + (0,5 \times 10) \\
&= 30 + 12 + 15 + 20 + 5 \\
&= 82
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_3 &= \sum_{j=1}^5 w_j \times r_{1j} \\
&= (0,75 \times 30) + (1 \times 20) + (1 \times 20) + (0,615 \times 20) + (1 \times 10) \\
&= 22,5 + 20 + 20 + 12,3 + 10 \\
&= 84,8
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dengan Metode WSM di atas, alternatif yang memiliki skor tertinggi adalah Jurusan 3, dengan skor akhir **84,8**. Oleh karena itu, **Jurusan 3** adalah alternatif yang terbaik menurut Metode WSM.

2.6 Weighted Product Model (WPM)

Berbeda dengan metode WSM, metode *Weighted Product Model (WPM)* menghitung skor preferensi masing-masing alternatif melalui perkalian terbobot. Metode WPM adalah salah satu metode yang sederhana dengan perkalian untuk menghubungkan rating atribut, di mana skor setiap atribut harus dipangkatkan dengan bobot atribut yang bersangkutan (Nofriansyah, 2017). Pada metode ini, normalisasi dilakukan pada bobot masing-masing kriteria dengan persamaan:

$$w_k = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j}$$

Keterangan:

w_j = bobot kriteria sebelum dinormalisasi

w_k = bobot kriteria setelah dinormalisasi

i = alternatif

j = kriteria

n = banyaknya kriteria

Selanjutnya, dilakukan perkalian terbobot dari skor tiap kriteria pada masing-masing alternatif. Bobot yang digunakan adalah bobot yang sudah dinormalisasi pada langkah sebelumnya. Untuk *benefit attribute*, bobot ternormalisasi bernilai positif, sedangkan untuk *cost attribute* bernilai negatif.

$$S_i = \prod_{j=1}^n X_{ij}^{w_j} ; i = 1, 2, \dots, m$$

Nilai akhir atau skor preferensi (V_i) dihitung berdasarkan persamaan di bawah ini:

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

Keterangan:

- S_i : nilai preferensi alternatif, dianalogikan dengan vektor S
- V_i : nilai preferensi alternatif akhir, dianalogikan dengan vektor V
- X : skor alternatif untuk masing-masing kriteria, bernilai positif untuk atribut benefit dan negatif untuk atribut cost
- w_j : bobot kriteria sebelum dinormalisasi
- w_k : bobot kriteria setelah dinormalisasi
- i : alternatif
- j : kriteria
- m : banyaknya alternatif
- n : banyaknya kriteria

2.7 Contoh Kasus Penerapan Metode WPM

Pada contoh kasus sebelumnya digunakan metode WSM untuk menghitung skor akhir tiap alternatif. Sekarang kita akan menggunakan studi kasus yang sama untuk menjabarkan langkah-langkah perhitungan skor akhir alternatif dengan Metode WPM.

Di bawah ini adalah Matrik X yang berisi skor tiap kriteria untuk masing-masing alternatif yang sudah dikonversi ke dalam nilai numerik.

Tabel 2.7 Skor kriteria untuk setiap alternatif yang sudah dikonversi

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
Jurusan 1	2	4	4	5000000	3
Jurusan 2	4	3	3	4000000	2
Jurusan 3	3	5	4	6500000	1

Bobot tiap kriteria yang digunakan ditampilkan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 2.8 Bobot kriteria

Kriteria	Bobot Kriteria
Kesesuaian dengan bakat dan minat (C1)	30
Akreditasi kampus (C2)	20
Peluang kerja (C3)	20
UKT (C4)	20
Biaya hidup (C5)	10

Bobot kriteria di atas harus dinormalisasi terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan:

$$w_k = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j}$$

Keterangan:

w_j = bobot kriteria sebelum dinormalisasi

w_k = bobot kriteria setelah dinormalisasi

i = alternatif

j = kriteria

n = banyaknya kriteria

Contoh perhitungan bobot ternormalisasi pada kriteria C1 dan C2 adalah sebagai berikut:

$$w_k = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^m w_j}$$

$$w_1 = \frac{30}{30+20+20+20+10} = 0,3$$

$$w_2 = \frac{20}{30+20+20+20+10} = 0,2$$

Bobot ternormalisasi dari setiap kriteria ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.9 Normalisasi bobot

Kriteria	Bobot Kriteria	Bobot Ternormalisasi
Kesesuaian dengan bakat dan minat (C1)	30	0,3
Akreditasi kampus (C2)	20	0,2
Peluang kerja (C3)	20	0,2
UKT (C4)	20	0,2
Biaya hidup (C5)	10	0,1

Selanjutnya, kita akan menghitung nilai perkalian terbobot S_i dari tiap alternatif. Contoh perhitungan nilai perkalian terbobot untuk alternatif Jurusan 1 adalah:

$$S_1 = 2^{0,3} \times 4^{0,2} \times 4^{0,2} \times 5000000^{-0,2} \times 3^{-0,1} \\ = 0,0878$$

Nilai perkalian terbobot dari masing-masing alternatif adalah:

Tabel 2.10 Nilai perkalian bobot setiap alternatif

Alternatif	S_i
Jurusan 1	0,0878
Jurusan 2	0,10494
Jurusan 3	0,10984

Langkah terakhir adalah menghitung skor preferensi masing-masing alternatif (V_i), yaitu:

$$V_1 = \frac{0,0878}{0,0878+0,10494+0,10984} = 0,29023$$

$$V_2 = \frac{0,10494}{0,0878+0,10494+0,10984} = 0,34679$$

$$V_3 = \frac{0,10984}{0,0878+0,10494+0,10984} = 0,36298$$

Berdasarkan perhitungan dengan Metode WPM, skor tertinggi didapatkan oleh alternatif **Jurusan 3**, yaitu dengan skor **0,36298**.

2.8 Kesimpulan

Metode Weighted Sum Model (WSM) dan *Weighted Product Model (WPM)* termasuk ke dalam *Multi-attribute Decision Making (MADM)*. Metode SAW menggunakan penjumlahan terbobot untuk menghitung skor preferensi dari masing-masing alternatif, sedangkan Metode WP menggunakan perkalian terbobot.

2.9 Latihan Soal

1. Apakah yang dimaksud dengan *Multi-attribute Decision Making (MADM)*?
2. Mengapa pada MADM diperlukan tahap normalisasi skor?
3. Sebutkan persamaan dasar dari Metode WSM!
4. Apakah perbedaan antara Metode WSM dan WPM?

DAFTAR REFERENSI

- Adriyendi. (2015). Multi-Attribute Decision Making Using Simple Additive Weighting and Weighted Product in Food Choice. *Information Engineering and Electronic Business*, Vol. 6, Page 8-14
- Ding, T., Liang, L., Min, Y., & Wu, H. (2016). Multiple Attribute Decision Making Based on Cross-Evaluation with Uncertain Decision Parameters. *Mathematical Problems In Engineering*, Vol. 2016
- Melia, Y. (2016). Multi Attribute Decision Making Using Simple Additive Weighting and Weighted Product in Investment. *International Academic Institute for Science and Technology*, Vol. 3, No. 7, Page 1-15
- Nofriansyah, D. & Defit, S. 2017. *Multi Criteria Decision Making (MCDM) pada Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish

BAB III ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

3.1 Capaian dan Tujuan Pembelajaran

Setelah menempuh bab ini, mahasiswa mampu mengenal:

1. Mahasiswa Mengetahui tahapan-tahapan pemeringkatan dengan metode AHP
2. Mahasiswa mampu mencari nilai *eigenvector* pada matriks antar kriteria AHP.
3. Mahasiswa mampu mencari nilai *eigenvector* pada matriks antar alternatif pada setiap kriteria metode AHP.
4. Mahasiswa mampu mencari bobot akhir yang akan diurutkan sebagai luaran AHP.
5. Penerapan Metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dalam contoh kasus sederhana.

3.2 Ringkasan Materi

Bab ini berisi gambaran secara umum tentang Metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dalam Sistem Pendukung Keputusan. AHP adalah metode pemecahan permasalahan yang kompleks yang mewakili pemikiran alamiah yang cenderung mengelompokkan elemen sistem ke level-level yang berbeda. Pada metode ini, bobot dari kriteria-kriteria dan skor tiap alternatif yang digunakan dihitung berdasarkan Matrik Perbandingan Berpasangan (*pairwis matrix*).

3.3 Pengertian Analytic Hierarchy Process (AHP)

AHP digunakan baik oleh individu maupun kelompok pengambilan keputusan di bidang bisnis, industri, dan pemerintahan, terutama berlaku untuk masalah multipartai dan multikriteria (Diana, 2018). Metode AHP adalah metode yang unik karena bobot dari kriteria-kriteria dan skor tiap alternatif yang digunakan tidak ditentukan di awal, melainkan dihitung berdasarkan Matrik Perbandingan Berpasangan (*pairwis matrix*). Nilai dari matrik perbandingan berpasangan ditentukan berdasarkan nilai tingkat kepentingan yang sudah disepakati, yaitu (Nofriansyah, 2017):

Tabel 3.1 Tingkat kepentingan

Nilai Kepentingan	Keterangan
1	Sama penting
3	Cukup penting (1 level lebih penting dibanding kriteria/alternatif lainnya)
5	Lebih penting (2 level lebih penting dibanding kriteria/alternatif lainnya)
7	Sangat lebih penting (3 level lebih penting dibanding kriteria/alternatif lainnya)
9	Mutlak lebih penting (4 level lebih penting dibanding kriteria/alternatif lainnya)

Untuk menerapkan metode AHP, suatu masalah harus terlebih dahulu dipecah ke dalam komponennya masing-masing. Setelah komponen-komponen tersebut tersusun berdasarkan skala prioritasnya, selanjutnya diberi nilai dalam bentuk angka pada setiap bagian yang menunjukkan penilaian subjektif terhadap relatif pentingnya setiap bagian itu (Kustitunto et. Al, 2001).

Pada metode ini, kita juga dapat mengetahui nilai rasio konsistensi (λ_{CR}) dari Matrik Perbandingan Berpasangan yang digunakan. Hal ini penting untuk mengetahui apakah nilai tingkat kepentingan yang dimasukkan sudah konsisten atau belum. Nilai dari rasio konsistensi tidak boleh lebih dari 0,1 atau 10%. Apabila nilainya lebih dari batas yang ditentukan, maka perlu dilakukan perbaikan pada matrik perbandingan berpasangan.

3.4 Kelebihan dan Kekurangan AHP

Metode AHP memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

1. AHP memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan sistem secara deduktif.
2. AHP mewakili pemikiran alamiah yang cenderung mengelompokkan elemen sistem ke level-level yang berbeda.
3. AHP menyediakan skala pengukuran dan metode untuk mendapatkan bobot tiap kriteria dan alternatif berdasarkan skala prioritas.
4. AHP mempertimbangkan konsistensi dalam penilaian yang digunakan, yaitu melalui nilai rasio konsistensi.
5. AHP memiliki fleksibilitas untuk diterapkan bersama metode lain, seperti *Linear Programming*, *Fuzzy Logic*, dan sebagainya (Vaidya, 2004).

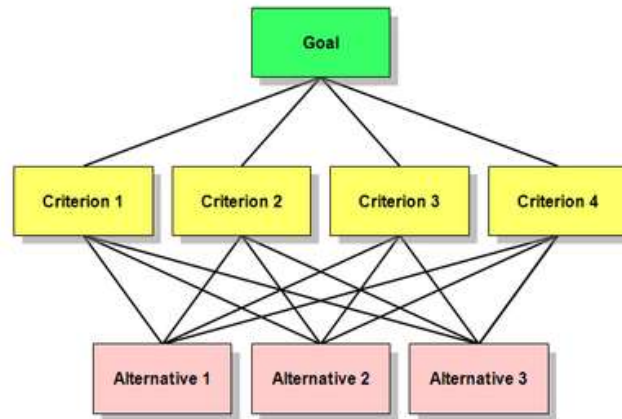
Disamping kelebihan-kelebihan tersebut, metode ini juga memiliki kekurangan, yaitu:

1. Tingkat keakuratan dari metode ini bergantung pada penentuan nilai tingkat kepentingan pada matrik perbandingan berpasangan sehingga sangat bergantung dari persepsi manusia terhadap masalah yang akan diselesaikan.
2. Tidak ada pengujian statistik terhadap hasil keputusan yang dihasilkan.

3.5 Langkah-langkah Penyelesaian Masalah pada Metode AHP

Langkah-langkah penyelesaian masalah pada Metode AHP dapat diuraikan sebagai berikut (Vaidya et. al, 2004):

1. Mengidentifikasi masalah yang akan diselesaikan dengan Metode AHP.
2. Menguraikan pelaku, tujuan, dan hasil yang diharapkan dalam pengambilan keputusan.
3. Menyusun hierarki dari permasalahan yang dihadapi.



Gambar 3.1 Hierarki permasalahan

4. Melakukan perbandingan berpasangan antar masing-masing kriteria dan antar masing-masing alternatif. Hasil dari langkah ini adalah sebuah Matrik Perbandingan Berpasangan. Nilai tingkat kepentingan ditentukan berdasarkan Tabel 3.1 pada bagian sebelumnya.

Tahapan-tahapan Perbandingan Berpasangan

Perbandingan dilakukan berpasangan antara masing-masing **criteria** dan juga masing-masing **alternatif**.

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

Gambar 3.2 Tahapan perbandingan berpasangan

5. Penentuan bobot prioritas, yaitu:
 - a. Membagi setiap nilai sel dengan jumlah setiap kolom yang bersesuaian.
 - b. Jumlahkan dan reratakan setiap barisnya.
 - c. Rata-rata menunjukkan nilai *Priority Weight* untuk setiap baris yang bersangkutan.

Selain itu, dilakukan perhitungan *Consistency Ratio* (CR), yaitu:

- a. Mengalikan matrik dengan prioritas bersesuaian
- b. Membagi hasil dari perhitungan diatas dengan *Priority Weight*
- c. Menghitung λ_{maks} (Jumlah dari perkalian diatas dibagi dengan jumlah elemen)
- d. Menghitung Indeks Konsistensi, yaitu:

$$CI = (\lambda_{maks} - N) / (N - 1)$$

- e. Menghitung *Consistency Ratio* = CI/RC

Nilai dari RI dapat ditentukan berdasarkan tabel berikut:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RC	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

Gambar 3.3 Nilai dari RI

- f. Jika *Consistency Ratio* ≤ 0.1 , hasil perhitungan data dapat dibenarkan
6. Apabila nilai *Consistency Ratio* kurang dari 0.1, maka pengambilan keputusan bisa dilakukan berdasarkan hasil yang didapatkan dengan metode ini. Bila tidak, langkah 4 dan 5 diulangi untuk memperoleh hasil yang lebih baik.

3.6 Contoh Kasus Penerapan Metode AHP

Berikut ini adalah contoh penerapan Metode AHP pada seleksi mahasiswa yang akan mendapatkan beasiswa. Ada 3 mahasiswa yang akan diseleksi, yaitu Joko, Budi, dan Santi. Kriteria yang digunakan antara lain IPK, gaji orang tua, dan rekening listrik. Data IPK, gaji orang tua, dan rekening listrik dari ketiga mahasiswa tersebut, yaitu:

Tabel 3.2 Matrik kriteria setiap alternatif

	IPK	Gaji Ortu	Rek Listrik
Joko	3,7	1000000	100000
Budi	2,5	500000	200000
Santi	3	2000000	200000

1. Menentukan Nilai Tingkat Kepentingan antar Kriteria

Pada Metode AHP, kita terlebih dahulu harus menentukan nilai tingkat kepentingan antar kriteria. Nilai tingkat kepentingan dapat diperoleh dari tabel di bawah ini:

Tabel 3.3 Tingkat kepentingan

Nilai Kepentingan	Keterangan
1	Sama penting
3	Cukup penting (1 level lebih penting dibanding kriteria/alternatif lainnya)
5	Lebih penting (2 level lebih penting dibanding kriteria/alternatif lainnya)
7	Sangat lebih penting (3 level lebih penting dibanding kriteria/alternatif lainnya)
9	Mutlak lebih penting (4 level lebih penting dibanding kriteria/alternatif lainnya)

Nilai tingkat kepentingan yang sudah ditentukan disusun ke dalam sebuah Matrik Perbandingan Berpasangan di bawah ini:

Tabel 3.4 Matrik perbandingan berpasangan

	IPK	Gaji Orang Tua	Rek. Listrik
IPK	1	7	3
Gaji Orang Tua	0,142857143	1	0,2
Rek. Listrik	0,333333333	5	1
Total	1,476190476	13	4,2

Pada tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai tingkat kepentingan antar kriteria yang sama bernilai 1. Nilai tingkat kepentingan antar kriteria yang lain, dapat bernilai antara 0,111 hingga 9. Tingkat kepentingan yang bernilai di bawah 1 menunjukkan bahwa suatu kriteria kurang penting dibandingkan kriteria satunya. Sebaliknya, bila tingkat kepentingan bernilai di atas 1, maka kriteria tersebut lebih penting daripada kriteria lainnya.

2. Menghitung Bobot Prioritas Masing-masing Kriteria

Selanjutnya, bobot prioritas masing-masing kriteria dihitung berdasarkan langkah-langkah berikut ini:

- Membagi setiap nilai sel dengan nilai total dari setiap kolom yang bersesuaian. Hasil dari langkah ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.5 Hasil pembagian nilai sel dengan nilai total

	IPK	Gaji Orang Tua	Rek. Listrik
IPK (C1)	0,677419	0,538462	0,714286
Gaji Orang Tua (C2)	0,096774	0,076923	0,047619
Rek. Listrik (C3)	0,225806	0,384615	0,238095

- Jumlahkan dan reratakan setiap barisnya, sehingga diperoleh nilai seperti tabel berikut ini. Rata-rata menunjukkan nilai bobot prioritas untuk setiap baris yang bersangkutan.

Tabel 3.6 Nilai bobot prioritas

Kriteria	Bobot Prioritas
C1	0,643389
C2	0,073772
C3	0,282839

3. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *Consistency Ratio* (CR), yaitu:

- Melakukan perkalian antara Matrik Perbandingan Berpasangan dan matrik bobot prioritas. Karena matrik yang terlibat dalam perhitungan berdimensi 3x3 dan 3x1, maka matrik yang dihasilkan berdimensi 3x1. Matrik yang dihasilkan pada langkah ini yaitu:

Tabel 3.7 Hasil perhitungan nilai CR

Kriteria	Perkalian Matrik
----------	------------------

C1	2,008311
C2	0,222253
C3	0,866163

- b. Membagi hasil dari perhitungan diatas dengan Bobot Prioritas yang diperoleh dari tahapan sebelumnya sehingga didapatkan nilai:

Tabel 3.8 Hasil pembagian matrik dengan bobot prioritas

Kriteria	P.Matrik/Bobot
C1	3,121456994
C2	3,012691633
C3	3,062386854

- c. Menghitung λ_{maks} dengan cara menghitung rata-rata dari nilai yang didapatkan pada tahap sebelumnya, yaitu:

$$\lambda_{maks} = \frac{3,12146+3,01269+3,06238}{3} = 3,065512$$

- d. Menghitung Indeks Konsistensi, yaitu:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - N}{N - 1}$$

$$= \frac{3,065512 - 3}{3 - 1} = 0,032756$$

- e. Menghitung *Consistency Ratio*, dengan persamaan:

$$CR = \frac{CI}{RC}$$

$$= \frac{0,032756}{0,58} = 0,056476$$

Nilai RC diperoleh dari tabel di bawah ini:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RC	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

Gambar 3.4 Nilai RC

Karena jumlah kriteria adalah 3, maka nilai RC adalah 0,58. Dari perhitungan di atas, diperoleh nilai CR sebesar 0,056476, Karena nilai *Consistency Ratio* di bawah 0,1, maka Matrik Perbandingan Berpasangan pada perhitungan ini sudah benar.

4. Selanjutnya, kita perlu menghitung Bobot Prioritas masing-masing alternatif pada tiap kriteria yang digunakan dengan menggunakan langkah 1 hingga 3 yang sudah dilakukan sebelumnya, antara lain:

- a. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan yang berisi nilai tingkat kepentingan antar alternatif untuk setiap kriteria. Sebagai contoh, Matrik Perbandingan Berpasangan untuk kriteria IPK adalah sebagai berikut:

Tabel 3.9 Matrik perbandingan berpasangan kriteria IPK

IPK	Joko	Budi	Santi
Joko	1	7	5
Budi	0,142857143	1	0,333333333
Santi	0,2	3	1
Total	1,342857143	11	6,333333333

- b. Selanjutnya, bobot prioritas masing-masing alternatif dihitung sebagaimana bagian sebelumnya, yaitu:

- 1) Bagi setiap nilai sel dengan nilai total dari setiap kolom yang bersesuaian.
- 2) Jumlahkan dan reratakan setiap barisnya. Rata-rata tersebut menunjukkan nilai Bobot Prioritas (*Priority Weight*) untuk setiap baris yang bersangkutan.

Tabel 3.10 Bobot Prioritas

Alternatif	Bobot Prioritas
Joko	0,723506
Budi	0,083308
Santi	0,193186

5. Hitung nilai *Consistency Ratio* (CR) untuk tiap kriteria, dengan cara:
- a. Melakukan perkalian antara Matrik Perbandingan Berpasangan dan matrik bobot prioritas. Karena matrik yang terlibat dalam perhitungan berdimensi 3x3 dan 3x1, maka matrik yang dihasilkan berdimensi 3x1. Matrik yang dihasilkan pada langkah ini yaitu:

Tabel 3.11 Hasil perkalian matrik

Kriteria	Perkalian Matrik
Joko	2,272592
Budi	0,251061
Santi	0,587811

- b. Bagi hasil dari perhitungan diatas dengan Bobot Prioritas yang diperoleh dari tahapan sebelumnya sehingga didapatkan nilai:

Tabel 3.12 Hasil pembagian

Kriteria	Perkalian Matrik/Bobot
Joko	3,141081563
Budi	3,01365532
Santi	3,042719129

- c. Menghitung λ_{maks} dengan cara menghitung rata-rata dari nilai yang didapatkan pada tahap sebelumnya, yaitu:

$$\lambda_{maks} = \frac{3,14108+3,01366+3,04272}{3} = 3,06582$$

- d. Menghitung Indeks Konsistensi, yaitu:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - N}{N-1}$$

$$= \frac{3,0658-3}{3-1} = 0,063399$$

- e. Menghitung Rasio Konsistensi, dengan persamaan:

$$CR = \frac{CI}{RC}$$

$$= \frac{0,0329}{0,58} = 0,05674$$

Karena *Consistency Ratio* (CR) pada perhitungan di atas bernilai kurang dari 0,1 , maka Matrik Perbandingan Berpasangan pada perhitungan ini sudah benar. Ulangi langkah 1 hingga 4 untuk kriteria Gaji Orang Tua (C1) dan Rekening Listrik (C2).

Contoh Matrik Perbandingan Berpasangan untuk kriteria C1 dan C2 adalah:

Tabel 3.13 Matrik perbandingan berpasangan C1

Gaji Orang Tua	Joko	Budi	Santi
Joko	1	0,2	4
Budi	5	1	9
Santi	0,25	0,11111111	1
Total	6,25	1,31111111	14

Tabel 3.14 Matrik perbandingan berpasangan C2

Rek. Listrik	Joko	Budi	Santi
Joko	1	6	6
Budi	0,16666667	1	1
Santi	0,16666667	1	1
Total	1,33333333	8	8

Apabila proses perhitungan sudah benar, akan diperoleh nilai bobot prioritas berikut ini untuk masing-masing kriteria:

1. Kriteria IPK (C1)

Tabel 3.15 Bobot prioritas C1

Alternatif	Bobot Prioritas
Joko	0,723506
Budi	0,083308
Santi	0,193186

2. Kriteria Gaji Orang Tua (C2)

Tabel 3.16 Bobot prioritas C2

Alternatif	Bobot Prioritas
Joko	0,199419
Budi	0,73519
Santi	0,065391

3. Kriteria Rekening Listrik (C3)

Tabel 3.17 Bobot prioritas C3

Alternatif	Bobot Prioritas
Joko	0,75
Budi	0,125
Santi	0,125

Langkah terakhir pada Metode AHP adalah menghitung Bobot Evaluasi. Bobot Evaluasi adalah skor akhir untuk masing-masing alternatif yang diseleksi. Hitunglah Bobot Evaluasi dengan cara menjumlahkan perkalian Bobot Prioritas alternatif dengan Bobot prioritas kriteria yang bersesuaian. Sebagai contoh, perhitungan Bobot Evaluasi untuk alternatif Joko, adalah:

$$\begin{aligned} \text{Bobot Evaluasi} &= (0,724 \times 0,643) + (0,199 \times 0,074) + (0,75 \times 0,283) \\ &= 0,692 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh Bobot Evaluasi dari tiap alternatif sebesar:

Tabel 3.18 Bobot Evaluasi

Alternatif	Bobot Evaluasi
Joko	0,692
Budi	0,143
Santi	0,164

Alternatif yang memperoleh skor tertinggi adalah Joko (Alternatif 1) yaitu sebesar **0,692**. Oleh karena itu, mahasiswa yang terpilih sebagai penerima beasiswa adalah **Joko**.

3.7 Kesimpulan

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah salah satu metode yang dapat digunakan pada Sistem Pendukung Keputusan untuk memilih alternatif terbaik berdasarkan beberapa kriteria. Pada Metode AHP, bobot dari kriteria-kriteria dan skor tiap alternatif yang digunakan tidak ditentukan di awal, melainkan dihitung berdasarkan Matrik Perbandingan Berpasangan (*pairwis matrix*) yang berisi nilai tingkat kepentingan antar kriteria dan antar alternatif..

3.8 Latihan Soal

1. Apakah keunikan AHP dibandingkan dengan metode MADM yang lain?
2. Sebutkan kekurangan dari Metode AHP!
3. Berapakah nilai maksimal dari Consistency Ratio pada Metode AHP?

DAFTAR REFERENSI

Diana. 2018. *Metode dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish

Kustituantio, B. & Yansekardias. (2001). Analytic Hierarchy Process (AHP):Sebuah Metode Pembobotan Alternatif dalam Pembagian Dana Alokasi Umum (DAU) Studi Kasus di Propinsi D.I. Yogyakarta. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia*, Vol. 16, No. 3, Halaman 222-234

Nofriansyah, D. & Defit, S. 2017. *Multi Criteria Decision Making (MCDM) pada Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish

Vaidya, O. S & Kumar, S. (2004). Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications. *European Journal of Operational Research*, Vol. 169, Page 1-29

BAB IV ELIMINATION AND CHOICE TRANSACTION REALITY (ELECTRE)

4.1 Capaian dan Tujuan Pembelajaran

Setelah menempuh bab ini, mahasiswa mampu untuk:

1. Mengetahui tahapan-tahapan pemeringkatan dengan metode *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE).
2. Mampu membedakan *concordance* dan *discordance* pada ELECTRE.
3. Mampu mencari bobot akhir yang akan diurutkan sebagai output ELECTRE.
4. Penerapan Metode *Elimination and Choice Transaction Reality* (ELECTRE) dalam contoh kasus sederhana.

4.2 Ringkasan Materi

Materi ini akan memberikan gambaran secara umum salah satu metode Sistem Pendukung Keputusan yaitu metode ELECTRE. Salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang didasarkan pada konsep outranking, menggunakan perbandingan berpasangan dari alternatif-alternatif berdasarkan setiap kriteria yang sesuai, sehingga alternatif yang kurang sesuai dengan kriteria dieliminasi dan alternatif yang lebih sesuai dapat dihasilkan. (Janko dan Bernoider, 2005).

4.3 Pengertian ELECTRE

Salah satu metode Multi-Kriteria Decision Making (MADM) adalah *Elimination Et Choix Traduisant la Réalité* atau *Elimination and Choice Expressing Reality*, yang dikenal sebagai metode ELECTRE. Bernard Roy memperkenalkan metode ini pada tahun 1965. Berdasarkan pada gagasan perangkingan, ELECTRE membandingkan berbagai alternatif berdasarkan kriteria yang sesuai.

Jika salah satu atau lebih dari kriteria berikut melebihi (dibandingkan dengan kriteria dari alternatif yang lain) atau sama dengan kriteria lainnya, alternatif tersebut dianggap mendominasi alternatif yang lain. Dalam hubungan perangkingan antara dua pilihan yang ditunjukkan A_k dan A_l , jika alternatif ke- k tidak mendominasi alternatif ke- l secara kuantitatif, lebih baik mengambil resiko A_k daripada A_l (Roy, 1973 dalam Kusumadewi, 2006).

Metode Electre dikembangkan dengan cara konsep perangkingan, yaitu dengan menggunakan perbandingan berpasangan antar alternatif pada kriteria yang sesuai. Suatu alternatif dikatakan mendominasi alternatif yang lainnya jika satu atau lebih kriterianya melebihi dibandingkan dengan kriteria yang lain dan sama dengan kriteria lain yang tersisa (Roy, 1973)

4.4 Kelebihan dan Kekurangan Metode Electre

a. Kelebihan metode Electre

- Metode ini dibutuhkan dalam penyelesaian dalam ketidakjelasan dan ketidakpastian dalam sebuah kasus.
- Metode ini sering diimplementasikan sebagai solusi untuk mengatasi masalah pengambilan keputusan.

b. Kekurangan metode Electre

- Proses dari hasilnya sulit dijelaskan dalam istilah umum.
- Perhitungan metode ini membutuhkan pemahaman mendalam sebelumnya.
- Dalam perhitungan membutuhkan ketelitian dalam mengolah data.

4.5 Langkah-Langkah Pengambilan Keputusan pada Metode Electre

Terdapat tujuh langkah yang harus dilakukan dalam penyelesaian masalah menggunakan metode ini, adapun urutannya adalah sebagai berikut :

1. Normalisasi matrik keputusan

Sebagai langkah awal, pada tahapan normalisasi matrik keputusan ini setiap atribut diubah menjadi nilai yang *compareable*. Untuk metode ini, jenis normalisasi yang digunakan adalah tipe Vector normalization seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 dan Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Tipe Normalisasi yang digunakan pada Metode Electre

Tipe Normalisasi	Atribut Benefit	Atribut Cost
Vector normalization	$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sqrt{\sum_1^m S_{ij}^2}}$	$r_{ij} = 1 - \frac{S_{ij}}{\sqrt{\sum_1^m S_{ij}^2}}$

Keterangan:

r_{ij} = normalisasi pengukuran pilihan dari alternatif ke-i dalam hubungannya dengan kriteria ke-j, dimana untuk $i = 1, 2, 3, \dots, m$ dan $j = 1, 2, 3, \dots, n$

S_{ij} = nilai dari alternatif ke-i dan kriteria ke-j

m = jumlah semua alternatif

n = jumlah semua kriteria

Sehingga didapat bentuk matrik R hasil normalisasi:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

R adalah matrik pilihan yang dinormalisasi, juga dikenal sebagai matrik pilihan yang dinormalisasi. Di dalam matrik ini, m menunjukkan alternatif, n menunjukkan kriteria, dan r_{ij} menunjukkan normalisasi pengukuran pilihan dari alternatif ke-i dalam hubungannya dengan kriteria ke-j.

2. Pemberian bobot pada matrik yang telah dinormalisasi (V)

Pembuat keputusan (*Decision Maker*) menentukan bobot-bobot (w_j), yang dikalikan dengan setiap kolom matrik R setelah dinormalisasi. Oleh karena itu, persamaan untuk matriks normalisasi terbobot adalah sebagai berikut:

$$V = R \cdot W$$

dimana matrik bobot (W) adalah:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & w_n \end{bmatrix}, \text{ dan } \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Maka nilai V adalah:

$$RW = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

3. Penentuan nilai Concordance dan Discordance

Untuk setiap pasang dari alternatif k dan l ($k, l = 1, 2, 3, \dots, m$ dan $k \neq l$) kumpulan kriteria J dibagi menjadi dua subset, yaitu concordance dan discordance. Bilamana sebuah kriteria dalam satu alternatif termasuk concordance adalah :

$$C_{kl} = \{j, v_{kj} \geq v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Sebaliknya, discordance adalah kebalikan dari subset ini, yaitu bila:

$$D_{kl} = \{j, v_{kj} < v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Keterangan:

C_{kl} = Himpunan Concordance

D_{kl} = Himpunan Discordance

v_{kj} = bilangan normalisasi terbobot pada alternatif ke-k kriteria ke-j

v_{lj} = bilangan normalisasi terbobot pada alternatif ke-l kriteria ke-j

4. Perhitungan elemen matrik concordance dan matrik discordance

Setelah mendapatkan himpunan concordance dan discordance, tahap berikutnya adalah menentukan nilai-nilai elemen matrik concordance dan matrik discordance

a. Matrik Concordance

Dalam penentuan elemen nilai pada matrik concordance cara yang harus dilakukan adalah dengan cara menjumlahkan bobot-bobot yang termasuk dalam subset concordance:

$$c_{kl} = \sum_{j \in c_w} w_j$$

Matrik Concordance yang akan terbentuk adalah sebagai berikut:

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & \dots & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & - \end{bmatrix}$$

b. Matrik Discordance

Sedangkan dalam penentuan elemen nilai pada matrik discordance cara yang harus dilakukan adalah dengan cara membagi maksimum selisih nilai kriteria yang termasuk dalam subset discordance dengan maksimum selisih nilai seluruh kriteria yang ada, adapun persamaannya dituliskan sebagai berikut:

$$d_{kl} = \frac{\max\{|v_{kj} - v_{lj}|\}_{j \in D_{kl}}}{\max\{|v_{kj} - v_{lj}|\}_{\forall j}}$$

Selanjutnya matrik discordance yang akan terbentuk adalah sebagai berikut:

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & \dots & d_{23} & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \dots & - \end{bmatrix}$$

5. Penentuan matrik dominan concordance dan matrik dominan discordance

Langkah kelima adalah penentuan elemen nilai-nilai pada matrik dominan concordance dan matrik dominan discordance. Adapun penjelasan masing-masing akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Matrik Dominan Concordance (F)

Dengan membandingkan nilai masing-masing elemen matrik concordance dengan nilai threshold (ambang), matrik dominan concordance dapat dibangun. Adapun penentuan nilai threshold (c) concordance adalah dengan persamaan sebagai berikut:

$$\underline{c} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m c_{kl}}{m(m-1)}$$

Maka nilai matrik dominan concordance (F) dapat ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut:

$$f_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } c_{kl} \geq \underline{c} \\ 0, & \text{jika } c_{kl} < \underline{c} \end{cases}$$

b. Matrik Dominan Discordance

Penggunaan nilai threshold juga masih diperlukan dalam penentuan nilai matrik dominan concordance. Adapun penentuan nilai threshold (\underline{d}) concordance adalah dengan persamaan sebagai berikut:

$$\underline{d} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl}}{m(m-1)}$$

Maka nilai matrik dominan discordance (\underline{g}) dapat ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut:

$$g_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_{kl} \geq \underline{d} \\ 0, & \text{jika } d_{kl} < \underline{d} \end{cases}$$

6. Penentuan nilai Matrik Dominasi Agregat (*Aggregate Dominance Matrix*)

Langkah berikutnya adalah mengidentifikasi dominasi total matriks sebagai matrik E, yang setiap elemennya merupakan perkalian antara elemen matrik F dan elemen matrik G, seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

$$e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl}$$

7. Penentuan alternatif yang less favourable untuk dilakukan eliminasi

Langkah terakhir adalah menentukan alternatif mana yang dieleminasi. Diawali dengan membuat matrik E, dimana dalam matrik ini akan didapatkan urutan pilihan dari setiap alternatif. Dilakukan penjumlahan nilai-nilai elemen matrik dari setiap baris alternatif. Baris dalam matriks E yang memiliki jumlah $E_{ki} = 1$ paling sedikit dapat dieliminasi. Oleh karena itu, alternatif terbaik adalah alternatif yang mendominasi alternatif lainnya.

4.6 Studi Kasus Pengambilan Keputusan dengan Metode Electre

Studi kasus penggunaan metode Electre berupa penentuan siapa yang berhak menerima beasiswa. Dengan 4 kriteria:

- i. nilai IPK yang sudah ditempuh
- ii. besar penghasilan orang tua per tahun
- iii. banyaknya tanggungan keluarga, dan
- iv. jenis pekerjaan orang tua

Dengan alternatif calon penerima beasiswa adalah : A1. Mahadi, A2. Saimon, A3. Wahdi, A4. Aditya. Maka untuk menentukan siapa yang berhak menerima beasiswa, adapun langkah-langkah dengan menggunakan metode electre adalah sebagai berikut.

1. Normalisasi matrik keputusan

a. Pembobotan Kriteria

Dalam kasus ini, setiap kriteria memiliki range nilai yang berbeda-beda. Untuk memudahkan perhitungan setiap range nilai diberi nilai bobot sub-kriteria. Penentuan ini dilakukan oleh seorang

pengambil keputusan (oleh pakar atau pihak yang memiliki kepentingan). Adapun nilai bobotnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Bobot IPK	
Nilai IPK (K1)	Bobot
>3,5	5
3,1 – 3,5	4
2,6 – 3,0	3
2,0 – 2,5	2
<2,0	1

Tabel 2. Bobot Penghasilan per Tahun	
Penghasilan per Tahun (K2)	Bobot
>36.000.000	1
24.000.001 – 36.000.000	2
18.000.001 – 24.000.000	3
12.000.000 – 18.000.000	4
<12.000.000	5

Gambar 4.1 Nilai bobot IPK dan Penghasilan per tahun

Tabel 3. Bobot Jumlah Tanggungan	
Jumlah Tanggungan (K3)	Bobot
<2	1
2-3	2
4-5	3
6-7	4
>7	5

Tabel 4. Bobot Pekerjaan Orang Tua	
Pekerjaan Orang Tua (K4)	Bobot
1-2	1
3-3	2
4-4	3
5-5	4
6	5

Gambar 4.2 Nilai bobot Jumlah tanggungan dan Pekerjaan orang tua

Setelah diketahui nilai bobot sub-kriteria, tahap berikutnya adalah penentuan bobot (W) dari masing-masing kriteria. Penentuan bobot ini juga dilakukan oleh seorang pembuat keputusan. Adapun nilai bobot kriteria (w) adalah sebagai berikut:

c1	c2	c3	c4
5	2	4	2

Gambar 4.3 Bobot setiap kriteria

Keterangan: C1 menunjukkan bobot kriteria IPK dengan nilai 5, C2 merupakan bobot besar penghasilan orang tua per tahun dengan nilai 2, C3 menunjukkan bobot untuk kriteria Jumlah

Tanggungjawab dengan nilai 4 dan terakhir C4 untuk bobot untuk jenis pekerjaan Orang tua dengan nilai 2.

b. Penentuan Alternatif

Kemudian dikumpulkan sampel data alternatif, yang diberikan nilai berdasarkan ketentuan diatas. K1 atau C1 hingga K4 atau C4 menunjukkan kriteria dan A1 hingga A4 adalah alternatif atau pilihan.

Tabel 4.2 Penentuan alternatif

Calon Penerima Beasiswa	Nilai-nilai Kriteria setiap Alternatif			
	K1	K2	K3	K4
Mahadi	3,8	19.000.00	4	4
Saimon	3,4	15.000.000	5	5
Wahdi	3,3	13.000.000	4	4
Aditya	2,4	14.000.000	4	4

Berdasarkan Tabel sebelumnya dilakukan konversi nilai sesuai pembobotan kriteria sebagai berikut.

Calon Penerima Beasiswa	Nilai Kriteria			
	K1	K2	K3	K4
Mahadi	5	3	3	3
Saimon	4	4	3	4
Wahdi	4	4	3	3
Aditya	2	4	3	3

Gambar 4.4 Konversi nilai sesuai bobot kriteria

Sehingga tabel data alternatifnya sebagai berikut.

	c1	c2	c3	c4
a1	5	3	3	3
a2	4	4	3	4
a3	4	4	3	3
a4	2	4	3	3

Gambar 4.5 Data alternatif

c. Perhitungan nilai Normalisasi Matrik Keputusan

Setiap atribut diubah menjadi nilai yang dapat dibandingkan selama proses ini. Setiap normalisasi R_{ij} dapat dilakukan menurut persamaan sebagai berikut:

$$R_{11} = \frac{5}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2}} = 0.640$$

$$R_{21} = \frac{4}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2}} = 0.512$$

$$R_{31} = \frac{4}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2}} = 0.512$$

$$R_{41} = \frac{2}{\sqrt{5^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2}} = 0.256$$

Dan seterusnya hingga R_{44} , sehingga didapat matrik hasil normalisasi R:

Matriks normalisasi R				
R	c1	c2	c3	c4
a1	0.640	0.397	0.500	0.457
a2	0.512	0.530	0.500	0.610
a3	0.512	0.530	0.500	0.457
a4	0.256	0.530	0.500	0.457

Gambar 4.6 Hasil normalisasi R

2. Penentuan nilai matrik normalisasi terbobot

Setelah didapatkan matrik ternormalisasi, tahap berikutnya adalah mengalikan setiap elemen nilai pada matrik tersebut dengan bobot-bobot (W_j) yang telah ditunjukkan pada Gambar 4.3. Jadi, matrik V didapatkan karena $V = R \cdot W$, seperti yang ditunjukkan berikut ini:

bobot:	c1	c2	c3	c4
	5	2	4	2

Matriks normalisasi R				
R	c1	c2	c3	c4
a1	0.640	0.397	0.500	0.457
a2	0.512	0.530	0.500	0.610
a3	0.512	0.530	0.500	0.457
a4	0.256	0.530	0.500	0.457

Matriks V hasil pembobotan:				
V	c1	c2	c3	c4
a1	3.201	0.795	2.000	0.915
a2	2.561	1.060	2.000	1.220
a3	2.561	1.060	2.000	0.915
a4	1.280	1.060	2.000	0.915

Dikalikan (2x0,457) dst

Hasilnya

Gambar 4.7 Normalisasi matrik

3. Hitung matrik concordance dan discordance

Hasil perhitungan matrik V sebelumnya digunakan dasar sebagai perhitungan himpunan yang termasuk concordance atau discordance, sebagai berikut:

V	c1	c2	c3	c4
a1	3.201	0.795	2.000	0.915
a2	2.561	1.060	2.000	1.220
a3	2.561	1.060	2.000	0.915
a4	1.280	1.060	2.000	0.915

Gambar 4.8 Hasil perhitungan matrik concordance dan discordance

1) Hitung matrik concordance

a. Menentukan Himpunan concordance

Untuk menentukan concordance matrik, pertama ditentukan dulu himpunan concordance dengan persamaan (4). Pada setiap deret alternatif dibandingkan dengan deret alternatif lainnya, sebagai contoh apabila $a1 \geq a2$ maka pada kriteria tersebut termasuk dalam concordance:

$$\begin{aligned}
 C12 = & V11 \geq V21 \rightarrow 3.201 \geq 2.561 && \rightarrow \text{kriteria 1} \rightarrow \text{concordance } v11 \text{ lebih } \geq v21 \\
 & V12 \geq V22 \rightarrow 0.795 \leq 1.060 && \rightarrow \text{kriteria 2} \rightarrow - \\
 & V13 \geq V23 \rightarrow 2.000 \geq 2.000 && \rightarrow \text{kriteria 3} \rightarrow \text{concordance } v13 \text{ lebih } \geq v23 \\
 & V14 \geq V24 \rightarrow 0.915 \leq 1.220 && \rightarrow \text{kriteria 4} \rightarrow -
 \end{aligned}$$

Sehingga $C12 = \{1, 3\}$

Perhitungan diteruskan hingga C_{43} , menghasilkan himpunan concordance:

	index kriteria
c12	1,3
c13	1,3,4
c14	1,3,4
c21	2,3,4
c23	1,2,3,4
c24	1,2,3,4
c31	2,3,4
c32	1,2,3
c34	1,2,3,4
c41	2,3,4
c42	2,3
c43	2,3,4

Gambar 4.9 Himpunan concordance

b. Selanjutnya menjumlahkan nilai kriteria alternatif sesuai pada index kriteria pada himpunan concordance, sesuai persamaan (6).

$$C12 = W1 + W3 \rightarrow 5 + 4 = 9$$

$$C13 = W1 + W3 + W4 \rightarrow 5 + 4 + 2 = 11$$

$$C14 = W1 + W3 + W4 \rightarrow 5 + 4 + 2 = 11$$

Dan seterusnya hingga C43, kemudian disusun kedalam matrik concordance C:

Matriks concordance C				
C	a1	a2	a3	a4
a1	0	9	11	11
a2	8	0	13	13
a3	8	11	0	13
a4	8	6	8	0

Gambar 4.10 Matrik concordance

- c. Mencari threshold concordance (\underline{c}). Yaitu menjumlahkan semua nilai dari matrik concordance C, kemudian dibagi $m*(m-1)$ dimana m adalah jumlah alternatif, berdasarkan persamaan (8).

$$c = \frac{9 + 11 + 11 + 8 + 13 + 13 + 8 + 11 + 13 + 8 + 6}{4 * (4 - 1)} = 9.92$$

- d. Langkah berikutnya adalah mencari matrik dominan concordance F, yaitu membandingkan tiap nilai dari **matrik C** dengan **threshold(c)**. Nilai 1 diberikan pada matrik dominasi F jika nilai pada matrik C lebih besar dari ambang, seperti yang ditunjukkan di bawah ini.

Matriks dominan concordance F				
F	a1	a2	a3	a4
a1	0	0	1	1
a2	0	0	1	1
a3	0	1	0	1
a4	0	0	0	0

Gambar 4.11 Matriks dominan concordance

(2) Hitung Discordance matrix

- a. Menentukan himpunan discordance. Untuk menentukan discordance matrik, pertama ditentukan dulu himpunan discordance dengan persamaan (5). Pada setiap kriteria alternatif, misal jika $a1 < a2$ maka pada kriteria tersebut adalah discordance.

$$D12 = V11 \geq V21 \rightarrow 3.201 > 2.561 \rightarrow \text{kriteria 1} \rightarrow -$$

$$V_{12} \geq V_{22} \rightarrow 0.795 < 1.060 \rightarrow \text{kriteria 2} \rightarrow \text{discordance } v_{12} < v_{22}$$

$$V_{13} \geq V_{23} \rightarrow 2.000 > 2.000 \rightarrow \text{kriteria 3} \rightarrow -$$

$$V_{14} \geq V_{24} \rightarrow 0.915 < 1.220 \rightarrow \text{kriteria 4} \rightarrow \text{discordance } v_{14} < v_{24}$$

Sehingga $D_{12} = \{2, 4\}$

Dan seterusnya hingga D_{43} , sehingga didapatkan himpunan concordance:

	index kriteria
d12	2,4
d13	2
d14	2
d21	1
d23	-
d24	-
d31	1
d32	4
d34	-
d41	1
d42	1,4
d43	1

Gambar 4.12 Himpunan concordance

- b. Selanjutnya mencari nilai max absolute nilai kriteria sesuai himpunan concordance dibagi dengan **max absolute** dari nilai kriteria, pada tiap alternatif. Sesuai persamaan (7).

bobot:	5	2	4	2
V	c1	c2	c3	c4
a1	3.201	0.795	2.000	0.915
a2	2.561	1.060	2.000	1.220
a3	2.561	1.060	2.000	0.915
a4	1.280	1.060	2.000	0.915

Gambar 4.13 Nilai max himpunan concordance

$$D_{12} = \frac{\max\{ |0.795 - 1.060|; |0.915 - 1.220| \}}{\max\{ |3.201 - 2.561|; |0.795 - 1.060|; |2.000 - 2.000|; |0.915 - 1.220| \}}$$

$$D_{12} = \frac{\max\{0.265; 0.305\}}{\max\{0.64; 0.265; 0; 0.305\}}$$

$$D_{12} = \frac{0.305}{0.64}$$

$$D_{12} = 0.476421$$

Dan seterusnya hingga D43. Kemudian disusun kedalam matrik discordance D

Matriks discordance D				
D	a1	a2	a3	a4
a1	0	0.476421	0.413797	0.137932
a2	1	0	0	0
a3	1	1	0	0
a4	1	1	1	0

Gambar 4.14 Matriks discordance

- c. Mencari threshold discordance (\underline{d}). Yaitu menjumlahkan semua nilai dari matrik discordance D, kemudian dibagi $m*(m-1)$ dimana m adalah jumlah alternatif, berdasarkan persamaan (10).

$$c = \frac{0.476421 + 0.413797 + 0.137932 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{4 * (4 - 1)} = 0.585679$$

- d. Langkah berikutnya adalah mencari matrik dominan discordance F, yaitu membandingkan setiap nilai dari matrik D dengan threshold. Beri nilai 1 jika lebih besar dari *threshold*.

Matriks dominan discordance G				
G	a1	a2	a3	a4
a1	0	0	0	0
a2	1	0	0	0
a3	1	1	0	0
a4	1	1	1	0

Gambar 4.15 Matriks dominan discordance

4. Menentukan aggregate dominance matrix

Untuk mencari matrik agregasi E dengan melakukan perkalian dari matrik F dengan G sesuai persamaan (12).

Matriks agregasi E				
E	a1	a2	a3	a4
a1	0	0	0	0
a2	0	0	0	0
a3	0	1	0	0
a4	0	0	0	0

Gambar 4. 16 Matriks agregasi

5. Penentuan alternatif yang less favourable untuk dieliminasi

Matrik E memberikan urutan pilihan setiap alternatif, sehingga alternatif Ak adalah alternatif yang lebih baik daripada alternatif lainnya jika $e=1$. Dalam hal ini, **a3** adalah pilihannya karena mempunyai **jumlah nilai 1 terbanyak** sedang lainnya dieliminasi. Jadi, keputusan terakhir adalah pilihan ketiga, **Wahdi, yang paling berhak atas beasiswa**.

4.7 Kesimpulan

Metode Electre menggunakan ide perankingan, dengan membandingkan berbagai alternatif berdasarkan kriteria yang sesuai. Jika satu atau lebih nilai dari satu kriteria melebihi yang lain dan sama dengan yang lain, alternatif dianggap mendominasi alternatif yang lain. Untuk membandingkan dominansi matrik, dibedakan dalam himpunan concordance dan discordance. Ini memungkinkan untuk membuat keputusan yang baik dengan melakukan perbandingan rinci dalam deret pilihan berdasarkan kriteria tertentu.

4.8 Latihan Soal

1. Jelaskan bagaimana metode ELECTRE dikembangkan dengan cara konsep perankingan?
2. Bagaimana cara menentukan concordance dan discordance index?
3. Apa kekurangan metode ELECTRE dibandingkan dengan metode sistem pendukung keputusan lainnya.

DAFTAR REFERENSI

- Janko, W dan Bernroider, E. (2005). Multi-Criteria Decision Making An Application Studi of ELECTRE & TOPSIS.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., dan Wardoyo, R. 2006. *Fuzzy Multi- Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Roy, B. 1973. "How Outranking Relation Helps Multiple Criteria Decision Making", dalam: Janko, Wolfgang. 2005. *Multi-Criteria Decision Making: An Application Studi of ELECTRE and TOPSIS*.

BAB V EVALUATION BASED ON DISTANCE FROM AVERAGE SOLUTION (EDAS)

5.1 Capaian dan Tujuan Pembelajaran

Setelah menempuh bab ini, mahasiswa mampu untuk:

1. Memahami bagaimana cara kerja metode EDAS
2. Menyelesaikan kasus pengambilan keputusan dengan menggunakan metode EDAS.

5.2 Ringkasan Materi

Materi ini akan memberikan gambaran secara umum mengenai Metode *Evaluation Based On Distance From Average Solution (EDAS)*. Metode ini menggunakan solusi rata-rata untuk penilaian alternatif dengan cara menghitung jarak rata-rata positif (PDA) dan jarak rata-rata negatif (NDA). Hasil akhir pengambilan keputusan multikriteria berdasarkan pada skor penilaian Apraisal Score (AS) tertinggi untuk mendapatkan pilihan terbaik dari semua alternatif.

5.3 Metode Metode Evaluation Based On Distance From Average Solution (EDAS)

Metode EDAS adalah salah satu metode dalam *Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)* yang digunakan untuk menilai dan menentukan pilihan terbaik berdasarkan jarak dari solusi rata-rata. Metode ini diperkenalkan oleh Keshavarz Ghorabae, Zavadskas, Olfat dan Turskis pada tahun 2015 untuk menangani masalah MCDM (Keshavarz Ghorabae et al., 2015).

Metode ini sangat berguna ketika terdapat kriteria dengan jenis yang bertentangan harus dipertimbangkan (benefit dan cost). Dalam metode MCDM kompromi seperti VIKOR dan TOPSIS (Opricovic & Tzeng, 2004), alternatif terbaik diperoleh dengan menghitung jarak dari solusi ideal dan solusi nadir. Alternatif yang diinginkan memiliki jarak yang lebih rendah dari solusi ideal dan jarak yang lebih tinggi dari solusi nadir dalam metode MCDM ini. Namun, alternatif terbaik dalam metode yang diusulkan terkait dengan jarak dari solusi rata-rata (AV). Kita tidak perlu menghitung solusi ideal dan solusi nadir dalam metode yang diusulkan. Dalam metode ini, kita memiliki dua ukuran yang berhubungan dengan kelayakan alternatif. Ukuran pertama adalah jarak positif dari rata-rata (PDA), dan ukuran kedua adalah jarak negatif dari rata-rata (NDA). Kedua ukuran ini dapat menunjukkan perbedaan antara setiap solusi (alternatif) dengan solusi rata-rata. Evaluasi dari alternatif dibuat berdasarkan nilai PDA yang lebih tinggi dan nilai NDA yang lebih rendah. Lebih tinggi Nilai PDA yang lebih tinggi dan/atau nilai NDA yang lebih rendah menunjukkan bahwa solusi (alternatif) tersebut lebih baik daripada solusi rata-rata (Keshavarz Ghorabae et al., 2015).

5.4 Kelebihan dan Kekurangan Metode EDAS

Metode EDAS memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

1. Konsepnya sederhana dan mudah dipahami, kesederhanaan ini dilihat dari alur proses metode EDAS yang tidak begitu rumit, dengan hanya memperhitungkan solusi rata-rata (AV) dalam pengambilan keputusan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan efektif
2. Sangat berguna ketika terdapat kriteria dengan jenis berbeda yang harus dipertimbangkan (benefit dan cost).
3. Dapat digunakan sebagai metode pengambilan keputusan yang lebih cepat.

Disamping kelebihan, metode ini juga memiliki beberapa kekurangan antara lain:

1. Ketergantungan pada Solusi Rata-rata: EDAS sangat bergantung pada solusi rata-rata (Average Solution), yang mungkin tidak selalu mencerminkan alternatif terbaik dalam semua situasi. Ketergantungan ini dapat mengurangi fleksibilitas metode dalam beberapa kasus
2. Kebutuhan Akan Data yang Lengkap dan Akurat: Untuk menghasilkan penilaian yang akurat, EDAS memerlukan data yang lengkap dan akurat untuk setiap kriteria dan alternatif. Ketidaktepatan dalam data dapat mempengaruhi hasil akhir secara signifikan

5.5 Langkah-Langkah Pengambilan Keputusan pada Metode EDAS

Adapun langkah-langkah pengambilan keputusan pada Metode Edas ditunjukkan pada Gambar...



Gambar 5.1 Langkah-langkah Metode EDAS

Penjelasan langkah-langkah Metode EDAS:

1. Pembentukan Matriks Keputusan (X)

Pada matriks keputusan (X), baris menunjukkan alternatif dan kolom menunjukkan kriteria. Matriks keputusan menunjukkan kinerja dari masing-masing alternatif terhadap berbagai kriteria.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Dimana:

x_{ij} = skor untuk alternatif i dan kriteria j

m = banyaknya alternatif

n = banyaknya kriteria

2. Menentukan Average Solution (AV)

Penentuan solusi rata-rata (AV) sesuai dengan kriteria yang ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}}{m}$$

Dimana:

AV_j = solusi rata-rata

x_{ij} = nilai kriteria dari alternatif

m = alternatif

3. Menentukan Jarak Positif/Negatif dari Rata-Rata (PDA / NDA)

Hitung jarak positif dari matriks rata-rata (PDA) dan jarak negatif dari matriks rata-rata (NDA) sesuai jenis kriteria (benefit dan cost) dengan menggunakan persamaan:

Tabel 5.1 Rumus jarak positif atau negative dari rata-rata (PDA/NDA)

PDA	NDA
Kriteria benefit $PDA_{ij} = \left\{ \frac{\max(0, (x_{ij} - AV_j))}{AV_j} \right\}$	Kriteria benefit $NDA_{ij} = \left\{ \frac{\max(0, (AV_j - x_{ij}))}{AV_j} \right\}$
Kriteria cost $PDA_{ij} = \left\{ \frac{\max(0, (AV_j - x_{ij}))}{AV_j} \right\}$	Kriteria cost $NDA_{ij} = \left\{ \frac{\max(0, (x_{ij} - AV_j))}{AV_j} \right\}$

4. Menentukan Jumlah Terbobot dari PDA / NDA (SP / SN)

Menentukan jumlah terbobot dari PDA dan NDA untuk semua alternatif dengan persamaan berikut ini:

$$SP_i = \sum_{j=1}^n w_j \times PDA_{ij}$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^n w_j \times NDA_{ij}$$

Nilai SP_i dan SN_i , masing-masing adalah nilai jumlah terbobot dari PDA dan NDA untuk setiap alternatif ke-i.

5. Normalisasi Nilai SP/SN (NSP/NSN)

Tahap berikutnya adalah menghitung nilai normalisasi dari SP dan SN untuk semua alternatif dengan persamaan berikut:

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max(SP_i)}$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max(SN_i)}$$

6. Menghitung Nilai Skor Penilaian (AS)

Menghitung nilai Apraisal Score penilaian dengan persamaan berikut:

$$AS_i = \frac{1}{2}(NSP_i + NSN_i)$$

7. Perankingan Alternatif

Perankingan dari nilai skor penilaian AS dari nilai yang tertinggi hingga yang terendah. Alternatif dengan nilai yang tertinggi menunjukkan alternatif terbaik.

5.6 Studi Kasus Pengambilan Keputusan dengan Metode EDAS

Studi Kasus 1 – Rekrutmen Pekerja

Sebuah perusahaan akan melakukan rekrutmen kerja terhadap 5 calon pekerja untuk posisi operator mesin. Ada 5 orang yang menjadi kandidat (alternatif) yaitu:

- Armin (A1)
- Binar (A2)
- Chikita (A3)
- Dini (A4)
- Erlangga (A5)

Posisi yang dibutuhkan hanya 2 orang dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 5.2 Kriteria yang dibutuhkan

C1	Pengalaman kerja	Benefit
----	------------------	---------

C2	Pendidikan	Benefit
C3	Usia	Benefit
C4	Status perkawinan	Cost
C5	Alamat	Cost

Pembobotan (w)

Tabel 5.3 Bobot setiap kriteria

Kriteria	Bobot
C1	0,3
C2	0,2
C3	0,2
C4	0,15
C5	0,15
TOTAL	1

Penilaian Alternatif untuk Setiap Kriteria

Tabel 5.4 Penilaian alternatif setiap kriteria

Alternatif	Kriteria				
	C1	C2	C3	C4	C5
A1	0,5	1	0,7	0,7	0,8
A2	0,8	0,7	1	0,5	1
A3	1	0,3	0,4	0,7	1
A4	0,2	1	0,5	0,9	0,7
A5	1	0,7	0,4	0,7	1

Langkah-langkah penyelesaian:

1. Pembentukan Matriks Keputusan (X)

$$X = \begin{bmatrix} 0,5 & 1 & 0,7 & 0,7 & 0,8 \\ 0,8 & 0,7 & 1 & 0,5 & 1 \\ 1 & 0,3 & 0,4 & 0,7 & 1 \\ 0,2 & 1 & 0,5 & 0,9 & 0,7 \\ 1 & 0,7 & 0,4 & 0,7 & 1 \end{bmatrix}$$

Gambar 5.2 Matriks Keputusan (X)

2. Menentukan Average Solution (AV)

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}}{m}$$

$$\begin{aligned}
 AV_1 &= \frac{0,5+0,8+1+0,2+1}{5} = \frac{3,5}{5} = 0,7 \\
 AV_2 &= \frac{1+0,7+0,3+1+0,7}{5} = \frac{3,7}{5} = 0,74 \\
 AV_3 &= \frac{0,7+1+0,4+0,5+0,4}{5} = \frac{3}{5} = 0,6 \\
 AV_4 &= \frac{0,7+0,5+0,7+0,9+0,7}{5} = \frac{3,5}{5} = 0,7 \\
 AV_5 &= \frac{0,8+1+1+0,7+1}{5} = \frac{4,5}{5} = 0,9 \\
 AV &= [0,7 \ 0,74 \ 0,6 \ 0,7 \ 0,9]
 \end{aligned}$$

Gambar 5.3 Perhitungan Average Solution (AV)

3. Menentukan Jarak Positif/Jarak Negatif dari Rata-Rata (PDA / NDA)

Contoh Perhitungan PDA untuk Kriteria 1 (BENEFIT)

$$PDA_{11} = \left\{ \frac{\max(0, (0,5 - 0,7))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; -0,2)}{0,7} = \frac{0}{0,7} = 0$$

$$PDA_{21} = \left\{ \frac{\max(0, (0,8 - 0,7))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; 0,1)}{0,7} = \frac{0,1}{0,7} = 0,143$$

$$PDA_{31} = \left\{ \frac{\max(0, (1 - 0,7))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; 0,3)}{0,7} = \frac{0,3}{0,7} = 0,429$$

$$PDA_{41} = \left\{ \frac{\max(0, (0,2 - 0,7))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; -0,5)}{0,7} = \frac{0}{0,7} = 0$$

$$PDA_{51} = \left\{ \frac{\max(0, (1 - 0,7))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; 0,3)}{0,7} = \frac{0,3}{0,7} = 0,429$$

Contoh Perhitungan NDA untuk Kriteria 1 (BENEFIT)

NDA untuk Kriteria 1 (BENEFIT)

$$NDA_{11} = \left\{ \frac{\max(0, (0,7 - 0,5))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; 0,2)}{0,7} = \frac{0,2}{0,7} = 0,286$$

$$NDA_{21} = \left\{ \frac{\max(0, (0,7 - 0,8))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; -0,1)}{0,7} = \frac{0}{0,7} = 0$$

$$NDA_{31} = \left\{ \frac{\max(0, (0,7 - 1))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; -0,3)}{0,7} = \frac{0}{0,7} = 0$$

$$NDA_{41} = \left\{ \frac{\max(0, (0,7 - 0,2))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; 0,5)}{0,7} = \frac{0,5}{0,7} = 0,714$$

$$NDA_{51} = \left\{ \frac{\max(0, (0,7 - 1))}{0,7} \right\} = \frac{\max(0; -0,3)}{0,7} = \frac{0}{0,7} = 0$$

Sehingga diperoleh:

PDA_{ij}	0	0,351	0,167	0	0,111
	0,143	0	0,667	0,286	0
	0,429	0	0	0	0
	0	0,351	0	0	0,222
	0,429	0	0	0	0

Gambar 5.4 Hasil perhitungan PDA

NDA_{ij}	0,286	0	0	0	0
	0	0,054	0	0	0,111
	0	0,595	0,333	0	0,111
	0,714	0	0,167	0,286	0
	0	0,054	0,333	0	0,111

Gambar 5.5 Hasil perhitungan NDA

4. Menentukan Jumlah Terbobot dari PDA / NDA (SP / SN)

$$SP_i = \sum_{j=1}^n w_j \times PDA_{ij}$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^n w_j \times NDA_{ij}$$

Dengan nilai $w_{C1}=0,3$; $w_{C2}=0,2$; $w_{C3}=0,2$; $w_{C4}=0,15$; dan $w_{C5}=0,15$

$$SP_1 = (0,3 \times 0) + (0,2 \times 0,351) + (0,2 \times 0,167) + (0,15 \times 0) + (0,15 \times 0,111) = 0,120$$

$$SP_2 = (0,3 \times 0,143) + (0,2 \times 0) + (0,2 \times 0,667) + (0,15 \times 0,286) + (0,15 \times 0) = 0,219$$

$$SP_3 = (0,3 \times 0,429) + (0,2 \times 0) + (0,2 \times 0) + (0,15 \times 0) + (0,15 \times 0) = 0,129$$

$$SP_4 = (0,3 \times 0) + (0,2 \times 0,351) + (0,2 \times 0) + (0,15 \times 0) + (0,15 \times 0,222) = 0,104$$

$$SP_5 = (0,3 \times 0,429) + (0,2 \times 0) + (0,2 \times 0) + (0,15 \times 0) + (0,15 \times 0) = 0,129$$

$$SN_1 = (0,3 \times 0,286) + (0,2 \times 0) + (0,2 \times 0) + (0,15 \times 0) + (0,15 \times 0) = 0,086$$

$$SN_2 = (0,3 \times 0) + (0,2 \times 0,054) + (0,2 \times 0) + (0,15 \times 0) + (0,15 \times 0,111) = 0,027$$

$$SN_3 = (0,3 \times 0) + (0,2 \times 0,595) + (0,2 \times 0,333) + (0,15 \times 0) + (0,15 \times 0,111) = 0,202$$

$$SN_4 = (0,3 \times 0,714) + (0,2 \times 0) + (0,2 \times 0,167) + (0,15 \times 0,286) + (0,15 \times 0) = 0,290$$

$$SN_5 = (0,3 \times 0) + (0,2 \times 0,054) + (0,2 \times 0,333) + (0,15 \times 0) + (0,15 \times 0,111) = 0,094$$

5. Normalisasi Nilai SP/SN (NSP/NSN)

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max(SP)}$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max(SN)}$$

Berdasarkan perhitungan di langkah 4: nilai $\max(SP) = 0,219$ dan nilai $\max(SN) = 0,290$, maka:

$$\begin{aligned} NSP_1 &= \frac{0,120}{0,219} = 0,549 & NSN_1 &= 1 - \frac{0,086}{0,290} = 0,705 \\ NSP_2 &= \frac{0,219}{0,219} = 1 & NSN_2 &= 1 - \frac{0,027}{0,290} = 0,905 \\ NSP_3 &= \frac{0,129}{0,219} = 0,587 & NSN_3 &= 1 - \frac{0,202}{0,290} = 0,304 \\ NSP_4 &= \frac{0,104}{0,219} = 0,473 & NSN_4 &= 1 - \frac{0,290}{0,290} = 0 \\ NSP_5 &= \frac{0,129}{0,219} = 0,587 & NSN_5 &= 1 - \frac{0,094}{0,290} = 0,676 \end{aligned}$$

6. Menghitung Nilai Skor Penilaian (AS)

$$AS_i = \frac{1}{2}(NSP_i + NSN_i)$$

$$\begin{aligned} AS_1 &= \frac{1}{2}(0,549 + 0,705) = 0,627 \\ AS_2 &= \frac{1}{2}(1 + 0,905) = 0,953 \\ AS_3 &= \frac{1}{2}(0,587 + 0,304) = 0,445 \\ AS_4 &= \frac{1}{2}(0,473 + 0) = 0,236 \\ AS_5 &= \frac{1}{2}(0,587 + 0,676) = 0,631 \end{aligned}$$

7. Perankingan Alternatif

Berdasarkan perhitungan AS pada langkah enam diatas, diperoleh dua nilai terbesar ada pada $A_2 = 0,953$ dan $A_5 = 0,631$ sehingga **Binar** dan **Erlangga** adalah alternatif yang terpilih sebagai alternatif terbaik untuk posisi operator mesin.

5.7 Kesimpulan

Metode EDAS merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria yang sangat berguna ketika terdapat kriteria dengan jenis yang bertentangan harus dipertimbangkan (benefit dan cost). Metode ini menggunakan prinsip bahwa alternatif yang terpilih berdasarkan nilai PDA yang lebih tinggi

dan nilai NDA yang lebih rendah. Nilai PDA yang lebih tinggi dan/atau nilai NDA yang lebih rendah menunjukkan bahwa solusi (alternatif) tersebut lebih baik daripada solusi rata-rata.

5.8 Latihan Soal

1. Apakah prinsip dasar dari Metode EDAS?
2. Berikan contoh kelebihan dan kelemahan dari Metode EDAS!
3. Lakukan pembuktian apakah diperoleh hasil yang sama atau berbeda jika menggunakan model A dan model B untuk perhitungan PDN dan NDN.

MODEL

$$\begin{aligned} {}^1DA_{ij} &= \left\{ \frac{\max \left(0, (x_{ij} - AV_j) \right)}{AV_j} \right\} \text{ kriteria benefi} \\ {}^1DA_{ij} &= \left\{ \frac{\max \left(0, (AV_j - x_{ij}) \right)}{AV_i} \right\} \text{ kriteria cost} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}^2DA_{ij} &= \left\{ \frac{\max \left(0, (AV_j - x_{ij}) \right)}{AV_j} \right\} \text{ kriteria benefi} \\ {}^2DA_{ij} &= \left\{ \frac{\max \left(0, (x_{ij} - AV_j) \right)}{AV_i} \right\} \text{ kriteria cost} \end{aligned}$$

MODEL

$$\begin{aligned} PDA_{ij} &= \max \left\{ 0, \frac{(x_{ij} - AV_j)}{AV_j} \right\} \text{ Kriteria benefit} \\ PDA_{ij} &= \max \left\{ 0, \frac{(AV_j - x_{ij})}{AV_j} \right\} \text{ Kriteria cost} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NDA_{ij} &= \max \left\{ 0, \frac{(AV_j - x_{ij})}{AV_j} \right\} \text{ Kriteria benefit} \\ NDA_{ij} &= \max \left\{ 0, \frac{(x_{ij} - AV_j)}{AV_j} \right\} \text{ Kriteria cost} \end{aligned}$$

DAFTAR REFERENSI

- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435–451.
- Opricovic, S., & Tzeng, G.-H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445–455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)

BAB VI MULTI-ATTRIBUTIVE BORDER APPROXIMATION AREA COMPARISON (MABAC)

6.1 Capaian dan Tujuan Pembelajaran

Setelah menempuh bab ini, mahasiswa mampu memahami:

- a. Memahami bagaimana cara kerja metode *MABAC*
- b. Menyelesaikan kasus pengambilan keputusan dengan menggunakan metode *MABAC*

6.2 Ringkasan Materi

Materi ini akan memberikan gambaran secara umum tentang metode *MABAC* dalam sistem pendukung keputusan. Metode ini memiliki tingkat selektifitas yang baik karena dapat menentukan tujuan dari kriteria yang bertentangan. Dimana kriteria dapat bernilai menguntungkan (*benefit*) atau yang tidak menguntungkan (*cost*). (Rokhman, Rozi, and Asmara 2017). Metode *MABAC* terdiri dari enam langkah yaitu : Pembentukan Matriks Keputusan Awal (*X*), Normalisasi Elemen Matriks Awal (*X*), Perhitungan Elemen Matriks Tertimbang (*V*), Penentuan matriks area perkiraan perbatasan (*G*), Perhitungan elemen matriks jarak alternatif dari daerah perkiraan perbatasan (*Q*) dan Perankingan Alternatif.

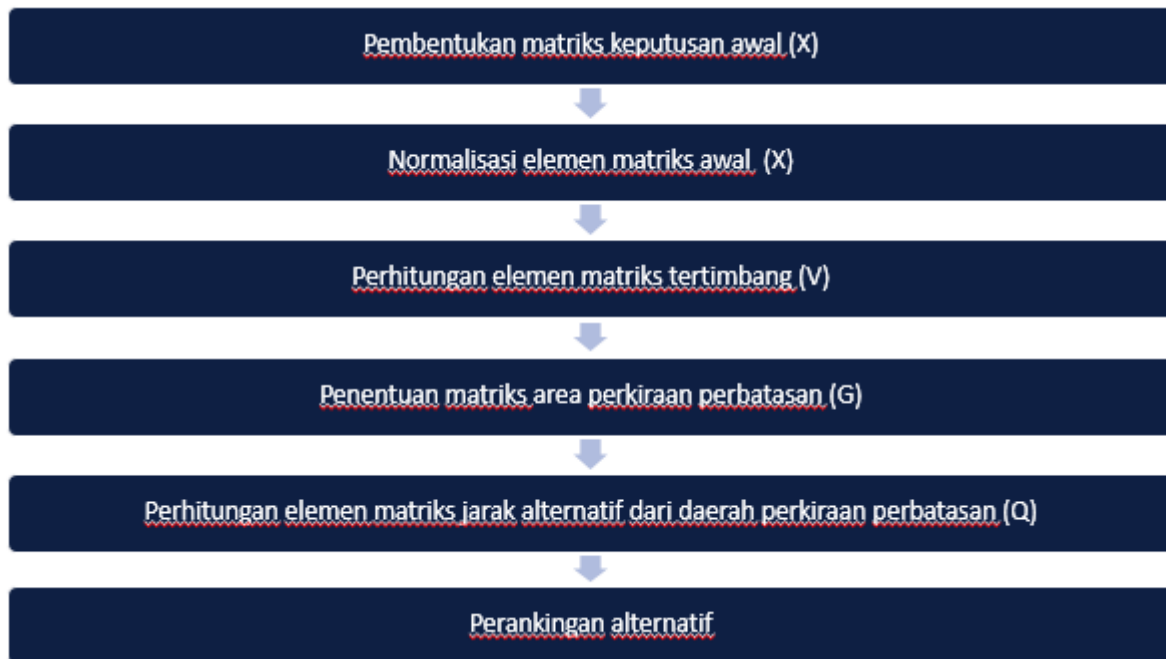
6.3 Pengertian Metode Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC)

Metode ini dikembangkan oleh Pamucar dan Cirovic. Asumsi dasar dari metode *MABAC* tercermin dalam definisi jarak fungsi kriteria dari setiap alternatif yang diamati dari daerah perkiraan perbatasan. Metode ini menyediakan solusi yang stabil (konsisten) dan itu dianggap sebagai alat yang handal untuk yang pengambilan keputusan yang rasional.

6.4 Kelebihan dan Kekurangan Metode MABAC

- a. Kelebihan metode *MABAC*
 - metode *MABAC* sangat sederhana, stabil, dan kuat
 - metode ini tidak membutuhkan seorang ahli di bidang matematika untuk menggunakan
 - metode *MABAC* bahkan lebih sederhana dan mudah diimplementasikan
 - Dapat menentukan nilai bobot untuk setiap atribut
- b. Kekurangan metode *MABAC*
 - Dibutuhkan pihak yang mampu memilah dengan benar antara nilai yang termasuk max (benefit attribute) dan nilai min (cost attribute) untuk hasil yang akurat.
 - Dibutuhkan kajian tambahan tentang tingkat kepentingan penambahan *W*(bobot) atau tidak untuk hasil keputusan yang sesuai.

6.5 Langkah-Langkah Pengambilan Keputusan pada Metode MABAC



Gambar 6.1 Langkah Langkah metode MABAC

1. Menentukan tujuan untuk mengidentifikasi attribut evaluasi yang bersangkutan dan menginputkan nilai kriteria pada suatu alternatif dimana nilai tersebut nantinya akan diproses dan hasilnya akan menjadi sebuah keputusan.
2. Menentukan matrik skor dari setiap alternatif (matrik X), yaitu:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1i} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{j1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{jn} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mi} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Gambar 6.2 Matrik skor setiap alternatif (x)

1. Normalisasi Elemen Matriks Awal (X)
2. Perhitungan Elemen Matriks Tertimbang (V)
3. Penentuan matriks area perkiraan perbatasan (G)
4. Perhitungan elemen matriks jarak alternatif dari daerah perkiraan perbatasan (Q)
5. Perankingan Alternatif

6.6 Studi Kasus Pengambilan Keputusan dengan Metode MABAC

Data penilaian kriteria yang digunakan pada studi kasus ini didapatkan dari hasil riset oleh sekretaris pimpinan PT. Cefa Indonesia Sejahtera Lestari untuk kepentingan pemilihan calon kepala cabang.

Tabel 6.1 Studi Kasus PT. Cefa Indonesia

Alternatif	Pendidikan C1	Masa Kerja C2	Kehadiran C3	Tanggung Jawab C4
Awen (A1)	SMA	4 Tahun	Rajin	Cukup
Aichin (A2)	SMA	3,5 Tahun	Sangat Rajin	Bertanggung Jawab
Johan (A3)	S1	2 Tahun	Sangat Rajin	Sangat Bertanggung Jawab
Achen (A4)	S1	2,5 Tahun	Rajin	Bertanggung Jawab
Akpin (A5)	SMA	3,5 Tahun	Sangat Rajin	Cukup
Suliasis (A6)	D3	4 Tahun	Cukup Rajin	Bertanggung Jawab
Suliem (A7)	D3	4 Tahun	Cukup Rajin	Cukup
Nai (A8)	SMA	3 Tahun	Rajin	Kurang Bertanggung Jawab
Septianus (A9)	S1	3,5 Tahun	Kurang Rajin	Cukup
Limson (A10)	D3	4 Tahun	Rajin	Bertanggung Jawab

Nilai Bobot Setiap Kriteria (w)

Tabel 6.2 Nilai Bobot Setiap Kriteria

Kriteria	Bobot
C1	0,3
C2	0,2
C3	0,1
C4	0,4
Total	1

Penilaian Alternatif untuk Setiap Kriteria

Tabel 6.3 Penilaian Alternatif Setiap Kriteria

Alternatif	Kriteria			
	C1	C2	C3	C4
A1	10	70	50	30
A2	10	70	70	50
A3	70	30	70	70
A4	70	50	50	50
A5	10	70	70	30
A6	50	70	30	50

A7	50	70	30	30
A8	10	50	50	10
A9	70	70	10	30
A10	50	70	30	30

Adapun langkah-langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

1. Pembentukan Matriks Keputusan Awal (X)
2. Normalisasi Elemen Matriks Awal (X)
3. Perhitungan Elemen Matriks Tertimbang (V)
4. Penentuan matriks area perkiraan perbatasan (G)
5. Perhitungan elemen matriks jarak alternatif dari daerah perkiraan perbatasan (Q)
6. Perankingan Alternatif

Adapun langkah-langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

1. Pembentukan Matriks Keputusan Awal (X)

Berdasarkan Tabel 6.3 dibentuk matriks keputusan awal dalam bentuk matriks 10x4 seperti berikut ini:

$$X = \begin{bmatrix} 10 & 70 & 50 & 30 \\ 10 & 70 & 70 & 50 \\ 70 & 30 & 70 & 70 \\ 70 & 50 & 50 & 50 \\ 10 & 70 & 70 & 30 \\ 50 & 70 & 30 & 50 \\ 50 & 70 & 30 & 30 \\ 10 & 50 & 50 & 10 \\ 70 & 70 & 10 & 30 \\ 50 & 70 & 30 & 30 \end{bmatrix}$$

2. Normalisasi Elemen Matriks Awal (X)

Langkah berikutnya adalah melakukan normalisasi nilai-nilai dari matriks keputusan awal. Adapun jenis rumus normalisasi yang digunakan adalah jenis normalisasi Liner Max-Min seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 di Bab 2 dan Tabel 6.4. Untuk itu perlu ditentukan nilai min dan max dari setiap kriteria.

Tabel 6.4 Tipe Normalisasi MABAC

Tipe Normalisasi	Benefit Attribute	Cost Attribute
Linear Max Min	$r_{ij} = \frac{S_{ij} - \min(S_j)}{\max(S_j) - \min(S_j)}$	$r_{ij} = \frac{\max(S_j) - S_{ij}}{\max(S_j) - \min(S_j)}$

- a. Menentukan Nilai Max dan Min masing-masing kriteria

Max C1 = 70	Min C1 = 10
Max C2 = 70	Min C2 = 30
Max C3 = 70	Min C3 = 10
Max C4 = 70	Min C4 = 10

- b. Menentukan nilai normalisasi matriks keputusan. Karena semua kriteria yang ada berjenis benefit (Pendidikan, Masa Kerja, Absensi, dan Tanggung Jawab), maka rumus normalisasi yang digunakan hanya untuk jenis benefit:

Contoh Perhitungan nilai normalisasi untuk Alternatif 1 (A1)

$$t_{1,1} = \frac{10 + 10}{70 + 10} = 0,000$$

$$t_{1,2} = \frac{70 + 30}{70 + 30} = 1,000$$

$$t_{1,3} = \frac{50 + 10}{70 + 10} = 0,667$$

$$t_{1,4} = \frac{30 + 10}{70 + 10} = 0,333$$

- c. Adapun bentuk Matriks Normalisasi X untuk semua nilai pada matriks keputusan adalah sebagai berikut:

$$X = \begin{bmatrix} 0,000 & 1,000 & 0,667 & 0,333 \\ 0,000 & 1,000 & 1,000 & 0,667 \\ 1,000 & 0,000 & 1,000 & 1,000 \\ 1,000 & 0,500 & 0,667 & 0,667 \\ 0,000 & 1,000 & 1,000 & 0,333 \\ 0,667 & 1,000 & 0,333 & 0,667 \\ 0,667 & 1,000 & 0,333 & 0,333 \\ 0,000 & 0,500 & 0,667 & 0,000 \\ 1,000 & 1,000 & 0,000 & 0,333 \\ 0,667 & 1,000 & 0,333 & 0,333 \end{bmatrix}$$

3. Perhitungan Elemen Matriks Tertimbang (V). Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$v_{ij} = (w_i * t_{ij}) + w_i$$

Contoh Perhitungan nilai Elemen Matriks Tertimbang untuk Alternatif 1 (A1)

$$v_{1,1} = (0,300 * 0,000) + 0,300 = 0,300$$

$$v_{1,2} = (0,200 * 1,000) + 0,200 = 0,400$$

$$v_{1,3} = (0,100 * 0,667) + 0,100 = 0,167$$

$$v_{1,4} = (0,400 * 0,333) + 0,400 = 0,533$$

Adapun bentuk bentuk Matriks Tertimbang V adalah sebagai berikut:

$$V = \begin{bmatrix} 0,300 & 0,400 & 0,167 & 0,533 \\ 0,300 & 0,400 & 0,200 & 0,667 \\ 0,600 & 0,200 & 0,200 & 0,800 \\ 0,600 & 0,300 & 0,167 & 0,667 \\ 0,300 & 0,400 & 0,200 & 0,533 \\ 0,500 & 0,400 & 0,133 & 0,667 \\ 0,500 & 0,400 & 0,133 & 0,533 \\ 0,300 & 0,300 & 0,167 & 0,400 \\ 0,600 & 0,400 & 0,100 & 0,533 \\ 0,500 & 0,400 & 0,133 & 0,533 \end{bmatrix}$$

4. Penentuan matriks area perkiraan perbatasan (G). Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{1/m}$$

Perhitungan area perkiraan perbatasan tiap kriteria adalah sebagai berikut:

$$g(c1) = (0,300 * 0,300 * 0,600 * 0,600 * 0,300 * 0,500 * 0,500 * 0,300 * 0,600 * 0,500)^{1/10} = 0,0002191/10 = 0,431$$

$$g(c2) = (0,400 * 0,400 * 0,200 * 0,300 * 0,400 * 0,400 * 0,400 * 0,300 * 0,400 * 0,400)^{1/10} = 0,0000291/10 = 0,352$$

$$g(c3) = (0,167 * 0,200 * 0,200 * 0,167 * 0,200 * 0,133 * 0,133 * 0,167 * 0,100 * 0,133)^{1/10} = 0,00000000881/10 = 0,156$$

$$g(c4) = (0,533 * 0,667 * 0,800 * 0,667 * 0,533 * 0,667 * 0,533 * 0,400 * 0,533 * 0,533)^{1/10} = 0,0040851/10 = 0,577$$

	C1	C2	C3	C4
G	0,431	0,352	0,156	0,577

5. Perhitungan elemen matriks jarak alternatif dari daerah perkiraan perbatasan (Q). Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Q = V - G$$

Contoh Perhitungan jarak alternatif dari daerah perkiraan perbatasan untuk Alternatif 1 (A1):

$$Q_{1,1} = (0,300 - 0,431) = - 0,131$$

$$Q_{1,2} = (0,400 - 0,352) = 0,048$$

$$Q_{1,3} = (0,167 - 0,156) = 0,011$$

$$Q_{1,4} = (0,533 - 0,577) = - 0,044$$

$$Q = \begin{bmatrix} -0,131 & 0,048 & 0,011 & -0,044 \\ -0,131 & 0,048 & 0,044 & 0,111 \\ 0,169 & -0,152 & 0,044 & 0,243 \\ 0,169 & -0,052 & 0,011 & 0,111 \\ -0,131 & 0,048 & 0,044 & 0,024 \\ 0,069 & 0,048 & -0,023 & 0,111 \\ 0,069 & 0,048 & -0,023 & -0,024 \\ -0,131 & 0,052 & 0,011 & -0,157 \\ 0,169 & 0,048 & -0,056 & -0,024 \\ 0,069 & 0,048 & -0,023 & -0,024 \end{bmatrix}$$

6. Adapun perhitungan Perankingan Alternatif (S) dengan cara menjumlahkan seluruh nilai dalam tiap alternatif ditunjukkan berikut ini:

$$S1 = -0,131 + 0,048 + 0,011 + (-0,044) = -0,116$$

$$S2 = -0,131 + 0,048 + 0,044 + 0,111 = 0,072$$

$$S3 = 0,169 + (-0,152) + 0,044 + 0,243 = 0,304$$

$$S4 = 0,169 + (-0,052) + 0,011 + 0,011 = 0,139$$

$$S5 = -0,131 + 0,048 + 0,044 + 0,024 = -0,015$$

$$S6 = 0,069 + 0,048 + (-0,023) + 0,111 = 0,205$$

$$S7 = 0,069 + 0,048 + (-0,023) + (-0,024) = 0,070$$

$$S8 = -0,131 + 0,052 + (-0,011) + (-0,157) = -0,247$$

$$S9 = 0,169 + 0,048 + (-0,056) + (-0,024) = 0,137$$

$$S10 = 0,069 + 0,048 + (-0,023) + (-0,024) = 0,070$$

Alt	Nama Calon Kepala Cabang	Q -> S	Ranking
S3	Johan	0,304	1
S6	Suliasis	0,205	2
S4	Achen	0,139	3
S9	Septianus	0,137	4
S2	Aichin	0,072	5
S7	Suliem	0,070	6
S10	Limson	0,070	7
S5	Akpin	-0,015	8
S1	Awen	-0,116	9
S8	Nai	-0,247	10

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan Metode MABAC, **Johan** menempati **Rangking 1** dengan nilai **0,304**

6.7 Kesimpulan

Metode ini memiliki tingkat selektifitas yang baik karena dapat menentukan tujuan dari kriteria yang bertentangan. Dimana kriteria dapat bernilai menguntungkan (*benefit*) atau yang tidak menguntungkan (*cost*). Metode MABAC memiliki tingkat fleksibilitas dan kemudahan untuk dipahami dalam memisahkan bagian subjektif dari suatu proses evaluasi kedalam kriteria bobot keputusan dengan beberapa atribut pengambilan keputusan.

6.8 Latihan Soal

1. Apa yang dimaksud metode MABAC menggunakan sistem multi-objektif?
2. Mengapa metode MABAC lebih mudah dipahami dan diterapkan dalam pengambilan keputusan?
3. Masalah apa yang dapat dipecahkan dengan Metode MABAC saat awal diperkenalkan oleh Brauers dan Zavadkas?

DAFTAR REFERENSI

- Brauers, W. & Zavadskas, E. (2006). The MOORA Method and Its Application to Privatization in a Transition Economy by a New Method : the MOORA method. *Control and Cybernetics*, 35, pp. 445-469
- Brauers, W., Zavadskas, E., Peldschus, F. & Turskis Z.,(2008) Multi objective Decision-Making for Road Design Transport, 23(3),pp. 183-193
- Chakraborty S., (2011) Application of the MOORA method for Decision Making in Manufacturing Environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 54
- El-Santawy, M.F. & Ahmed, A.N. (2012) Analysis of Project Selection by Using SDV MOORA Approach. *Life Science Journal*, 9-2s,129-131
- Gadakh. V.S. (2011). Application of MOORA Method for Parametric Optimization of Milling Process. Vol 1, no 4, India: Martinus Nijhoff
- Kalibatas, D. and Turskis (2008) Multicriteria Evaluation of Inner Climate by Using MOORA Method. *Information Technology and Control*, 37(1), pp. 79-83
- Lootsma FA (1999) Multi-criteria Decision Analysis via Ratio and Application of the MOORA Method, *Proceedings of the 25th Difference Judgement*. Springer, London
- ROKHMANN, S., ROZI, I. F., & ASMARA, R. A. (2017). Pengembangan Sistem Penunjang Keputusan Penentuan UKT Mahasiswa dengan Menggunakan Metode Moora Studi Kasus Politeknik Negeri Malang. *Jurnal Informatika Polinema*, 3, 36–42.

BAB VII GROUP DECISION SUPPORT SYSTEM (GDSS)

7.1 Capaian dan Tujuan Pembelajaran

Setelah menempuh bab ini, mahasiswa mampu mengenal:

- a. Mengetahui Konsep Dasar Group Decision Support Sistem dan pengertian GDSS.
- b. Mengetahui perbedaan konsep DSS dan GDSS
- c. Mengenal metode-metode pemeringkatan antar grup-grup pengambil keputusan.
- d. Membuat contoh sederhana tentang penerapan Group Decision Support System

7.2 Ringkasan Materi

Materi ini akan memberikan gambaran secara umum tentang *Group Decision Support System* (GDSS) dan penerapannya pada kasus pengambilan keputusan. *Group Decision Support System* (GDSS) merupakan sebuah sistem berbasis perangkat lunak yang membantu pihak-pihak yang terlibat untuk menghasilkan konsensus tentang keputusan yang paling baik (Turban, 2011). Ada 2 tahap pengambilan keputusan pada GDSS, yaitu pengambilan keputusan individual dan pengambilan keputusan kelompok.

7.3 Pengertian Group Decision Support System (GDSS)

Dalam kehidupan sehari-hari, pengambilan keputusan seringkali melibatkan banyak pihak yang berdiskusi untuk menghasilkan sebuah keputusan. *Group Decision Support System* (GDSS) merupakan sebuah sistem berbasis perangkat lunak yang membantu pihak-pihak yang terlibat untuk menghasilkan konsensus tentang keputusan yang paling baik (Turban, 2011).

Dalam sebuah organisasi GDSS menyerupai sebuah ruangan rapat. Sebuah ruang rapat biasanya dilengkapi dengan alat-alat yang dapat mendukung jalannya diskusi. Sebagaimana sebuah ruang rapat di dunia nyata, GDSS dilengkapi dengan fitur-fitur pendukung untuk membantu pengambilan keputusan. GDSS ialah kombinasi dari komputer, komunikasi, dan teknologi keputusan yang digunakan untuk menemukan, merumuskan, dan memecahkan masalah dalam pertemuan kelompok (Cahyana, 2014).

Beberapa karakteristik dari GDSS, antara lain:

1. Memiliki tujuan untuk mendukung proses pengambil keputusan kelompok dengan memberikan subproses otomatis, menggunakan alat teknologi informasi.
2. Dirancang khusus sebagai sistem informasi, tidak hanya konfigurasi komponen sistem yang sudah ada. SPKK dapat dirancang untuk menyelesaikan satu jenis masalah atau berbagai keputusan organisasional tingkat kelompok.

3. Mendorong pembentukan ide, resolusi konflik, dan kebebasan berekspresi. Ini berisi bangunan mekanisme yang mencegah pengembangan perilaku kelompok negatif, seperti konflik destruktif dan miskomunikasi (Turban, 2011).

Nama lain dari GDSS antara lain:

1. Computer Support Cooperative Work (CSCW)
2. Computerized Collaborative Work Support
3. Electronic Meeting System

Beberapa contoh GDSS yang biasa digunakan adalah Lotus Notes, Microsoft Exchanges, Net Document Enterprise, Group System, dan VisionQuest.

7.4 Kelebihan GDSS

Penggunaan GDSS pada pengambilan keputusan memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

1. Adanya komunikasi secara paralel antar anggota kelompok.
2. Menawarkan kesempatan yang sama untuk memberikan ide dan opini.
3. Mengeliminasi adanya dominasi dari sebagian anggota kelompok.
4. Dapat diketahui dengan cepat adanya kesetujuan dan ketidaksetujuan terhadap opini dalam anggota kelompok.
5. Membantu mengatur jadwal pertemuan
6. Menyediakan kapabilitas dokumentasi otomatis secara efektif.

7.5 Perbandingan DSS dengan GDSS

Sebagai alat bantu pengambilan keputusan, GDSS memiliki karakteristik yang berbeda dengan Sistem Pendukung Keputusan biasa atau yang biasa disebut dengan *Decision Support System* (DSS). Berikut ini adalah perbandingan dari DSS dan GDSS:

Tabel 7.1 Perbandingan DSS dan GDSS

	DSS	GDSS
Cakupan pengambilan keputusan	Pengambil keputusan cakupannya hanya untuk level manajemen senior.	Pengambilan keputusan untuk menunjang keputusan kelompok.
Pihak yang terlibat dalam pengambilan keputusan.	DSS merupakan sistem yang dapat mendukung dalam pengambilan keputusan oleh	GDSS adalah sistem berdasarkan komputer yang interaktif yang memudahkan

	pihak manajemen senior dalam melakukan aktifitas yang sedang berjalan.	pemecahan atas masalah tak terstruktur oleh beberapa (set) pembuat keputusan yang bekerja sama sebagai suatu kelompok
Penerapan sistem	Tujuan yang dicapai dari DSS adalah membantu manajer untuk membuat keputusan dalam memecahkan suatu masalah semi-terstruktur, dan juga meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan manajer.	GDSS bisa berlaku atau diterapkan ke berbagai situasi keputusan kelompok, yang meliputi panel review, task force meeting,, pekerja jarak jauh, dan sebagainya. Aktifitas dasar yang terjadi di kelompok manapun dan yang memerlukan dukungan komputer adalah pemanggilan informasi, pembagian informasi, dan penggunaan informasi.

7.6 Tahap-tahap Pengambilan Keputusan pada GDSS

Proses pengambilan keputusan pada GDSS terdiri atas 2 tahap, yaitu pengambilan keputusan individual (*individual decision*) dan pengambilan keputusan kelompok (*group decision*) (Ogiana et. al, 2017). Penjelasan dari keduanya adalah sebagai berikut:

a. Pengambilan Keputusan Individual

Tahap ini melibatkan masing-masing *decision maker* yang bertugas memberi skor tiap kriteria untuk masing-masing alternatif. Skor dari tiap *decision maker* diolah dengan menggunakan metode-metode yang biasa digunakan pada Sistem Pendukung Keputusan biasa, misalnya SAW, AHP, TOPSIS, dan sebagainya. Hasil akhir dari tahap ini adalah sejumlah skor preferensi (V) dari masing-masing alternatif yang akan diolah kembali pada tahap selanjutnya.

b. Pengambilan Keputusan Kelompok

Tahap ini dilakukan untuk memilih salah satu alternatif yang terbaik berdasarkan skor preferensi yang diperoleh dari tahap sebelumnya. Perhitungan skor akhir masing-masing alternatif dilakukan dengan sebuah metode *voting*, misalnya Borda, Hare Quota, atau

Copeland Score. Hasil akhir dari tahap ini adalah alternatif yang terbaik menurut perhitungan dengan metode *voting*.

7.7 Metode pemeringkatan dalam grup-grup pengambil keputusan

Metode pemberian peringkat dalam konsep Grup Decision Support System (GDSS) biasanya digunakan untuk menggabungkan preferensi atau peringkat dari berbagai pengambil keputusan dalam satu kelompok. Berikut adalah beberapa metode yang umum digunakan:

1. Metode Borda

Metode Borda adalah teknik voting yang mengurutkan pilihan berdasarkan preferensi setiap anggota kelompok. Dalam metode ini setiap pemilih memberikan peringkat kepada semua opsi.

- Opsi yang paling disukai mendapatkan poin tertinggi, sementara opsi yang kurang disukai mendapat poin lebih rendah.
- Setelah semua peringkat dikumpulkan, poin dari masing-masing pemilih dijumlahkan, dan opsi dengan total poin tertinggi menjadi pemenang.

Kelebihan:

- Menghargai semua peringkat.
- Menghindari dominasi oleh satu pemilih.
- Kekurangan:

Kekurangan:

- Rentan terhadap manipulasi strategi.

2. Metode Copeland

Metode Copeland menggunakan pendekatan perbandingan pasangan (*pairwise comparison*). Dalam metode ini:

- Setiap opsi dibandingkan dengan setiap opsi lainnya dalam satu lawan satu.
- Untuk setiap perbandingan, opsi yang menang diberi 1 poin, yang kalah diberi 0 poin, dan jika imbang diberi 0,5 poin.
- Opsi dengan skor Copeland tertinggi (menang lebih banyak dalam perbandingan) menjadi pemenang.

Kelebihan:

- Mengambil perbandingan langsung antar-opsi.
- Mengurangi efek ekstrem dari preferensi individu.

Kekurangan:

- Mungkin tidak mencerminkan secara penuh preferensi keseluruhan pemilih.

3. Metode Condorcet

Metode ini mencari pemenang Condorcet, yaitu opsi yang dapat mengalahkan semua opsi lainnya dalam perbandingan satu lawan satu. Jika ada opsi yang dapat memenangkan semua perbandingan pasangan, itu akan dianggap sebagai pemenang Condorcet.

Kelebihan:

- Menghasilkan pilihan yang disetujui secara luas oleh mayoritas.

Kekurangan:

- Tidak selalu menghasilkan pemenang jika siklus preferensi terjadi (paradoks Condorcet).

4. Metode Pluralitas

Metode pluralitas adalah metode voting di mana setiap pemilih memilih satu opsi yang paling disukai, dan opsi dengan suara terbanyak menjadi pemenang.

Kelebihan:

- Sederhana dan cepat.
- Mudah diterapkan.
- Kekurangan:

Kekurangan

- Tidak memperhitungkan preferensi lebih rendah.
- Bisa menghasilkan pemenang yang tidak merepresentasikan mayoritas secara keseluruhan.

5. Metode Skor Rata-Rata (Average Ranking)

Dalam metode ini, setiap anggota kelompok memberikan peringkat kepada opsi-opsi yang tersedia, dan skor rata-rata dari semua anggota dihitung. Opsi dengan skor rata-rata terbaik menjadi pemenang.

Kelebihan:

- Menggabungkan semua preferensi pemilih.
- Menghasilkan nilai rata-rata yang lebih representatif.

Kekurangan:

- Pemilih dengan preferensi kuat bisa mendapatkan pengaruh besar.

6. Metode Pemilihan Mayoritas

Ini adalah metode sederhana di mana pemenang adalah opsi yang menerima suara mayoritas (lebih dari setengah) dalam perbandingan. Jika tidak ada yang mencapai mayoritas, biasanya ada putaran kedua atau pemilihan ulang.

Kelebihan:

- Sederhana dan transparan.

Kekurangan:

- Tidak selalu representatif jika ada banyak opsi yang dibagi rata.

Masing-masing metode ini memiliki keunggulan dan kelemahan tersendiri tergantung pada konteks penggunaan dan karakteristik kelompok pengambil keputusan.

7.8 Studi Kasus Group Decision Support System (GDSS)

Universitas XYZ membutuhkan sebuah *Group Decision Support System* untuk menentukan mahasiswa yang terpilih sebagai Mahasiswa Berprestasi. Metode yang digunakan adalah SAW dan Borda. Ada 3 *decision maker* yang melakukan penilaian, yaitu Ketua Jurusan, Kepala Bidang Akademik, dan Pembantu Rektor Bidang Kemahasiswaan.

Kriteria penilaian yang digunakan, antara lain prestasi akademik (C1), keaktifan di organisasi (C2), prestasi lain (C3), dan kedisiplinan (C4). Skor setiap kriteria untuk tiap alternatif dari Ketua Jurusan, Kepala Bidang Akademik, dan Pembantu Rektor Bidang Kemahasiswaan adalah:

1. Penilaian dari Ketua Jurusan

Tabel 7.2 Penilaian dari Ketua Jurusan

	C1	C2	C3	C4
Cantika	4	4	3	5
Angga	4	5	3	4
Rania	4	4	4	5

2. Penilaian dari Kepala Bidang Akademik

Tabel 7.3 Penilaian dari Kepala Bidang Akademik

	C1	C2	C3	C4
Cantika	5	5	3	5
Angga	4	5	5	3
Rania	4	5	3	4

3. Penilaian dari Pembantu Rektor Bidang Kemahasiswaan

Tabel 7.4 Penilaian dari Pembantu Rektor Bidang Kemahasiswaan

	C1	C2	C3	C4
Cantika	5	4	3	5
Angga	3	5	5	3
Rania	4	5	3	4

Bobot dari setiap kriteria penilaian, antara lain:

Tabel 7.5 Bobot dari setiap kriteria

Kriteria	Bobot Kriteria
C1	20
C2	27
C3	28
C4	25

Proses pengambilan keputusan yang dilakukan terbagi atas 2 tahap, yaitu pengambilan keputusan individual dan pengambilan keputusan kelompok. Pengambilan keputusan individual dilakukan dengan metode SAW dan dilakukan oleh setiap *decision maker*. Skor yang didapatkan dari tahap ini akan diolah kembali pada tahap pengambilan keputusan kelompok dengan menggunakan Metode Borda.

1) Tahap Pengambilan Keputusan Individual

Pada tahap ini, akan dihitung skor preferensi masing-masing alternatif berdasarkan 3 set skor yang telah diberikan oleh ketiga *decision maker*. Perhitungan skor preferensi dilakukan dengan metode WSM. Pertama akan dilakukan normalisasi skor dengan persamaan:

a. Untuk Atribut Benefit :

$$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\max_i(S_{ij})}$$

b. Untuk Atribut Cost :

$$r_{ij} = \frac{\min_i(S_{ij})}{S_{ij}}$$

Keterangan:

- R_{ij} : skor ternormalisasi untuk kriteria j pada alternatif i
- S_{ij} : skor kriteria j pada alternatif i sebelum dinormalisasikan
- i : alternatif
- j : kriteria

Skor masing-masing kriteria yang sudah dinormalisasi, yaitu:

a) Penilaian dari Ketua Jurusan

Tabel 7.6 Skor normalisasi kriteria penilaian dari Ketua Jurusan

	C1	C2	C3	C4
Cantika	1	0.8	0.75	1
Angga	1	1	0.75	0.8
Rania	1	0.8	1	1

b) Penilaian dari Kepala Bidang Akademik

Tabel 7.7 Skor normalisasi kriteria penilaian dari Kepala Bidang Akademik

	C1	C2	C3	C4
Cantika	1	1	0.6	1
Angga	0.8	1	1	0.6
Rania	0.8	1	0.6	0.8

c) Penilaian dari Pembantu Rektor Bidang Kemahasiswaan

Tabel 7.8 Skor normalisasi kriteria penilaian dari Rektor Bidang Kemahasiswaan

	C1	C2	C3	C4
Cantika	1	0.8	0.6	1
Angga	0.6	1	1	0.6
Rania	0.8	1	0.6	0.8

Selanjutnya, akan dilakukan perhitungan skor preferensi (V) untuk tiap alternatif. Skor preferensi dihitung dengan persamaan umum Metode WSM, yaitu:

$$V_i = \sum_{j=1}^M w_j r_{ij} \quad , i = 1, 2, 3, \dots, N$$

Keterangan:

V_i : skor akhir alternatif i

w_j : bobot masing-masing kriteria

r_{ij} : skor ternormalisasi untuk alternatif i pada masing-masing kriteria

M : jumlah kriteria

N : jumlah alternatif

Dari perhitungan ini, akan didapatkan 3 set skor preferensi, yaitu:

1) Penilaian dari Ketua Jurusan

Tabel 7.9 Skor preferensi penilaian dari Ketua Jurusan

	Skor Preferensi	Ranking
Cantika	87.6	3
Angga	88	2
Rania	94.6	1

2) Penilaian dari Kepala Bidang Akademik

Tabel 7.10 Skor preferensi penilaian dari Bidang Akademik

	Skor Preferensi	Ranking
Cantika	88.8	1
Angga	86	2
Rania	79.8	3

3) Penilaian dari Pembantu Rektor Bidang Kemahasiswaan

Tabel 7.11 Skor preferensi penilaian dari Rektorr Bidang Kemahasiswaan

	Skor Preferensi	Ranking
Cantika	83.4	1
Angga	82	2
Rania	79.8	3

2) Tahap Pengambilan Keputusan Kelompok

Pada tahap ini, perhitungan skor akhir masing-masing alternatif dilakukan dengan Metode Borda. Setiap alternatif memiliki ranking yang menunjukkan peringkatnya berdasarkan perhitungan dengan Metode WSM yang ditampilkan pada tabel skor preferensi pada bagian sebelumnya. Selain ranking, tiap alternatif juga memiliki Bobot Borda, yaitu nilai yang menunjukkan urutan dari tiap alternatif tersebut bila dihitung secara terbalik. Sebagai contoh, Bobot Borda dari ketiga alternatif yang dinilai menurut penilaian dari Kepala Bidang Akademik adalah:

Tabel 7.12 Bobot Borda dari ketiga alternatif

	Skor Preferensi	Bobot Borda
Cantika	88.8	3
Angga	86	2
Rania	79.8	1

Kemudian dilakukan penjumlahan skor preferensi pada ranking yang sama, misalnya skor Alternatif 1 (Cantika) yang memperoleh ranking 1 dari *decision maker* 1 dan 2. Hasil penjumlahan tersebut kemudian dikalikan dengan bobot Borda, yaitu 3.

Contoh:

Pada Alternatif 1 (Cantika) skor untuk kolom ranking 1 adalah:

$$(88,8 + 83,4) \times 3 = 516,6$$

Sedangkan untuk kolom ranking 3 adalah:

$$87,6 \times 1 = 87,6$$

Hasil perhitungan di atas dimasukkan pada tabel perhitungan Borda di bawah ini:

Tabel 7.13 Hasil perhitungan Borda

Alternatif	Ranking			Poin Borda	Nilai Borda	Rank
	1	2	3			
Cantika	516.60	0.00	87.6	604.200	0.387	1
Angga	0.0	512.000	0.000	512.000	0.328	2
Rania	283.80	0	159.600	443.400	0.284	3
Bobot Borda	3	2	1	1559.600		

Setelah kolom ranking pada tabel di atas terisi semua, nilai setiap baris dijumlahkan untuk mendapatkan Poin Borda. Poin Borda pada setiap alternatif dibagi dengan penjumlahan semua Poin Borda untuk menghasilkan Nilai Borda. Hasil perhitungan Poin Borda dan Nilai Borda dapat dilihat juga pada tabel di atas.

Selanjutnya, dilakukan perankingan alternatif berdasarkan Nilai Borda tersebut. Hasilnya, alternatif yang memperoleh Nilai Borda tertinggi adalah Alternatif 1 (Cantika), dengan nilai **0,387**. Dengan demikian, mahasiswa yang terpilih sebagai Mahasiswa Berprestasi di Universitas XYZ adalah **Cantika**.

7.9 Kesimpulan

Group Decision Support System (GDSS) merupakan sebuah sistem yang membantu pihak-pihak yang terlibat untuk menghasilkan konsensus tentang keputusan yang paling baik (). *Group Decision Support System* terdiri atas 2 tahapan, yaitu pengambilan keputusan individual dan pengambilan keputusan kelompok.

7.10 Latihan Soal

1. Sebutkan pengertian dari Group Decision Support System (GDSS)!
2. Sebutkan 3 contoh dari aplikasi GDSS!
3. Jelaskan tentang tahapan pengambilan keputusan pada GDSS!
4. Sebutkan 3 contoh algoritma voting yang biasa digunakan pada GDSS!

DAFTAR REFERENSI

- Cahyana, N.H. & Aribowo, A. S. (2014). "Group Decision Support System (Gdss) untuk Menentukan Prioritas Proyek". *TELEMATIKA*, Vol. 10, No. 2, Halaman 147-152
- Ogiana, G., Wirastuti, N. M., & Ariastina, W. G. (2017). Group Decision Support System (GDSS) untuk Evaluasi Penawaran Pekerjaan Konstruksi Menggunakan Metode AHP dan Borda. *Teknologi Elektro*, Vol. 16, No. 3
- Turban, Efraim & Aronson, Jay E. 2007. *Decision Support System and Intelligent Systems*. 8th edition. New Jersey, USA: Prentice Hall

BAB VIII FUZZY INFERENCE SYSTEM

8.1 Capaian dan Tujuan Pembelajaran

Setelah menempuh bab ini, mahasiswa mampu mengenal:

1. Pengertian Fuzzy Inference System (FIS)
2. Mahasiswa dapat mengetahui pengertian dan tujuan fuzzy dalam SPK
3. Tujuan Penerapan *Fuzzy Inference System* (FIS) pada Sistem Pendukung Keputusan
4. Mahasiswa mengetahui jenis-jenis fuzzy termasuk Fuzzy Inference System : Fuzzy Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani
5. Mampu menerapkan solusi perhitungan *Fuzzy Inference System* dalam implementasi SPK.

8.2 Ringkasan Materi

Materi ini akan memberikan gambaran secara umum terkait *Fuzzy Inference System* (FIS) pada sistem pendukung keputusan yaitu kerangka kerja perhitungan berdasarkan konsep teori himpunan *fuzzy* dan pemikiran *fuzzy* yang digunakan dalam penarikan kesimpulan atau suatu keputusan (Kusumadewi,2006). Dalam hal ini, *Fuzzy Inference System* (FIS) menjadi metode membantu pengambil keputusan pada situasi dimana terdapat banyak kriteria dan beberapa alternatif.

8.3 Fuzzy Inference System dan Penerapannya pada Sistem Pendukung Keputusan

Logika fuzzy adalah salah satu cabang dari AI (*Artificial Intelligence*). Logika fuzzy merupakan modifikasi dari teori himpunan dimana setiap anggotanya memiliki derajat keanggotaan yang bernilai kontinu antara 0 sampai 1. Sejak ditemukan pertama kali oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965, logika fuzzy telah digunakan pada lingkup domain permasalahan yang cukup luas, salah satunya dalam pengambilan keputusan (Kusumadewi, 2005). *Fuzzy Inference System* (FIS) pada sistem pendukung keputusan yaitu kerangka kerja perhitungan berdasarkan konsep teori himpunan fuzzy dan pemikiran fuzzy yang digunakan dalam penarikan kesimpulan atau suatu keputusan (Kusumadewi,2006).

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

a. Variabel Fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy.

b. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik

(bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

d. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

logika fuzzy telah digunakan pada lingkup domain permasalahan yang cukup luas, seperti kendali proses, klasifikasi dan pencocokan pola, manajemen dan *pengambil keputusan*, riset operasi, ekonomi dan lain lain. Sehingga FIS dapat digunakan dalam penarikan kesimpulan atau suatu keputusan dalam sistem pendukung keputusan.

8.4 Metode Fuzzy Tsukamoto

Metode Tsukamoto yaitu metode perluasan dari penalaran monoton, output direpresentasikan dengan tegas(crisp) berdasarkan α -predikat (*fire strenght*). Hasil akhir diperoleh menggunakan rata-rata terbobot. Karakteristik: Konsekuen dari setiap aturan if-then fuzzy direpresentasikan dengan himpunan fuzzy monoton(Kusumadewi,2003).

Operasi dari sistem pakar Fuzzy Tsukamoto tergantung dari eksekusi 4 fungsi utama:

1. **Fuzzification** definisi dari himpunan fuzzy dan penentuan derajat keanggotaan dari *crisp input* pada sebuah himpunan fuzzy
2. **Inferensi**: evaluasi kaidah/aturan/rule fuzzy untuk menghasilkan output dari tiap rule
3. **Composisi**: agregasi atau kombinasi dari keluaran semua rule
4. **Defuzzification**: perhitungan *crisp output*

8.5 Metode Fuzzy Sugeno

Metode *sugeno* ini merupakan metode *inference fuzzy* untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF-THEN, dimana output sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa persamaan linier atau konstanta. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985 (Kusumadewi,2003).

Ada 2 model fuzzy metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

a. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model Fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah:

IF(x_1 is A_1)O(x_2 is A_2)O(x_3 is A_3)O.....O(x_N is A_N) THEN $z=k$

dengan A_1 adalah himpunan Fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

b. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model Fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah:

$$\text{IF}(x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$$

dengan A_1 adalah himpunan Fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata.

Langkah dalam metode Sugeno, sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi

Pada tahapan ini variabel input (*crisp*) dari sistem fuzzy ditransfer ke dalam himpunan fuzzy untuk dapat digunakan dalam perhitungan nilai kebenaran dari premis pada setiap aturan dalam basis pengetahuan.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Aplikasi Fungsi Implikasi Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah sebagai berikut: IF x is A THEN y is B Dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy.

3. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut.

8.6 Contoh Kasus Penerapan Metode Tsukamoto dan Metode Sugeno pada Sistem Pendukung Keputusan

a. Studi kasus SPK dengan Fuzzy Tsukamoto

Suatu perusahaan akan memproduksi powerbank jenis XZ. Dari data 2 bulan terakhir, permintaan terbesar mencapai 2000 buah/hari dan yang terkecil 500 buah/hari. Persediaan di gudang, terbanyak mencapai 300 buah/hari, dan terkecil 100 buah/hari. Sampai saat ini, perusahaan mampu memproduksi maksimal 4000 buah/hari, dan untuk efisiensi mesin, minimal harus memproduksi 500 buah/hari. Berapa powerbank jenis XZ yang harus diproduksi bila permintaan (x)

mencapai 1800 buah dan persediaan di gudang (y) masih 250 buah. Apabila proses produksi menggunakan 4 aturan fuzzy sebagai berikut:

[R1]	IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang BERKURANG
[R2]	IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang BERKURANG
[R3]	IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang BERTAMBAH
[R4]	IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang BERTAMBAH

Gambar 8.1 Aturan fuzzy

Penyelesaian:

Berdasarkan soal di atas, ada 3 variabel fuzzy yang akan dimodelkan, yaitu **permintaan, persediaan, dan kuota produksi.**

Langkah 1: Fuzzification (Mendefinisikan Variable Permintaan)

1. Variabel Permintaan

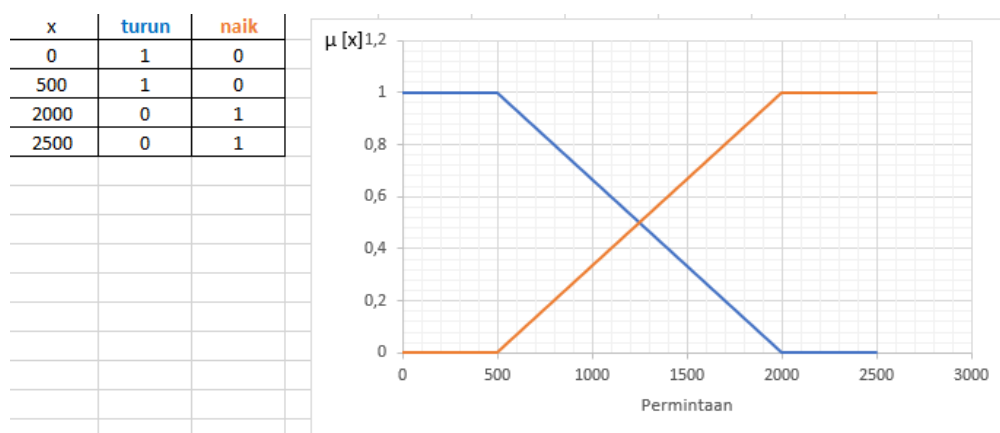
“Permintaan terbesar mencapai 2000 buah/hari (max) dan yang terkecil 500 buah/hari (min).”

Variabel permintaan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu TURUN dan NAIK. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy TURUN dan NAIK :

$$\mu_{\text{Pmt TURUN}}[X] = \begin{cases} 1 & X \leq X_{\min} \\ \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}} & X_{\min} \leq X \leq X_{\max} \\ 0 & X \geq X_{\max} \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Pmt NAIK}}[X] = \begin{cases} 0 & X \leq X_{\min} \\ \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} & X_{\min} \leq X \leq X_{\max} \\ 1 & X \geq X_{\max} \end{cases}$$

Gambar 8.2 Rumus variable permintaan



Gambar 8.3 Grafik variable permintaan

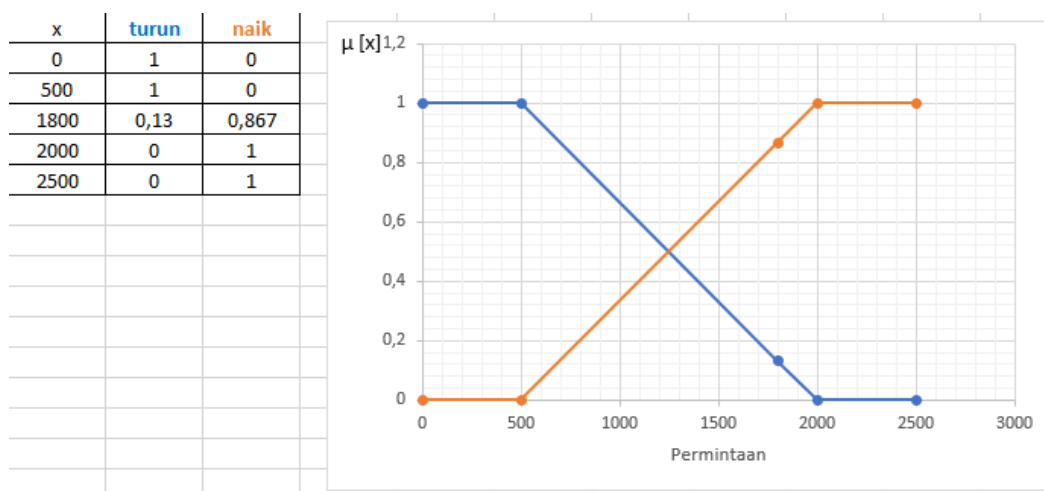
Permintaan TURUN:		Permintaan NAIK:	
Permintaan	Derajat Keanggotaan	Permintaan	Derajat Keanggotaan
$x \leq 500$	1	$x \leq 500$	0
$500 \leq x \leq 2000$	$(2000-x)/(2000-500)$	$500 \leq x \leq 2000$	$(x-500)/(2000-500)$
$x \geq 2000$	0	$x \geq 2000$	1

Gambar 8.4 Permintaan setiap derajat keanggotaan

Permintaan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu TURUN dan NAIK. Keduanya menggunakan fungsi keanggotaan kurva berbentuk bahu.

Diketahui permintaan (x) mencapai 1800, maka:

$\mu_{PMTTURUN}(1800) =$	0,133333	$= (2000-1800)/(2000-500)$
$\mu_{PMTNAIK}(1800) =$	0,866667	$= (1800-500)/(2000-500)$



Gambar 8.5 Kurva keanggotaan

2. Variable Persediaan

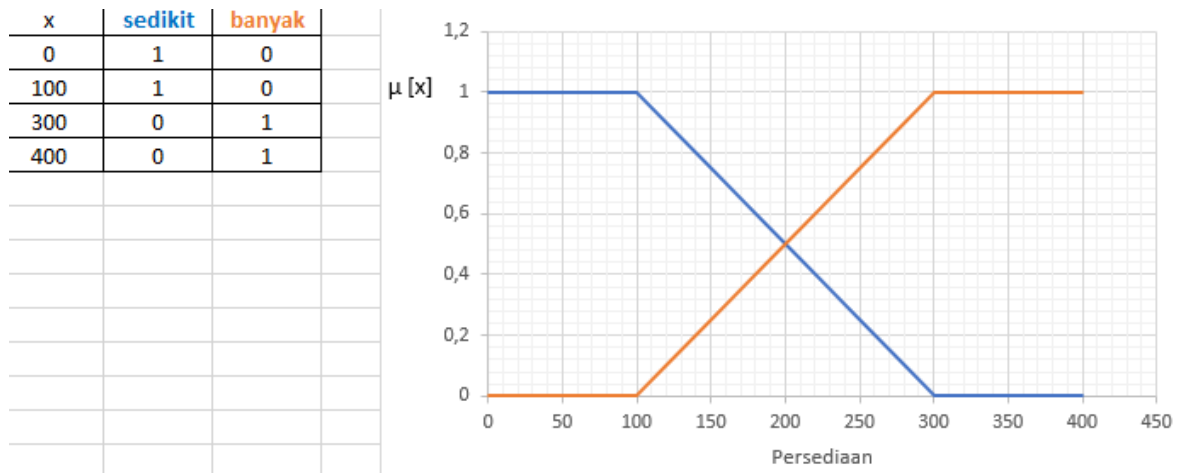
“Persediaan di gudang, terbanyak mencapai 300 buah/hari(max), dan terkecil 100 buah/hari(min).”

Variabel Persediaan terdiri dari 2 himpunan fuzzy, yaitu SEDIKIT dan BANYAK. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy SEDIKIT dan BANYAK :

$$\mu_{\text{Psd SEDIKIT}}[Y] = \begin{cases} 1 & Y \leq Y_{\min} \\ \frac{Y_{\max} - Y}{Y_{\max} - Y_{\min}} & Y_{\min} \leq Y \leq Y_{\max} \\ 0 & Y \geq Y_{\max} \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Psd BANYAK}}[Y] = \begin{cases} 0 & Y \leq Y_{\min} \\ \frac{Y - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} & Y_{\min} \leq Y \leq Y_{\max} \\ 1 & Y \geq Y_{\max} \end{cases}$$

Gambar 8.6 Rumus himpunan fuzzy Sedikit dan Banyak



Gambar 8.7 Kurva himpunan fuzzy Sedikit dan Banyak

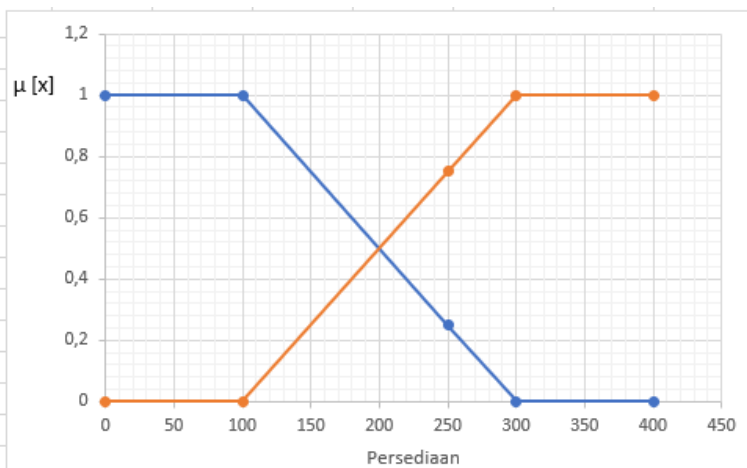
Persediaan SEDIKIT		Persediaan BANYAK	
Persediaan	Derajat Keanggotaan	Persediaan	Derajat Keanggotaan
$y \leq 100$	1	$y \leq 100$	0
$100 \leq y \leq 300$	$(300 - y) / (300 - 100)$	$100 \leq y \leq 300$	$(y - 100) / (300 - 100)$
$y \geq 300$	0	$y \geq 300$	1

Gambar 8.8 Derajat keanggotaan himpunan fuzzy Sedikit dan Banyak

Persediaan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu SEDIKIT dan BANYAK. Keduanya menggunakan fungsi keanggotaan kurva berbentuk bahu.

Diketahui persediaan (y) mencapai 250, maka:			
$\mu_{\text{Psd SEDIKIT}}(250) =$	0,25	$= (300 - 250) / (300 - 100)$	
$\mu_{\text{Psd BANYAK}}(250) =$	0,75	$= (250 - 100) / (300 - 100)$	

x	sedikit	banyak
0	1	0
100	1	0
250	0,25	0,75
300	0	1
400	0	1



Gambar 8.9 Kurva keanggotaan

3. Variable Kuota Produksi

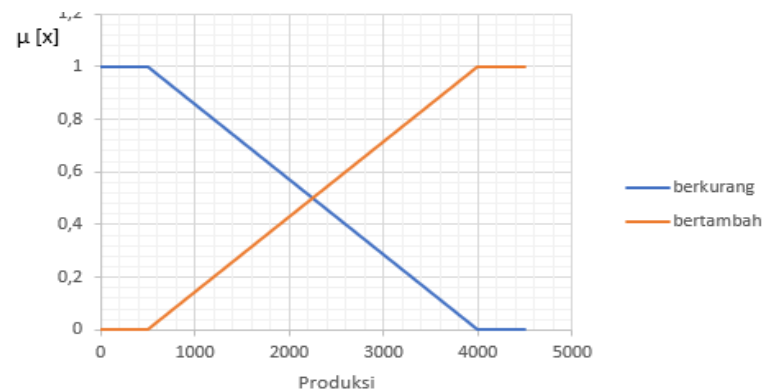
Kuota produksi terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu BERKURANG dan BERTAMBAH. Keduanya menggunakan fungsi keanggotaan kurva berbentuk bahu.

“Perusahaan mampu memproduksi maksimal 4000 buah/hari, minimal harus produksi 500 buah/hari(min)”

Kuota Produksi BERKURANG:		Kuota Produksi BERTAMBAH:	
Permintaan	Derajat Keanggotaan	Permintaan	Derajat Keanggotaan
$z \leq 500$	1	$z \leq 500$	0
$500 \leq z \leq 4000$	$(4000 - z) / (4000 - 500)$	$500 \leq z \leq 4000$	$(z - 500) / (4000 - 500)$
$z \geq 4000$	0	$z \geq 4000$	1

Gambar 8.10 Derajat keanggotaan himpunan fuzzy berkurang dan bertambah

0	1	0
500	1	0
4000	0	1
4500	0	1



Gambar 8.11 Kurva himpunan fuzzy berkurang dan bertambah

Z= berapa jumlah yang di produksi perusahaan ?

Langkah 2: INFERENSI/ RULE

Dari uraian sebelumnya terbentuk 3 himpunan fuzzy yaitu:

1. permintaan TURUN, permintaan NAIK,
2. persediaan SEDIKIT, persediaan BANYAK,
3. Produksi BERKURANG, produksi BERTAMBAH.

Diperoleh 4 aturan/rule fuzzy sebagai berikut:

- [R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang BERKURANG
- [R2] IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang BERKURANG
- [R3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang BERTAMBAH
- [R4] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang BERTAMBAH

Langkah 3: Komposisi (produksi berkurang [R1])

Berdasarkan 4 aturan/rule fuzzy sebelumnya, maka ditentukan nilai α dan z untuk masing-masing aturan. Langkah-langkah untuk mengkonversi empat aturan tersebut sehingga diperoleh nilai dari α dan z dari setiap aturan.

[R1] JIKA Permintaan TURUN, dan Persediaan BANYAK, MAKA Produksi Barang BERKURANG;

(Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1 adalah yang minimal)

$$\begin{aligned}\alpha\text{-Predikat1} &= \mu_{\text{PMTTURUN}}[x] \cap \mu_{\text{PSDBANYAK}}[y] \\ &= \min(\mu_{\text{PMTTURUN}}[x], \mu_{\text{PSDBANYAK}}[y]) \\ &= \min(\mu_{\text{PMTTURUN}}[1800], \mu_{\text{PSDBANYAK}}[250]) \\ &= \min(0.13333, 0.75) \\ &= 0.13333\end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang **BERKURANG** pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut:

$$\frac{Z_{\max} - Z_1}{Z_{\max} - Z_{\min}} = \alpha_1$$

$$Z_1 = Z_{\max} - \alpha_1 (Z_{\max} - Z_{\min})$$

$$Z_1 = 4000 - (0.13333 * (4000 - 500))$$

$$Z_1 = 4000 - 467$$

$$Z_1 = 3533$$

[R2] JIKA Permintaan TURUN, dan Persediaan SEDIKIT, MAKA Produksi Barang BERKURANG;

(Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1 adalah yang minimal)

$$\begin{aligned}\alpha\text{-Predikat1} &= \mu_{\text{PMTTURUN}}[x] \cap \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[y] \\ &= \min(\mu_{\text{PMTTURUN}}[x], \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[y]) \\ &= \min(\mu_{\text{PMTTURUN}}[1800], \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[250]) \\ &= \min(0.13333, 0.25) \\ &= 0.13333\end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang **BERKURANG** pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut

$$\frac{Z_{\max} - Z_2}{Z_{\max} - Z_{\min}} = \alpha_2$$

$$Z_2 = Z_{\max} - \alpha_2 (Z_{\max} - Z_{\min})$$

$$Z_2 = 4000 - (0.13333 \cdot (4000 - 500))$$

$$Z_2 = 4000 - 467$$

$$Z_2 = 3533$$

[R3] JIKA Permintaan NAIK, dan Persediaan BANYAK, MAKA Produksi Barang BERTAMBAH;

(Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1 adalah yang minimal)

$$\begin{aligned}\alpha\text{-Predikat3} &= \mu_{\text{PMTNAIK}}[x] \cap \mu_{\text{PSDBANYAK}}[y] \\ &= \min(\mu_{\text{PMTNAIK}}[x], \mu_{\text{PSDBANYAK}}[y]) \\ &= \min(\mu_{\text{PMTNAIK}}[1800], \mu_{\text{PSDBANYAK}}[250]) \\ &= \min(0.866667, 0.75) \\ &= 0.75\end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang **BERTAMBAH** pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut:

$$\frac{Z_3 - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}} = \alpha_3$$

$$Z_3 = \alpha_3 (Z_{\max} - Z_{\min}) + Z_{\min}$$

$$Z_3 = (0.75 \cdot (4000 - 500)) + 500$$

$$Z_3 = 2625 + 500$$

$$Z_3 = 3125$$

[R4] JIKA Permintaan NAIK, dan Persediaan SEDIKIT, MAKA Produksi Barang BERTAMBAH;

(Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1 adalah yang minimal)

$$\begin{aligned}\alpha\text{-Predikat3} &= \mu_{\text{PMTNAIK}}[x] \cap \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[y] \\ &= \min(\mu_{\text{PMTNAIK}}[x], \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[y]) \\ &= \min(\mu_{\text{PMTNAIK}}[1800], \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[250]) \\ &= \min(0,866667, 0.25) \\ &= 0.25\end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang **BERTAMBAH** pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut:

$$\frac{Z_4 - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}} = \alpha_4$$

$$Z_4 = \alpha_4 (Z_{\max} - Z_{\min}) + Z_{\min}$$

$$Z_4 = (0,25 * (4000 - 500)) + 500$$

$$Z_4 = 875 + 500$$

$$Z_4 = 1375$$

Langkah 4: Defuzzification

Pada metode tsukamoto, untuk menentukan output crisp, digunakan defuzifikasi rata-rata terpusat, yaitu:

$$\begin{aligned}Z &= \frac{\alpha\text{-Predikat1} * z_1 + \alpha\text{-Predikat2} * z_2 + \alpha\text{-Predikat3} * z_3 + \alpha\text{-Predikat4} * z_4}{\alpha\text{-Predikat1} + \alpha\text{-Predikat2} + \alpha\text{-Predikat3} + \alpha\text{-Predikat4}} \\ &= \frac{(0,1333 * 35,333) + (0,1333 * 35,333) + (0,75 * 3125) + (0,25 * 1375)}{0,1333 + 0,1333 + 0,75 + 0,25} \\ &= \mathbf{2865,570175}\end{aligned}$$

Jadi jumlah power bank jenis XZ yang maksimal bisa diproduksi menurut Metode Tsukamoto adalah **2866** buah power bank.

b. Studi kasus SPK dengan Fuzzy Sugeno

Suatu perusahaan akan memproduksi powerbank jenis XZ. Dari data 2 bulan terakhir, permintaan terbesar mencapai 2000 buah/hari dan yang terkecil 500 buah/hari. Persediaan di gudang, terbanyak mencapai 300 buah/hari, dan terkecil 100 buah/hari. Sampai saat ini, perusahaan mampu memproduksi maksimal 4000 buah/hari, dan untuk efisiensi mesin, minimal harus memproduksi 500

buah/hari. Berapa powerbank jenis XZ yang harus diproduksi bila permintaan (x) mencapai 1800 buah dan persediaan di gudang (y) masih 250 kemasan dengan asumsi bahwa jumlah permintaan selalu lebih tinggi dibanding jumlah persediaan. apabila proses produksi menggunakan 4 aturan fuzzy sebagai berikut:

- [R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK,
THEN Produksi Barang = Permintaan-Persediaan
- [R2] IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT, THEN Produksi Barang=Permintaan
- [R3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK, THEN Produksi Barang=Permintaan
- [R4] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT,
THEN Produksi Barang=1,25*Permintaan-Persediaan

Penyelesaian:

Berdasarkan soal di atas, ada 3 variabel fuzzy yang akan dimodelkan, yaitu permintaan, persediaan, dan kuota produksi.

Langkah 1: Fuzzification

1. Variable Permintaan

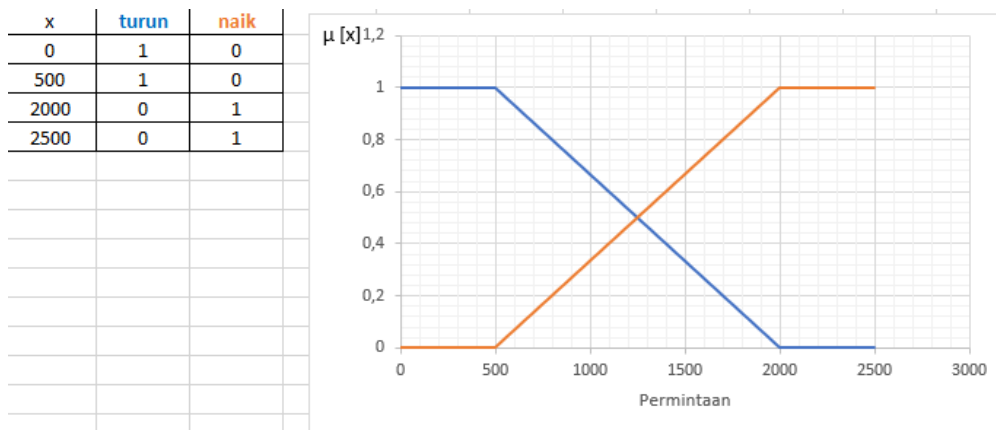
“Permintaan terbesar mencapai 2000 buah/hari (max) dan yang terkecil 500 buah/hari (min)”

Variabel Permintaan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu TURUN dan NAIK. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy TURUN dan NAIK :

$$\mu_{Pmt\ TURUN}[X] = \begin{cases} 1 & , X \leq X_{min} \\ \frac{X_{max} - X}{X_{max} - X_{min}} & , X_{min} \leq X \leq X_{max} \\ 0 & , X \geq X_{max} \end{cases}$$

$$\mu_{Pmt\ NAIK}[X] = \begin{cases} 0 & , X \leq X_{min} \\ \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} & , X_{min} \leq X \leq X_{max} \\ 1 & , X \geq X_{max} \end{cases}$$

Gambar 8.12 Fungsi keanggotaan fuzzy turun dan naik



Gambar 8.13 Kurva himpunan fuzzy naik dan turun

Permintaan TURUN:		Permintaan NAIK:	
Permintaan	Derajat Keanggotaan	Permintaan	Derajat Keanggotaan
$x \leq 500$	1	$x \leq 500$	0
$500 \leq x \leq 2000$	$(2000-x)/(2000-500)$	$500 \leq x \leq 2000$	$(x-500)/(2000-500)$
$x \geq 2000$	0	$x \geq 2000$	1

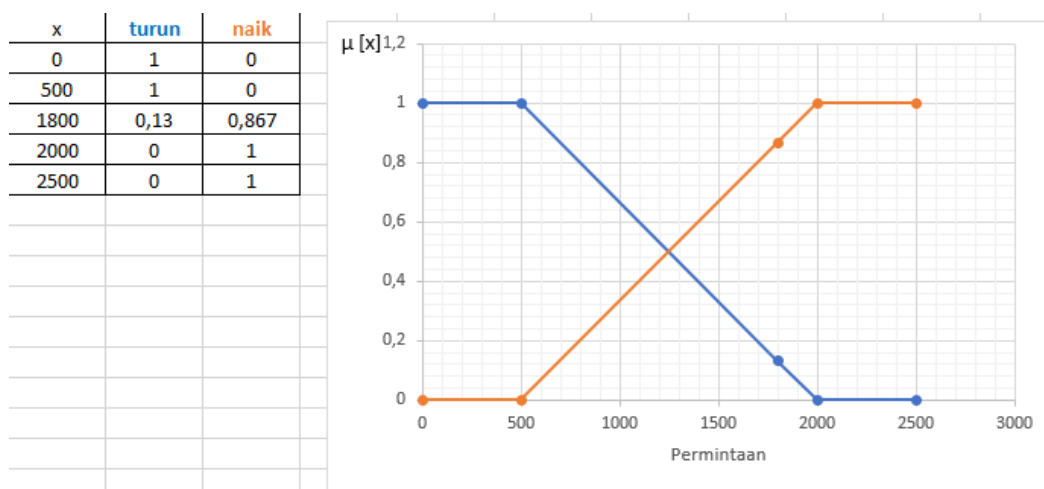
Gambar 8.14 Derajat keanggotaan himpunan fuzzy naik dan turun

Persediaan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu SEDIKIT dan BANYAK.

Permintaan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu TURUN dan NAIK. Keduanya menggunakan fungsi keanggotaan kurva berbentuk bahu.

Diketahui permintaan (x) mencapai 1800, maka:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{PMTTURUN}}(1800) &= 0,133333 & &= (2000-1800)/(2000-500) \\ \mu_{\text{PMTNAIK}}(1800) &= 0,866667 & &= (1800-500)/(2000-500) \end{aligned}$$



Gambar 8.15 Kurva fungsi keanggotaan

2. Variable Persediaan

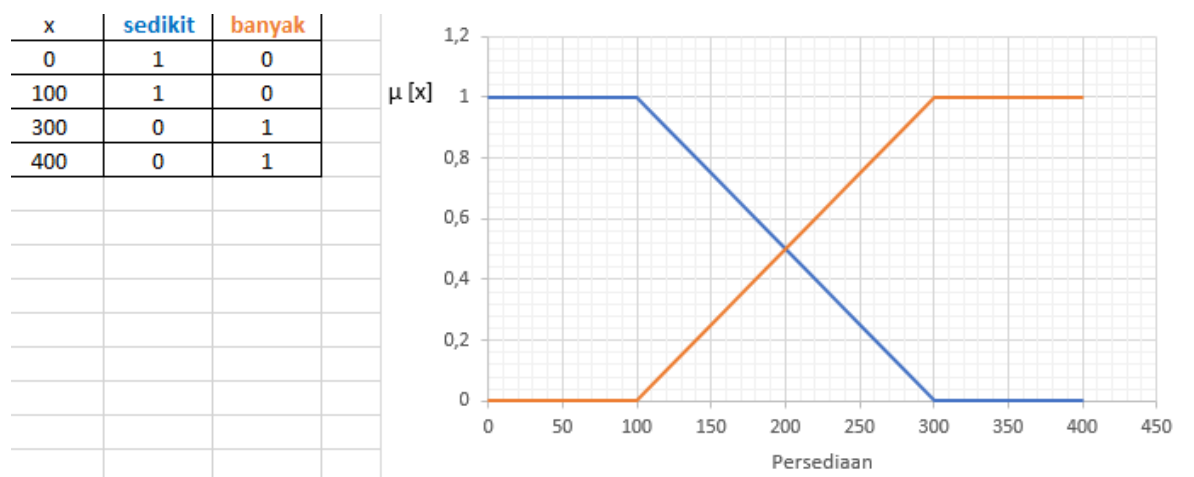
“Persediaan di gudang, terbanyak mencapai 300 buah/hari(max), dan terkecil 100 buah/hari(min)”

Variabel Persediaan terdiri dari 2 himpunan fuzzy, yaitu SEDIKIT dan BANYAK. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy SEDIKIT dan BANYAK :

$$\mu_{\text{Psd SEDIKIT}}[Y] = \begin{cases} 1 & Y \leq Y_{\min} \\ \frac{Y_{\max} - Y}{Y_{\max} - Y_{\min}} & Y_{\min} \leq Y \leq Y_{\max} \\ 0 & Y \geq Y_{\max} \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Psd BANYAK}}[Y] = \begin{cases} 0 & Y \leq Y_{\min} \\ \frac{Y - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}} & Y_{\min} \leq Y \leq Y_{\max} \\ 1 & Y \geq Y_{\max} \end{cases}$$

Gambar 8.16 Rumus fungsi keanggotaan fuzzy sedikit dan banyak



Gambar 8.17 Kurva keanggotaan fuzzy sedikit dan banyak

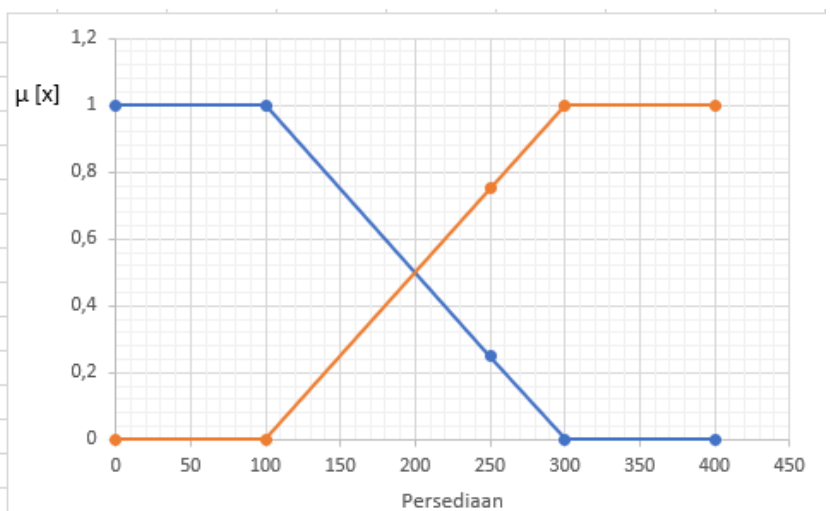
Persediaan SEDIKIT		Persediaan BANYAK	
Persediaan	Derajat Keanggotaan	Persediaan	Derajat Keanggotaan
$y \leq 100$	1	$y \leq 100$	0
$100 \leq y \leq 300$	$(300 - y) / (300 - 100)$	$100 \leq y \leq 300$	$(y - 100) / (300 - 100)$
$y \geq 300$	0	$y \geq 300$	1

Gambar 8.18 Derajat keanggotaan fuzzy sedikit dan banyak

Persediaan terdiri atas 2 himpunan fuzzy, yaitu SEDIKIT dan BANYAK. Keduanya menggunakan fungsi keanggotaan kurva berbentuk bahu.

Diketahui persediaan (y) mencapai 250, maka:			
$\mu_{\text{PSDSEDIKIT}}(250) =$	0,25	$= (250 - 100) / (300 - 100)$	
$\mu_{\text{PSDBANYAK}}(250) =$	0,75		

x	sedikit	banyak
0	1	0
100	1	0
250	0,25	0,75
300	0	1
400	0	1



Gambar 8.19 Kurva keanggotaan

Langkah 2: Fungsi Implikasi

[R1] JIKA Permintaan TURUN, dan Persediaan BANYAK, MAKA Produksi Barang= Permintaan - Persediaan; (Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1 adalah yang minimal)

$$\begin{aligned}
 \alpha\text{-Predikat1} &= \mu_{\text{PMTTURUN}}[x] \cap \mu_{\text{PSDBANYAK}}[y] \\
 &= \min(\mu_{\text{PMTTURUN}}[x], \mu_{\text{PSDBANYAK}}[y]) \\
 &= \min(\mu_{\text{PMTTURUN}}[1800], \mu_{\text{PSDBANYAK}}[250]) \\
 &= \min(0.13333, 0.75) \\
 &= 0.13333
 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan **Produksi Barang = Permintaan - Persediaan** maka diperoleh persamaan berikut:

$$Z1 = \text{Permintaan} - \text{Persediaan}$$

$$Z1 = 1800 - 250$$

$$Z1 = 1550$$

[R2] JIKA Permintaan TURUN, dan Persediaan SEDIKIT, MAKA Produksi Barang = permintaan; (Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1 adalah yang minimal)

$$\begin{aligned}
 \alpha\text{-Predikat1} &= \mu_{\text{PMTTURUN}}[x] \cap \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[y] \\
 &= \min(\mu_{\text{PMTTURUN}}[x], \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[y]) \\
 &= \min(\mu_{\text{PMTTURUN}}[1800], \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[250]) \\
 &= \min(0.13333, 0.25)
 \end{aligned}$$

$$= 0.13333$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang = **permintaan** maka diperoleh berikut :

$$Z2 = \text{Permintaan}$$

$$Z2 = 1800$$

[R3] JIKA Permintaan NAIK, dan Persediaan BANYAK, MAKA Produksi Barang=permintaan; (Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1 adalah yang minimal.

$$\alpha\text{-Predikat3} = \mu_{\text{PMTNAIK}}[x] \cap \mu_{\text{PSDBANYAK}}[y]$$

$$= \min(\mu_{\text{PMTNAIK}}[x], \mu_{\text{PSDBANYAK}}[y])$$

$$= \min(\mu_{\text{PMTNAIK}}[1800], \mu_{\text{PSDBANYAK}}[250])$$

$$= \min(0,866667, 0.75)$$

$$= 0.75$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Produksi Barang= **permintaan** pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut:

$$Z3 = \text{Permintaan}$$

$$Z3 = 1800$$

[R4] JIKA Permintaan NAIK, dan Persediaan SEDIKIT, MAKA Produksi Barang= 1,25 *Permintaan - Persediaan; (Karena aturan fuzzy menggunakan operator AND, maka nilai α -Predikat1 adalah yang minimal)

$$\alpha\text{-Predikat3} = \mu_{\text{PMTNAIK}}[x] \cap \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[y]$$

$$= \min(\mu_{\text{PMTNAIK}}[x], \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[y])$$

$$= \min(\mu_{\text{PMTNAIK}}[1800], \mu_{\text{PSDSEDIKIT}}[250])$$

$$= \min(0,866667, 0.25)$$

$$= 0.25$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan **Produksi Barang= 1,25 *Permintaan – Persediaan** pada persamaan di atas maka diperoleh persamaan berikut:

$$Z4 = (1,25 * \text{Permintaan}) - \text{Persediaan}$$

$$Z4 = (1,25 * 1800) - 250$$

$$Z4 = 2000$$

Langkah 3 : Defuzzification

$$Z = \frac{\alpha\text{-Predikat1} * z1 + \alpha\text{-Predikat2} * z2 + \alpha\text{-Predikat3} * z3 + \alpha\text{-Predikat4} * z4}{\alpha\text{-Predikat1} + \alpha\text{-Predikat2} + \alpha\text{-Predikat3} + \alpha\text{-Predikat4}}$$

$$= \frac{(0,1333*1550)+(0,1333*1800)+(0,75*1800)+(0,25*2000)}{0,1333+0,1333+0,75+0,25}$$

$$= \mathbf{1813}$$

Jadi jumlah power bank jenis XZ yang maksimal bisa diproduksi menurut Metode Tsukamoto adalah **1813** buah power bank.

8.7 Kesimpulan

Fuzzy Inference System (FIS) dapat diterapkan pada sistem pendukung keputusan berdasarkan konsep teori himpunan *fuzzy* dan logika *fuzzy* yang digunakan dalam penarikan keputusan. Sistem fuzzy terdapat di dalamnya variable fuzzy, himpunan fuzzy, semesta pembicara, dan domain fuzzy. Logika fuzzy dapat diterapkan untuk pemecahan permasalahan yang lebih luas dalam pengambilan keputusan. Metode fuzzy antara lain yang dikembangkan adalah metode fuzzy Tsukamoto dan fuzzy Sugeno dalam bab ini. Langkah dalam metode ini antara lain fuzzification, inferensi atau fungsi implikasi, komposisi, dan defuzzification. Perbedaan metode ini pada outputnya, metode tsukamoto berupa himpunan *fuzzy*, melainkan metode sugeno berupa persamaan linier atau konstanta.

8.8 Latihan Soal

1. Sebutkan dan jelaskan operasi dari sistem fuzzy Tsukamoto yang tergantung dari eksekusi 4 fungsi utama!
2. Jelaskan 2 macam dari model fuzzy metode Sugeno!
3. Apa yang dimaksud *Fuzzy Inference System* (FIS) pada sistem pendukung keputusan?

DAFTAR REFERENSI

Kusumadewi. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Kusumadewi, Sri. (2005). "Pencarian Bobot Atribute pada Multiple Attribute Decision Making (MADM) Dengan Pendekatan Obyektif Menggunakan Algoritma Genetika". *Gematika Jurnal Manajemen Informatika*, 7(1), 48-56

Kusumadewi, Sri.,dkk. 2006. *Fuzzy Multi-Atribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta. Graha Ilmu.

BIODATA PENULIS



Dr. ULLA DELFANA ROSIANI, S.T, M.T.

Ulla Delfana Rosiani, lahir di Malang 27 Maret 1978. Ia menempuh pendidikan S1 dan S2 di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya dan S3 di Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas (F-Electics) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Saat ini ia mengajar di Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang sebagai dosen pengajar matakuliah Sistem Pendukung Keputusan, Pengolahan Citra Digital, dan Metodologi Penelitian.



ADEVIAN FAIRUZ PRATAMA, S.S.T, M.Eng.

Adebian Fairuz Pratama lahir di Malang, 19 Agustus 1994. Ia menempuh pendidikan D4 di Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang dan Pendidikan S2 di Jurusan Computer Application Technology, Shenyang Aerospace University. Saat ini ia mengajar di Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Malang sebagai dosen pengajar matakuliah Sistem Pendukung Keputusan, Aljabar Linier, dan Metode Numerik.



MUHAMMAD AFIF HENDRAWAN, S.Kom., M.T.

Muhammad Afif Hendrawan memperoleh gelar sarjana dari Departemen Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015 dan gelar magister dari Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2017. Saat ini, Dia bekerja sebagai tenaga pengajar di Politeknik Negeri Malang. Minat penelitiannya mencakup kecerdasan buatan, *edge computing*, pemrosesan sinyal, dan biometrika.



VIVIN AYU LESTARI, S.Pd., M.Kom.

Vivin Ayu Lestari lahir di Jombang pada 21 Juni 1991. Ia memperoleh gelar sarjana Teknik Informatika dari Universitas Negeri Malang dan gelar magister Ilmu Komputer dari Universitas Brawijaya. Saat ini ia menjadi dosen di Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang mengajar matakuliah Sistem Pendukung Keputusan, Sistem Berbasis Pengetahuan, Dasar Pemrograman, serta Algoritma dan Struktur Data



Vivi Nur Wijyaningrum, S.Kom., M.Kom.

Vivi Nur Wijyaningrum adalah seorang akademisi dan peneliti di Politeknik Negeri Malang. Memiliki keahlian dalam kecerdasan buatan dan telah berkontribusi secara signifikan dalam penelitian dan pengembangan di bidang ini. Saat ini telah menghasilkan berbagai publikasi ilmiah yang berfokus pada penerapan algoritma optimasi dan pengembangan sistem cerdas.



MUSTIKA MENTARI, S.Kom., M.Kom.

Mustika Mentari adalah seorang akademisi dan peneliti di Politeknik Negeri Malang. Lulus S1 tahun 2011 di Program Studi Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Lulus S2 tahun 2014 di Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Saat ini sedang menempuh studi lanjut S3 di Okayama University, *Japan*. Mata kuliah yang pernah diampu oleh penulis adalah Sistem Pendukung Keputusan, Pengolahan Citra Digital, Sistem Cerdas dan Visi Komputer, Pemrograman Dasar, Algoritma dan Struktur Data, Basis data, serta Kecerdasan Buatan.



Dr. ELY SETYO ASTUTI, S.T., M.T.

Ely Setyo Astuti lahir di Ngawi 15 Mei 1976, saat ini bekerja sebagai dosen di Jurusan Teknik Informatika Politeknik Negeri Malang. Menyelesaikan kuliah D3 Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Universitas Brawijaya Malang tahun 1997. Kemudian melanjutkan S1 di Program Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang lulus pada tahun 2001 dan S2 di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya tahun 2008. Saat ini telah menempuh pendidikan program S3 di Program Doktor Ilmu Teknik Mesin lulus Januari 2023. Mata kuliah yang pernah diampu oleh penulis adalah Metodologi Penelitian, Konsep Teknologi Informasi, Sistem Pendukung Keputusan dan Pembelajaran Mesin.

DAFTAR ISTILAH

Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System - DSS): Sistem berbasis komputer yang membantu pengambilan keputusan dengan mengumpulkan, mengolah, dan menyajikan informasi yang relevan. DSS membantu pengguna dalam menganalisis masalah kompleks dan membuat keputusan yang lebih baik.

Pengambil Keputusan (Decision Maker): Individu atau kelompok yang bertanggung jawab untuk memilih antara beberapa alternatif untuk menyelesaikan masalah atau mencapai tujuan tertentu. Dalam konteks sistem pendukung keputusan, mereka menggunakan informasi dan alat bantu untuk membuat keputusan terbaik.

Keputusan (Decision): Hasil akhir dari proses pemikiran yang melibatkan pemilihan satu dari beberapa alternatif. Keputusan biasanya dibuat berdasarkan data, kriteria, dan pertimbangan yang tersedia.

Kriteria (Criteria): Ukuran atau standar yang digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan alternatif-alternatif yang tersedia dalam pengambilan keputusan. Kriteria sering kali mencerminkan tujuan atau kebutuhan yang harus dipenuhi.

Alternatif (Alternative): Pilihan yang tersedia bagi pengambil keputusan untuk dipertimbangkan. Alternatif-alternatif ini merupakan solusi potensial untuk masalah atau situasi yang dihadapi.

Keputusan Terstruktur (Structured Decision): Keputusan yang dapat diambil berdasarkan aturan atau prosedur yang sudah ditentukan sebelumnya. Biasanya melibatkan masalah yang sederhana dan rutin, serta datanya tersedia dan bisa diukur.

Keputusan Semi-Terstruktur (Semi-Structured Decision): Keputusan yang berada di antara keputusan terstruktur dan tidak terstruktur. Beberapa elemen dari masalah tersebut mungkin bisa didefinisikan secara formal, tetapi masih memerlukan pertimbangan subjektif dari pengambil keputusan.

Keputusan Tidak Terstruktur (Unstructured Decision): Keputusan yang tidak memiliki prosedur atau aturan yang jelas. Biasanya, ini melibatkan masalah yang kompleks dan memerlukan analisis dan pertimbangan yang lebih mendalam dari pengambil keputusan.

Weighted Sum Model (WSM): Salah satu metode dalam Multi-Criteria Decision Making (MCDM) yang digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan alternatif dengan cara memberikan bobot kepada kriteria yang relevan, dan kemudian menjumlahkan nilai dari tiap alternatif berdasarkan bobotnya.

Weighted Product Model (WPM): Metode MCDM yang mirip dengan WSM, tetapi menggunakan perkalian berbobot daripada penjumlahan berbobot. Setiap alternatif dievaluasi dengan mengalikan nilai dari setiap kriteria yang sudah dibobot.

Multi-Attribute Decision Making (MADM): Sub-bidang dalam MCDM yang fokus pada pemilihan atau peringkat alternatif berdasarkan beberapa atribut atau kriteria. MADM biasanya digunakan dalam situasi di mana ada beberapa kriteria yang harus dipertimbangkan.

Multi-Criteria Decision Making (MCDM): Proses pengambilan keputusan yang melibatkan evaluasi berbagai alternatif berdasarkan lebih dari satu kriteria. MCDM membantu pengambil keputusan dalam menimbang pro dan kontra dari berbagai pilihan secara sistematis.

Matriks Keputusan (Decision Matrix): Tabel yang digunakan untuk membandingkan alternatif dengan kriteria yang relevan. Setiap kolom mewakili kriteria, dan setiap baris mewakili alternatif, dengan nilai yang menunjukkan seberapa baik alternatif tersebut memenuhi kriteria.

Pairwise Matrix: Matriks yang digunakan untuk membandingkan alternatif atau kriteria secara berpasangan. Setiap elemen dari matriks menunjukkan preferensi relatif antara dua alternatif atau kriteria yang dibandingkan.

Normalisasi: Proses mengubah nilai data yang berbeda-beda ke dalam skala umum sehingga mereka dapat dibandingkan satu sama lain. Dalam konteks MCDM, normalisasi sering digunakan untuk memastikan bahwa semua kriteria memiliki skala yang sama sebelum penilaian dilakukan.

Group Decision Support System (GDSS): Sistem berbasis komputer yang dirancang untuk mendukung proses pengambilan keputusan dalam kelompok. GDSS menyediakan alat untuk komunikasi, kolaborasi, dan koordinasi antara anggota kelompok dalam mencapai keputusan bersama.

Analytical Hierarchy Process (AHP): Metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang membantu pengambil keputusan dalam membuat pilihan dengan membandingkan kriteria secara berpasangan dan menghitung bobot prioritas. AHP menggunakan struktur hierarki untuk memecah masalah kompleks menjadi elemen-elemen yang lebih sederhana.

Elimination Et Choice Translating Reality (ELECTRE): Metode MCDM yang digunakan untuk membantu pemilihan alternatif terbaik melalui proses eliminasi. Metode ini mengidentifikasi dan mengeliminasi alternatif yang tidak memenuhi kriteria tertentu berdasarkan perbandingan antara alternatif.

Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution (TOPSIS): Metode MCDM yang menentukan solusi terbaik dengan mengukur jarak antara setiap alternatif dengan solusi ideal positif (terbaik) dan solusi ideal negatif (terburuk). Alternatif terbaik adalah yang memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif.

Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS): Metode MCDM yang mengevaluasi alternatif berdasarkan jaraknya dari solusi rata-rata. Alternatif dengan jarak terkecil dari solusi rata-rata dianggap sebagai yang paling mendekati kinerja ideal.

Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC): Metode MCDM yang mengevaluasi alternatif berdasarkan jaraknya dari batas yang telah ditentukan antara alternatif ideal dan tidak ideal. MABAC memberikan bobot pada kriteria dan menghitung area perbandingan untuk membuat keputusan.

Atribut Benefit: Kriteria atau atribut yang semakin tinggi nilainya semakin baik bagi alternatif. Misalnya, pendapatan yang lebih tinggi, kualitas yang lebih baik, atau efisiensi yang lebih tinggi.

Atribut Cost: Kriteria atau atribut yang semakin rendah nilainya semakin baik bagi alternatif. Misalnya, biaya yang lebih rendah, konsumsi energi yang lebih sedikit, atau waktu yang lebih singkat.

Nilai Preferensi (Preference Value): Nilai yang mencerminkan preferensi relatif pengambil keputusan terhadap satu alternatif dibandingkan yang lain. Nilai ini dihitung berdasarkan bobot kriteria dan kinerja alternatif terhadap kriteria tersebut.

Eigenvector: Vektor yang dihasilkan dari proses perhitungan matriks, khususnya dalam AHP, yang digunakan untuk menentukan bobot prioritas relatif antara kriteria atau alternatif. Eigenvector menunjukkan tingkat pentingnya setiap elemen dalam pengambilan keputusan.

Priority Weight (Bobot Prioritas): Bobot yang diberikan pada setiap kriteria atau alternatif dalam metode pengambilan keputusan multi-kriteria. Bobot ini mencerminkan seberapa penting kriteria tersebut dalam konteks keputusan yang diambil.

Matriks Perbandingan Berpasangan (Pairwise Comparison Matrix): Matriks yang digunakan untuk membandingkan kriteria atau alternatif secara berpasangan dalam AHP atau metode sejenis. Setiap elemen dalam matriks menunjukkan seberapa besar satu elemen lebih penting dibandingkan elemen lain.

Nilai Rasio Konsistensi (Consistency Ratio - CR): Indikator yang digunakan dalam AHP untuk mengevaluasi konsistensi dalam perbandingan berpasangan. Jika nilai CR lebih kecil dari 0,1, maka perbandingan dianggap konsisten. Jika lebih besar, maka perbandingan mungkin perlu direvisi.

Consistency Ratio (CR): Rasio yang digunakan dalam metode AHP untuk menilai konsistensi perbandingan berpasangan yang dilakukan pengambil keputusan. Jika CR kurang dari 0,1, maka perbandingan dianggap konsisten, tetapi jika lebih besar, pengambil keputusan perlu meninjau kembali perbandingan yang dibuat.

Concordance: Dalam metode ELECTRE, concordance mengukur tingkat kesepakatan atau konsensus antara alternatif berdasarkan kriteria tertentu. Concordance dihitung dengan menjumlahkan bobot kriteria di mana satu alternatif dianggap lebih baik atau sama dengan yang lain.

Discordance: Dalam metode ELECTRE, discordance mengukur tingkat ketidaksepakatan antara alternatif. Discordance dihitung berdasarkan perbedaan kinerja antara dua alternatif pada kriteria tertentu, terutama saat satu alternatif dianggap jauh lebih buruk daripada yang lain.

Aggregate Dominance Matrix: Matriks yang menggabungkan informasi dari concordance dan discordance dalam metode ELECTRE untuk menentukan tingkat dominasi satu alternatif atas yang lain. Matriks ini membantu mengidentifikasi alternatif terbaik berdasarkan perbandingan antara alternatif.

Less Favourable: Alternatif atau kriteria yang dianggap kurang menguntungkan dibandingkan yang lain. Dalam pengambilan keputusan, alternatif yang "less favourable" biasanya memiliki kinerja yang lebih buruk terhadap kriteria yang penting.

Threshold: Batasan atau nilai tertentu yang digunakan untuk memisahkan alternatif atau kriteria dalam proses pengambilan keputusan. Dalam metode seperti ELECTRE, threshold digunakan untuk menentukan apakah perbedaan antara dua alternatif cukup signifikan untuk diperhitungkan.

Max Absolute: Nilai absolut terbesar dalam suatu kumpulan data. Dalam konteks pengambilan keputusan, max absolute dapat digunakan untuk mengukur perbedaan maksimum antara alternatif pada kriteria tertentu.

Appraisal Score (AS): Skor penilaian keseluruhan yang diberikan kepada alternatif setelah mempertimbangkan semua kriteria dan bobotnya. Skor ini digunakan untuk menentukan peringkat alternatif dalam proses pengambilan keputusan.

Solusi Rata-Rata (Average Solution - AV): Nilai rata-rata dari semua kriteria atau alternatif dalam proses pengambilan keputusan. Solusi ini digunakan sebagai acuan untuk menghitung jarak positif dan negatif dari setiap alternatif.

Jarak Positif dari Rata-Rata (Positive Distance from Average - PDA): Jarak antara nilai kinerja suatu alternatif dengan nilai rata-rata untuk kriteria tertentu, di mana nilai ini berada di atas rata-rata. Semakin besar jaraknya, semakin baik performa alternatif tersebut.

Jarak Negatif dari Rata-Rata (Negative Distance from Average - NDA): Jarak antara nilai kinerja suatu alternatif dengan nilai rata-rata untuk kriteria tertentu, di mana nilai ini berada di bawah rata-rata. Semakin kecil jaraknya, semakin baik performa alternatif tersebut.

Matriks Tertimbang (Weighted Matrix): Matriks yang dihasilkan setelah bobot diberikan pada kriteria dalam proses pengambilan keputusan. Setiap elemen dalam matriks ini mewakili nilai alternatif yang telah disesuaikan dengan bobot kriteria yang relevan.

Matriks Area Perkiraan Perbatasan (Border Approximation Area Matrix): Dalam metode MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison), matriks ini digunakan untuk mengevaluasi jarak antara alternatif dan perbatasan area yang menentukan kinerja ideal. Matriks ini membantu dalam mengidentifikasi alternatif terbaik berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal.

Metode Borda (Borda Count Method): Metode voting di mana setiap pemilih memberi peringkat pada alternatif dari yang paling diinginkan hingga yang paling tidak diinginkan. Poin diberikan berdasarkan peringkat, dan alternatif dengan jumlah poin tertinggi menjadi pemenang.

Metode Copeland (Copeland's Method): Metode pemilihan yang berdasarkan perbandingan berpasangan antara semua alternatif. Alternatif yang paling sering menang dalam perbandingan berpasangan dinyatakan sebagai pemenang. Setiap alternatif diberikan poin +1 untuk kemenangan dan -1 untuk kekalahan.

Metode Condorcet: Metode voting di mana alternatif yang menang dalam perbandingan berpasangan melawan semua alternatif lainnya adalah pemenang Condorcet. Jika ada alternatif yang lebih disukai dibanding semua alternatif lainnya dalam perbandingan berpasangan, alternatif tersebut dianggap pemenang.

Metode Pluralitas (Plurality Method): Metode voting di mana setiap pemilih hanya memilih satu alternatif, dan alternatif dengan jumlah suara terbanyak dianggap pemenang, tanpa memperhatikan peringkat atau alternatif lainnya.

Metode Skor Rata-Rata (Average Score Method): Dalam metode ini, setiap alternatif diberi skor oleh para pemilih, dan skor rata-rata dihitung. Alternatif dengan skor rata-rata tertinggi dinyatakan sebagai pemenang.

Metode Pemilihan Mayoritas (Majority Voting Method): Metode voting di mana alternatif yang mendapat lebih dari setengah jumlah suara dianggap sebagai pemenang. Jika tidak ada yang mencapai mayoritas, bisa dilakukan pemilihan ulang atau menggunakan aturan tambahan.

Artificial Intelligence (AI): Cabang ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan sistem yang dapat melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia, seperti pemecahan masalah, pengenalan pola, dan pengambilan keputusan. AI sering digunakan dalam pengambilan keputusan otomatis.

Fuzzy Inference System (FIS): Sistem berbasis logika fuzzy yang digunakan untuk pengambilan keputusan atau pengendalian. FIS menggunakan aturan logika fuzzy untuk mengekstraksi kesimpulan dari data yang tidak pasti atau kabur.

Fuzzy Tsukamoto: Salah satu metode inferensi fuzzy di mana setiap aturan fuzzy menghasilkan output dalam bentuk bilangan tegas. Output akhir diperoleh melalui rata-rata tertimbang dari semua output aturan fuzzy.

Fuzzy Sugeno: Metode inferensi fuzzy yang mirip dengan Fuzzy Tsukamoto, tetapi outputnya berupa fungsi linear atau konstanta. Output akhir diperoleh dari kombinasi linear dari input yang diukur.

Fuzzy Mamdani: Metode inferensi fuzzy yang menggunakan aturan berbasis logika fuzzy untuk mendapatkan output. Fuzzy Mamdani mengubah input ke dalam output fuzzy, kemudian melakukan defuzzifikasi untuk mendapatkan output tegas.

Fuzzification: Proses mengubah nilai input tegas (crisp) menjadi derajat keanggotaan dalam himpunan fuzzy. Ini adalah langkah pertama dalam sistem inferensi fuzzy, di mana nilai-nilai nyata diubah menjadi nilai fuzzy.

Inferensi (Inference): Proses menarik kesimpulan berdasarkan aturan-aturan fuzzy. Dalam sistem inferensi fuzzy, input yang telah difuzzifikasi diolah melalui aturan-aturan logika fuzzy untuk menghasilkan output.

Komposisi (Composition): Dalam logika fuzzy, komposisi mengacu pada penggabungan hasil dari beberapa aturan fuzzy untuk menghasilkan kesimpulan akhir. Ini adalah proses di mana aturan-aturan yang relevan digabungkan untuk menentukan output fuzzy.

Defuzzification: Proses mengubah output fuzzy kembali menjadi nilai tegas (crisp) yang dapat digunakan sebagai hasil akhir. Ini adalah langkah terakhir dalam sistem inferensi fuzzy setelah aturan fuzzy diaplikasikan.

INDEKS

A

aggregate dominance matrix, 34, 42
AHP, 7, 9, 19, 20, 22, 27, 28, 29, 65, 73, 103, 105
AI, 74
alternatif, 1, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20,
21, 22, 24, 25, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 39, 40, 41,
42, 44, 45, 46, 47, 48, 51, 54, 55, 57, 65, 68, 69, 70,
71, 72, 74, 101, 102, 103, 104
Analytical Hierarchy Process, 9
Apraisal Score, 44, 47
Artificial Intelligence, 74, 90
Atribut Benefit, 9, 69
Atribut Cost, 9, 69
AV, 44, 45, 46, 49

C

Composisi, 75, 105
concordance, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 42, 103
Consistency Ratio, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 103

D

decision maker, 1, 4, 65, 68, 69, 71, 102
Defuzzification, 75, 83, 88, 105
discordance, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 103

E

EDAS, 44, 45, 47, 51, 52, 53
eigenvector, 19
ELECTRE, 9, 30, 42, 43, 103
Elimination et Choice Translating Reality, 9
Evaluation Based On Distance From Average Solution, iv,
44

F

Fuzzification, 75, 77, 84, 105

FUZZY INFERENCE SYSTEM, 74

Fuzzy Sugeno, 75, 76, 83, 105

Fuzzy Tsukamoto, 74, 75, 76

G

GDSS, 63, 64, 65, 66, 68, 72, 73, 104, 105
Group Decision Support System, 63, 68, 72, 73, 104

I

Inferensi, 75, 105

J

jarak negatif dari rata-rata, 44
jarak positif dari rata-rata, 44

K

Keputusan, 1, 3, 4, 6, 7, 28, 29, 31, 34, 45, 47, 48, 54, 55,
56, 57, 62, 65, 69, 71, 101, 102, 104
Keputusan Semi-terstruktur, 3
Keputusan Terstruktur, 3
Keputusan Tidak Terstruktur, 3
Kriteria, 8, 10, 11, 15, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 34,
36, 47, 48, 49, 68, 69

L

less favourable, 34, 42

M

MABAC, 54, 55, 56, 61
MADM, 7, 8, 9, 17, 28, 43, 90, 102
matrik keputusan, 7, 9, 11, 31, 34
Matrik Perbandingan Berpasangan, 19, 20, 21, 22, 23,
24, 25, 26, 28, 103
matriks area perkiraan perbatasan, 54, 55, 57
Matriks Tertimbang, 54, 55, 57
max absolute, 40

MCDM, 7, 18, 29, 44, 53, 104

Metode Borda, 66, 69, 71

Metode Condorcet, 66

Metode Copeland, 66

Metode Pemilihan Mayoritas, 67

Metode Pluralitas, 67

Metode Skor Rata-Rata, 67

Multi-Attribute Decision Making, 7

Multi-Attributive Border Approximation Area

Comparison, iv, 54

Multi-Criteria Decision Making, 7, 43

N

NDA, 44, 46, 47, 49, 50, 52

nilai preferensi, 14

nilai rasio konsistensi, 20

normalisasi, 7, 8, 9, 12, 13, 17, 31, 37, 47, 69, 70, 104

P

pairwise matrix, 7

PDA, 44, 46, 47, 49, 50, 51

Pengambil keputusan, 64

Priority Weight, 21, 25

S

Sistem Pendukung Keputusan, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 18, 19,
29, 30, 64, 65, 74, 76, 91, 92, 101, 102, 104

solusi rata-rata, 44, 45, 46, 52

T

threshold, 39, 41

TOPSIS, 9, 43, 44, 53, 65, 104, 105

W

Weighted Product Model, iv, 7, 9, 13, 17

Weighted Sum Model, iv, 7, 9, 17, 102

WMP, 97

WSM, iv, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 69, 70, 71, 102

RINGKASAN DAN KEUNGGULAN BUKU

Buku ini membahas tentang sistem pendukung keputusan, dimana mahasiswa akan belajar mengenai peranan, elemen, keuntungan, fungsi, proses, jenis-jenis keputusan, dan fase pengambilan keputusan. Proses pengambilan keputusan dapat dianggap sebagai suatu sistem yang terdiri dari masukan, proses, keluaran, dan lingkungan. Sistem Pendukung Keputusan juga dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Fase pengambilan keputusan terdiri dari identifikasi masalah, pemilihan metode, pengumpulan data, implementasi model, evaluasi alternatif, dan implementasi solusi terpilih. Metode-metode yang dikenalkan dalam buku ini adalah Metode WSM, WPM, AHP, Electre, EDAS, MABAC, Konsep *Group Decision Support System* (GDSS), dan Metode Fuzzy. Dimana metode-metode ini adalah metode umum dalam SPK yang dapat digunakan dalam penyelesaian kasus-kasus yang umum terjadi di masyarakat. Sehingga diharapkan setelah mempelajari materi SPK dalam buku ini, mahasiswa sebagai calon *Decision Maker*, bisa menggunakan salah satu dari metode-metode yang sudah diajarkan ini sesuai kebutuhan dan kasus yang ada untuk membantu dalam penentuan keputusan.

KUNCI JAWABAN LATIHAN SOAL

Latihan Soal Bab 1

1. Sistem Pendukung Keputusan merupakan sistem interaktif berbasis perangkat lunak yang bertujuan untuk membantu pengambil keputusan (*decision maker*) mengkompilasi, menganalisa, dan memanipulasi informasi dari data mentah, dokumen-dokumen, kerangka kerja pengetahuan, dan / atau model bisnis untuk mengidentifikasi dan memecahkan masalah, serta menghasilkan keputusan-keputusan.
2. Jenis-jenis masalah berdasarkan strukturnya:
 - a. Keputusan terstruktur.
 - b. Keputusan semi-terstruktur.
 - c. Keputusan tidak terstruktur.
3. Fase-fase pengambilan keputusan, antara lain:
 - a. Identifikasi masalah.
 - b. Pemilihan metode.
 - c. Pengumpulan data.
 - d. Implementasi model.
 - e. Evaluasi sisi positif dari tiap alternatif.
 - f. Melaksanakan solusi terpilih.

Latihan Soal Bab 2

1. Multi-attribute Decision Making (MADM) mengacu pada proses menyaring, memprioritaskan, memberi peringkat, atau memilih satu set alternative dengan atribut-atribut yang independen, tidak seimbang atau saling bertentangan (Anupama et al., 2015).
2. Karena kriteria pengambilan keputusan yang digunakan pada MADM sangat bervariasi dan diukur dalam satuan yang berbeda.
3. Weighted Sum Model (WSM) adalah sebuah metode yang logika dasarnya adalah memperoleh jumlah peringkat kinerja terbobot untuk masing-masing alternatif pada semua atribut.
4. Metode SAW menggunakan penjumlahan terbobot untuk menghitung skor preferensi dari masing-masing alternatif, sedangkan Metode WP menggunakan perkalian terbobot.

Latihan Soal Bab 3

1. Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) adalah metode yang unik karena bobot dari kriteria-kriteria dan skor tiap alternatif yang digunakan tidak ditentukan di awal, melainkan dihitung berdasarkan Matrik Perbandingan Berpasangan (*pairwise matrix*).
2. Tingkat keakuratan dari metode ini bergantung pada penentuan nilai tingkat kepentingan pada matrik perbandingan berpasangan sehingga sangat bergantung dari persepsi manusia terhadap masalah yang akan diselesaikan. Selain itu, tidak ada pengujian statistik terhadap hasil keputusan yang dihasilkan.
3. Nilai maksimal Consistency Ratio adalah 0,1 atau 10%. Apabila nilainya lebih dari batas yang ditentukan, maka perlu dilakukan perbaikan pada matrik perbandingan berpasangan.

Latihan Soal Bab 4

1. Perangkingan diperoleh menggunakan perbandingan berpasangan antar alternatif pada kriteria yang sesuai. Suatu alternatif dikatakan mendominasi alternatif yang lainnya jika satu atau lebih kriterianya melebihi dibandingkan dengan kriteria yang lain dan sama dengan kriteria lain yang tersisa.
2. Untuk setiap pasang dari alternatif k dan l ($k, l = 1, 2, 3, \dots, m$ dan $k \neq l$) kumpulan kriteria J dibagi menjadi dua subsets, yaitu concordance dan discordance. Bilamana sebuah kriteria dalam satu alternatif termasuk concordance diperoleh dengan cara :

$$C_{kl} = \{j, v_{kj} \geq v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Sebaliknya kebalikan dari subset ini adalah discordance, yaitu bila :

$$D_{kl} = \{j, v_{kj} < v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

3. Kekurangan metode ELECTRE yaitu proses dari hasilnya sulit dijelaskan dalam istilah umum, perhitungan metode ini membutuhkan pemahaman mendalam sebelumnya dan dalam perhitungan membutuhkan ketelitian dalam mengolah data hingga menjadi keputusan yang sesuai.

Latihan Soal Bab 5

1. Metode ini menggunakan prinsip bahwa alternatif yang terpilih harus mempunyai jarak terdekat dari solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif untuk menentukan kedekatan relatif dari suatu alternatif dengan solusi optimal (Kusumadewi, 2006).
2. Kelebihan-kelebihan dari Metode Topsis, antara lain:
 - a. Konsepnya sederhana dan mudah dipahami, kesederhanaan ini dilihat dari alur proses metode TOPSIS yang tidak begitu rumit.
 - b. Komputasinya efisien dan cepat.
 - c. Mampu dijadikan sebagai pengukur kinerja alternatif dalam sebuah bentuk output komputasi yang sederhana.
 - d. Dapat digunakan sebagai metode pengambilan keputusan yang lebih cepat.
3. Persamaan yang digunakan pada tahap normalisasi skor adalah:

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

Latihan Soal Bab 6

1. Sistem multi-objektif pada metode MOORA digunakan untuk mengoptimalkan dua atau lebih atribut yang saling bertentangan secara bersamaan. Metode ini diterapkan untuk memecahkan masalah dengan perhitungan matematika yang kompleks.
2. Karena metode MOORA memiliki tingkat fleksibilitas dan kemudahan untuk dipahami dalam memisahkan bagian subjektif dari suatu proses evaluasi kedalam kriteria bobot keputusan dengan beberapa atribut pengambilan keputusan, dalam implementasinya metode ini tidak membutuhkan seorang ahli di bidang matematika untuk menggunakannya.
3. Pertama kali digunakan oleh Brauers dalam suatu pengambilan dengan multi-criteria decision making (MCDM) diterapkan untuk memecahkan banyak permasalahan ekonomi, permasalahan manajerial dan konstruksi dengan perhitungan rumus matematika dengan hasil yang tepat.

Latihan Soal Bab 7

1. *Group Decision Support System* (GDSS) merupakan sebuah sistem yang membantu pihak-pihak yang terlibat untuk menghasilkan konsensus tentang keputusan yang paling baik ().
2. Lotus Notes, Microsoft Exchanges, Net Document Enterprise, Group System, dan VisionQuest.
3. Pengambilan Keputusan dengan GDSS terdiri atas 2 tahapan, yaitu pengambilan keputusan individual dan pengambilan keputusan kelompok. Pengambilan keputusan individual menggunakan metode Sistem Pendukung Keputusan yang biasa digunakan, misalnya SAW,

AHP, TOPSIS, Electre, dan sebagainya. Pengambilan keputusan kelompok menggunakan metode voting, seperti Borda, Hare Quota, dan Copeland Score.

4. Metode voting yang biasa digunakan pada GDSS, antara lain Borda, Hare Quota, dan Copeland Score.

Latihan Soal Bab 8

1. Fungsi utama fuzzy Tsukamoto, sebagai berikut
 - **Fuzzification** definisi dari himpunan fuzzy dan penentuan derajat keanggotaan dari *crisp input* pada sebuah himpunan fuzzy
 - **Inferensi**: evaluasi kaidah/aturan/rule fuzzy untuk menghasilkan output dari tiap rule
 - **Composisi**: agregasi atau kombinasi dari keluaran semua rule
 - **Defuzzification**: perhitungan *crisp output*
2. Ada 2 model fuzzy metode Sugeno yaitu sebagai berikut:
 - a. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model Fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah:

$$\text{IF}(x_1 \text{ is } A_1) \text{O}(x_2 \text{ is } A_2) \text{O}(x_3 \text{ is } A_3) \text{O} \dots \text{O}(x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k$$

dengan A_i adalah himpunan Fuzzy ke- i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.
 - b. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model Fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah:

$$\text{IF}(x_1 \text{ is } A_1) \text{O} \dots \text{O}(x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$$

dengan A_i adalah himpunan Fuzzy ke- i sebagai anteseden, dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata.
3. *Fuzzy Inference System* (FIS) pada sistem pendukung keputusan yaitu kerangka kerja perhitungan berdasarkan konsep teori himpunan *fuzzy* dan pemikiran *fuzzy* yang digunakan dalam penarikan kesimpulan atau suatu keputusan.

=== HASIL INDEXING OTOMATIS ===

1. Metode TF-IDF:

- keputusan (Halaman: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 30, 31, 32, 34, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 54, 56, 57, 59, 60, 63, 66, 67, 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116)
- sistem (Halaman: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 30, 31, 32, 40, 41, 42, 54, 66, 73, 74, 75, 76, 77, 84, 86, 87, 88, 101, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 116)
- pendukung (Halaman: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 30, 31, 40, 41, 42, 54, 66, 75, 76, 77, 86, 87, 88, 101, 103, 104, 105, 111, 112, 113, 115, 116)
- jurusan (Halaman: 2, 3, 12, 13, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 80, 81, 82, 103, 104)
- informasi (Halaman: 2, 3, 13, 14, 17, 75, 77, 103, 104, 105, 107, 113)
- malang (Halaman: 2, 3, 4, 74, 103, 104)
- metode (Halaman: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 34, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 54, 56, 57, 59, 63, 64, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 88, 95, 101, 103, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 116)
- pengambilan (Halaman: 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 31, 32, 34, 42, 43, 46, 56, 57, 59, 66, 67, 68, 73, 75, 76, 77, 81, 84, 86, 101, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 115, 116)
- hasil (Halaman: 3, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 24, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 43, 46, 47, 49, 50, 56, 57, 62, 64, 66, 67, 68, 75, 77, 78, 79, 83, 84, 87, 88, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 114, 115, 116)
- ahp (Halaman: 3, 4, 5, 6, 19, 21, 31, 32, 34, 39, 40, 41, 77, 85, 106, 107, 110, 112, 114, 116)
- model (Halaman: 3, 4, 5, 13, 16, 19, 21, 25, 29, 64, 87, 88, 89, 96, 101, 105, 111, 112, 113, 116)
- proses (Halaman: 3, 13, 14, 15, 39, 43, 48, 57, 67, 73, 75, 77, 81, 87, 88, 89, 96, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 115)
- electre (Halaman: 3, 4, 6, 11, 21, 42, 43, 46, 54, 55, 106, 107, 110, 112, 114, 116)
- wsm (Halaman: 3, 4, 5, 19, 21, 22, 24, 25, 26, 29, 81, 82, 83, 105, 111, 112, 113)
- mahasiswa (Halaman: 3, 4, 12, 13, 19, 22, 31, 34, 40, 42, 56, 66, 74, 75, 80, 82, 83, 84, 86, 112)
- weighted (Halaman: 3, 4, 5, 19, 21, 25, 29, 30, 105, 107, 111, 113)
- bidang (Halaman: 3, 4, 12, 31, 66, 80, 82, 83, 104, 105, 115)
- data (Halaman: 3, 4, 8, 9, 13, 14, 16, 17, 34, 43, 48, 57, 68, 88, 95, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 114)
- pengambil (Halaman: 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 31, 32, 34, 42, 43, 46, 47, 56, 57, 59, 66, 67, 68, 73, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 84, 86, 87, 101, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 115, 116)
- pembelajaran (Halaman: 3, 4, 5, 6, 7, 13, 19, 31, 42, 56, 66, 75, 86, 104)
- nda (Halaman: 3, 4, 9, 11, 13, 14, 15, 23, 32, 34, 43, 44, 56, 58, 59, 61, 62, 64, 66, 78, 79, 84, 86, 87, 105, 106, 107, 108, 111, 114)
- alternatif (Halaman: 4, 9, 11, 12, 13, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 105, 106, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 115)
- fuzzy (Halaman: 4, 7, 10, 32, 55, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 108, 109, 110, 112, 116)
- decision (Halaman: 4, 5, 7, 13, 16, 18, 19, 29, 30, 41, 42, 44, 55, 56, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 83, 84, 85, 102, 105, 106, 110, 111, 112, 113, 115)

- berdasarkan (Halaman: 4, 15, 23, 24, 25, 26, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 40, 42, 48, 51, 53, 54, 56, 63, 69, 73, 76, 77, 78, 81, 84, 86, 87, 89, 93, 101, 105, 106, 107, 108, 113, 114, 116)
- gdss (Halaman: 4, 7, 12, 75, 76, 77, 78, 80, 84, 85, 106, 110, 112, 115, 116)
- system (Halaman: 4, 7, 18, 75, 76, 78, 80, 84, 85, 86, 101, 105, 106, 108, 110, 112, 115, 116)
- min (Halaman: 4, 6, 9, 10, 13, 21, 22, 27, 28, 30, 32, 42, 45, 46, 51, 53, 54, 57, 59, 66, 69, 70, 76, 78, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 105, 106, 107, 110, 114)
- multi (Halaman: 4, 5, 6, 7, 19, 21, 29, 30, 31, 41, 42, 55, 56, 63, 65, 66, 73, 74, 102, 105, 106, 107, 111, 113, 115)
- mabac (Halaman: 4, 6, 7, 9, 12, 66, 67, 68, 69, 73, 106, 107, 110, 112)
- tujuan (Halaman: 4, 5, 6, 7, 13, 16, 19, 31, 32, 42, 56, 66, 67, 73, 75, 76, 77, 86, 105, 113)
- edas (Halaman: 4, 6, 9, 56, 57, 59, 63, 64, 65, 106, 110, 112)
- support (Halaman: 4, 7, 18, 75, 76, 78, 80, 84, 85, 105, 106, 110, 115)
- group (Halaman: 4, 7, 75, 76, 77, 80, 84, 85, 106, 110, 112, 115)
- tabel (Halaman: 5, 11, 12, 22, 23, 24, 27, 28, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 48, 58, 59, 60, 68, 69, 76, 80, 81, 82, 83, 84, 105)
- gambar (Halaman: 5, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 20, 21, 31, 33, 34, 36, 42, 43, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 60, 61, 62, 66, 67, 69, 75, 86, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 99)
- bab (Halaman: 5, 6, 7, 8, 13, 19, 21, 31, 42, 56, 66, 69, 75, 86, 101, 113, 114, 115, 116)
- jenis (Halaman: 5, 9, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 43, 46, 48, 56, 57, 58, 63, 69, 70, 75, 86, 88, 95, 96, 101, 106, 112, 113)
- contoh (Halaman: 5, 6, 8, 19, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 31, 34, 37, 38, 39, 42, 50, 61, 64, 70, 71, 76, 83, 84, 88)
- latihan (Halaman: 5, 6, 7, 8, 17, 29, 40, 54, 64, 73, 84, 101, 113, 114, 115, 116)
- making (Halaman: 5, 19, 29, 30, 41, 42, 55, 56, 74, 102, 105, 111, 113, 115)
- buah (Halaman: 5, 9, 13, 14, 15, 17, 19, 22, 23, 33, 34, 41, 43, 44, 59, 67, 75, 77, 80, 84, 87, 88, 89, 90, 92, 95, 96, 98, 101, 113, 114, 115, 116)
- daftar (Halaman: 5, 6, 7, 8, 9, 11, 18, 30, 41, 55, 65, 74, 85, 102, 105)
- attribute (Halaman: 5, 19, 21, 22, 26, 29, 30, 55, 66, 69, 102, 105, 111, 113)
- kesimpulan (Halaman: 5, 6, 7, 8, 16, 29, 40, 54, 63, 73, 84, 86, 87, 101, 108, 116)
- materi (Halaman: 5, 6, 7, 19, 31, 42, 56, 66, 75, 86, 112)
- langkah (Halaman: 6, 7, 9, 14, 15, 19, 20, 24, 26, 28, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 45, 46, 51, 53, 57, 60, 63, 66, 67, 69, 88, 89, 93, 95, 96, 99, 100, 101, 108, 109)
- studi (Halaman: 6, 7, 12, 13, 26, 41, 46, 55, 59, 68, 74, 80, 88, 95, 104)
- kelebihan (Halaman: 6, 7, 32, 43, 57, 64, 66, 76, 78, 79, 115)
- kekurangan (Halaman: 6, 7, 32, 40, 43, 54, 57, 66, 78, 79, 80, 114)
- perbandingan (Halaman: 7, 9, 11, 12, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 54, 76, 78, 79, 106, 107, 108, 110, 114)
- tahap (Halaman: 7, 9, 24, 29, 31, 33, 36, 37, 38, 42, 43, 44, 47, 49, 59, 75, 77, 78, 81, 83, 84, 88, 115)
- sugeno (Halaman: 7, 8, 86, 87, 88, 95, 101, 108, 110, 116)
- kriteria (Halaman: 9, 11, 12, 13, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 77, 80, 81, 82, 86, 105, 106, 107, 110, 113, 114, 115)
- nilai (Halaman: 9, 11, 12, 13, 23, 26, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 93, 94, 95, 99, 100, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 114, 116)

- bobot (Halaman: 9, 11, 12, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 58, 59, 60, 62, 66, 68, 73, 81, 82, 83, 84, 87, 102, 105, 106, 107, 113, 114, 115)
- matrik (Halaman: 9, 11, 19, 21, 23, 24, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 57, 58, 60, 66, 67, 69, 70, 71, 105, 106, 107, 110, 114)
- skor (Halaman: 9, 11, 12, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 39, 40, 56, 58, 59, 63, 67, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 107, 108, 111, 113, 114, 115)
- himpunan (Halaman: 9, 10, 44, 49, 50, 51, 52, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 108, 116)
- perhitungan (Halaman: 9, 11, 24, 25, 26, 27, 28, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 106, 114, 115, 116)
- matriks (Halaman: 9, 21, 31, 44, 46, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 60, 66, 67, 69, 70, 71, 105, 106, 107, 110)
- normalisasi (Halaman: 9, 11, 12, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 43, 44, 46, 48, 49, 59, 63, 66, 67, 69, 70, 81, 82, 106, 111, 115)
- concordance (Halaman: 9, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 54, 107, 110, 114)
- discordance (Halaman: 9, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 107, 110, 114)
- berpasangan (Halaman: 9, 11, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 106, 107, 108, 114)
- max (Halaman: 9, 24, 52, 53, 66, 69, 70, 89, 90, 96, 98, 107, 110)
- madm (Halaman: 9, 19, 20, 21, 29, 40, 42, 55, 102, 105, 110, 113)
- pda (Halaman: 9, 11, 56, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 107, 111)
- permintaan (Halaman: 10, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100)
- aturan (Halaman: 10, 87, 88, 89, 93, 94, 96, 99, 100, 105, 108, 109, 116)
- keanggotaan (Halaman: 10, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 108, 116)
- fungsi (Halaman: 10, 15, 17, 19, 66, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 108, 112, 116)
- jarak (Halaman: 11, 13, 56, 58, 61, 66, 67, 69, 71, 77, 106, 107, 110, 115)
- prioritas (Halaman: 11, 32, 33, 35, 36, 37, 39, 85, 106, 113)
- tingkat (Halaman: 11, 13, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 66, 73, 75, 106, 107, 114, 115)
- kepentingan (Halaman: 11, 13, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 47, 66, 68, 114)
- perkalian (Halaman: 11, 19, 25, 26, 28, 29, 33, 35, 37, 38, 39, 46, 54, 105, 113)
- penilaian (Halaman: 12, 13, 32, 56, 57, 59, 60, 63, 68, 80, 81, 82, 83, 107)
- borda (Halaman: 12, 77, 78, 80, 81, 83, 84, 85, 108, 111, 116)
- terbaik (Halaman: 13, 14, 16, 17, 25, 40, 46, 56, 57, 59, 63, 77, 78, 79, 105, 106, 107)
- menghasilkan (Halaman: 13, 14, 17, 50, 57, 75, 79, 84, 87, 104, 108, 113, 115, 116)
- memiliki (Halaman: 15, 25, 32, 46, 47, 56, 57, 66, 73, 75, 76, 80, 83, 86, 104, 105, 106, 107, 115)
- terstruktur (Halaman: 15, 77, 105, 110, 113)
- solusi (Halaman: 16, 43, 56, 57, 58, 64, 66, 76, 86, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 115)
- menentukan (Halaman: 19, 34, 44, 46, 50, 51, 54, 56, 58, 61, 62, 66, 67, 69, 70, 73, 80, 85, 95, 106, 107, 108, 115)
- preferensi (Halaman: 19, 24, 25, 26, 28, 29, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 106, 111, 113)
- menghitung (Halaman: 19, 25, 26, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 38, 56, 59, 63, 106, 107, 113)
- atribut (Halaman: 19, 21, 22, 25, 26, 43, 48, 73, 81, 102, 105, 106, 110, 113, 115)
- terbobot (Halaman: 19, 21, 25, 26, 28, 29, 44, 49, 58, 59, 62, 87, 113)
- mcdm (Halaman: 19, 30, 41, 56, 65, 105, 106, 111, 115)
- persamaan (Halaman: 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 36, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 58, 59, 81, 82, 87, 93, 94, 95, 99, 100, 101, 115)
- benefit (Halaman: 21, 22, 24, 26, 43, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 66, 69, 70, 73, 81, 106, 110)
- cost (Halaman: 21, 22, 24, 26, 43, 56, 57, 58, 60, 63, 66, 69, 73, 81, 106, 110)

- elemen (Halaman: 31, 32, 33, 44, 45, 46, 49, 66, 67, 69, 70, 71, 105, 106, 107, 112)
- penentuan (Halaman: 32, 33, 44, 45, 46, 47, 48, 54, 58, 66, 67, 69, 71, 74, 87, 112, 114, 116)
- diperoleh (Halaman: 35, 36, 37, 39, 56, 62, 63, 64, 77, 87, 88, 93, 94, 95, 99, 100, 108, 114)
- kelompok (Halaman: 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 105, 106, 116)
- persediaan (Halaman: 88, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100)
- produksi (Halaman: 88, 89, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 101)
- barang (Halaman: 93, 94, 95, 96, 99, 100)

2. Metode RAKE:

- sistem pendukung keputusan (Halaman: 14, 15, 17, 22, 40, 76, 77, 86, 88, 101, 116, Frek: 26, Similaritas: 1.00)
- sistem pendukung keputus (Halaman: 5, Frek: 2, Similaritas: 0.88)
- pendukung keputusan (Halaman: 13, Frek: 4, Similaritas: 0.87)
- pengembangan sistem (Halaman: 108, Frek: 1, Similaritas: 0.85)
- sistem informasi (Halaman: 75, Frek: 1, Similaritas: 0.85)
- pendekatan sistem (Halaman: 32, Frek: 1, Similaritas: 0.83)
- konfigurasi komponen sistem (Halaman: 75, Frek: 1, Similaritas: 0.80)
- menunjang keputusan kelompok (Halaman: 76, Frek: 1, Similaritas: 0.79)
- teknologi keputusan (Halaman: 75, Frek: 1, Similaritas: 0.78)
- proses pengambilan keputusan (Halaman: 13, 14, 15, 107, Frek: 13, Similaritas: 0.78)
- pemerintahan keputusan (Halaman: 13, Frek: 1, Similaritas: 0.77)
- metode pengambilan keputusan (Halaman: 19, 57, 115, Frek: 3, Similaritas: 0.77)
- pengambilan keputusan memiliki (Halaman: 76, Frek: 1, Similaritas: 0.77)
- sistem interaktif berbasis (Halaman: 13, Frek: 1, Similaritas: 0.77)
- pengambilan keputusan alternatif (Halaman: 107, Frek: 1, Similaritas: 0.77)
- pengambilan keputusan kelompok (Halaman: 116, Frek: 1, Similaritas: 0.77)
- membantu pengambilan keputusan (Halaman: 105, Frek: 1, Similaritas: 0.76)
- pengaruh pengambilan keputusan (Halaman: 13, Frek: 1, Similaritas: 0.75)
- membutuhkan pengambilan keputusan (Halaman: 4, Frek: 1, Similaritas: 0.75)
- pengambilan keputusan kriteria (Halaman: 105, Frek: 1, Similaritas: 0.75)
- kriteria pengambilan keputusan (Halaman: 113, Frek: 1, Similaritas: 0.75)
- kendali proses klasifikasi (Halaman: 87, Frek: 1, Similaritas: 0.75)
- dimana output sistem (Halaman: 87, Frek: 1, Similaritas: 0.75)
- pengambil keputusan tujuan (Halaman: 19, Frek: 1, Similaritas: 0.74)
- tahapan pengambilan keputusan (Halaman: 84, Frek: 1, Similaritas: 0.74)
- alternatif keputusan (Halaman: 105, Frek: 1, Similaritas: 0.74)
- pengambilan keputusan individual (Halaman: 75, 81, 84, 115, Frek: 7, Similaritas: 0.74)
- menghasilkan keputusan (Halaman: 14, Frek: 1, Similaritas: 0.74)
- terstruktur keputusan (Halaman: 15, Frek: 3, Similaritas: 0.73)
- keputusan terstruktur (Halaman: 105, Frek: 2, Similaritas: 0.73)
- pengambilan keputusan (Halaman: 3, 6, 7, 13, 19, 34, 46, 56, 57, 66, 73, 76, 108, Frek: 44, Similaritas: 0.73)
- visionquest pengambilan keputusan (Halaman: 115, Frek: 1, Similaritas: 0.73)
- membantu pengambil keputusan (Halaman: 17, 106, Frek: 2, Similaritas: 0.73)
- pembuat keputusan (Halaman: 47, Frek: 1, Similaritas: 0.73)
- kualitas keputusan (Halaman: 13, Frek: 1, Similaritas: 0.72)
- pengambil keputusan keputusan (Halaman: 105, Frek: 1, Similaritas: 0.71)
- konteks keputusan (Halaman: 106, Frek: 1, Similaritas: 0.71)
- keputusan kusumadewi (Halaman: 86, Frek: 6, Similaritas: 0.71)
- tahap pengambilan keputusan (Halaman: 75, Frek: 1, Similaritas: 0.71)
- alternatif pilihan keputusan (Halaman: 4, Frek: 1, Similaritas: 0.71)

- istem berdasarkan komputer (Halaman: 76, Frek: 1, Similaritas: 0.70)
- asalah pengambilan keputusan (Halaman: 13, Frek: 1, Similaritas: 0.70)
- proses pemikiran (Halaman: 105, Frek: 1, Similaritas: 0.70)
- keputusan terbaik latihan (Halaman: 17, Frek: 1, Similaritas: 0.70)
- mengambil keputusan (Halaman: 13, Frek: 1, Similaritas: 0.70)
- keputusan terbaik (Halaman: 14, 16, Frek: 5, Similaritas: 0.70)
- dukungan komputer (Halaman: 77, Frek: 1, Similaritas: 0.70)
- memiliki prosedur (Halaman: 105, Frek: 1, Similaritas: 0.69)
- proses memilih (Halaman: 13, Frek: 1, Similaritas: 0.69)
- hasil keputusan (Halaman: 66, 114, Frek: 2, Similaritas: 0.69)
- proses perhitungan (Halaman: 39, Frek: 1, Similaritas: 0.69)
- memiliki prosedur khusus (Halaman: 15, Frek: 1, Similaritas: 0.69)
- metode pemilihan mayoritas (Halaman: 79, Frek: 1, Similaritas: 0.69)
- aktifitas dasar (Halaman: 77, Frek: 1, Similaritas: 0.68)
- pengambil keputusan (Halaman: 14, 15, 47, 78, 105, 107, Frek: 19, Similaritas: 0.68)
- perhitungan perankingan alternatif (Halaman: 72, Frek: 1, Similaritas: 0.68)
- pembentukan matriks keputusan (Halaman: 66, 69, Frek: 5, Similaritas: 0.68)
- komponen utama (Halaman: 14, Frek: 1, Similaritas: 0.67)
- berisi bangunan mekanisme (Halaman: 76, Frek: 1, Similaritas: 0.67)
- sistem multi objektif (Halaman: 73, Frek: 1, Similaritas: 0.67)
- masukan proses keluaran (Halaman: 112, Frek: 1, Similaritas: 0.67)
- penentuan alternatif (Halaman: 46, Frek: 1, Similaritas: 0.67)
- kinerja alternatif (Halaman: 106, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- penentuan elemen nilai (Halaman: 45, Frek: 6, Similaritas: 0.66)
- proses produksi (Halaman: 89, 96, Frek: 2, Similaritas: 0.66)
- diambil berdasarkan aturan (Halaman: 105, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- penilaian alternatif (Halaman: 56, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- proses perhitungan matriks (Halaman: 106, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- bidang teknologi informasi (Halaman: 3, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- proses defuzzifikasi (Halaman: 88, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- proses pembelajaran (Halaman: 3, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- proses eliminasi metode (Halaman: 106, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- dibutuhkan metode normalisasi (Halaman: 20, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- nilai kesimpulan metode (Halaman: 73, Frek: 1, Similaritas: 0.66)
- fase pengambilan keputusan (Halaman: 112, Frek: 2, Similaritas: 0.66)
- proses menyaring memprioritaskan (Halaman: 113, Frek: 1, Similaritas: 0.65)
- pengambilan keputusan dss (Halaman: 76, Frek: 1, Similaritas: 0.65)
- pengukur kinerja alternatif (Halaman: 115, Frek: 1, Similaritas: 0.65)
- metode pemecahkan permasalahan (Halaman: 31, Frek: 1, Similaritas: 0.65)
- terstruktur memiliki penanganan (Halaman: 15, Frek: 1, Similaritas: 0.65)
- menggabungkan informasi (Halaman: 107, Frek: 1, Similaritas: 0.64)
- menentukan alternatif (Halaman: 46, Frek: 1, Similaritas: 0.64)
- menentukan peringkat alternatif (Halaman: 107, Frek: 1, Similaritas: 0.64)
- alternatif dimana nilai (Halaman: 67, Frek: 1, Similaritas: 0.64)
- struktur data (Halaman: 103, Frek: 1, Similaritas: 0.64)
- prinsip dasar (Halaman: 64, Frek: 1, Similaritas: 0.64)
- fungsi implikasi komposisi (Halaman: 101, Frek: 1, Similaritas: 0.64)
- bertentangan dimana kriteria (Halaman: 66, 73, Frek: 2, Similaritas: 0.64)
- membutuhkan pertimbangan (Halaman: 15, Frek: 1, Similaritas: 0.64)
- kuat metode (Halaman: 66, Frek: 1, Similaritas: 0.64)
- konsep perankingan (Halaman: 42, Frek: 1, Similaritas: 0.63)
- inference system (Halaman: 86, Frek: 9, Similaritas: 0.63)
- memiliki kinerja (Halaman: 107, Frek: 1, Similaritas: 0.63)

- metode perluasan (Halaman: 87, Frek: 1, Similaritas: 0.63)
- normalisasi pengukuran pilihan (Halaman: 44, Frek: 1, Similaritas: 0.63)
- mengurangi fleksibilitas metode (Halaman: 57, Frek: 1, Similaritas: 0.63)
- decision support system (Halaman: 18, Frek: 1, Similaritas: 0.63)
- pencocokan pola manajemen (Halaman: 87, Frek: 1, Similaritas: 0.63)
- teori himpunan dimana (Halaman: 86, Frek: 1, Similaritas: 0.63)
- menghasilkan penilaian (Halaman: 57, Frek: 1, Similaritas: 0.63)

3. Metode Word2Vec:

- Kata kunci: sistem

- > sistem (1.00, Halaman: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 30, 31, 32, 40, 41, 42, 54, 66, 73, 74, 75, 76, 77, 84, 86, 87, 88, 101, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 116)
- > system (0.79, Halaman: 4, 7, 18, 75, 76, 78, 80, 84, 85, 86, 101, 105, 106, 108, 110, 112, 115, 116)
- > mekanisme (0.64, Halaman: 76)
- > istem (0.62, Halaman: 76)
- > siste (0.60, Halaman: 13)
- > struktur (0.60, Halaman: 15, 17, 77, 103, 104, 105, 106, 110, 113)
- > proses (0.58, Halaman: 3, 13, 14, 15, 39, 43, 48, 57, 67, 73, 75, 77, 81, 87, 88, 89, 96, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 115)
- > prosedur (0.57, Halaman: 14, 15, 105)
- > fungsi (0.56, Halaman: 10, 15, 17, 19, 66, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 108, 112, 116)
- > operasi (0.56, Halaman: 86, 87, 101)
- > metode (0.55, Halaman: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 34, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 54, 56, 57, 59, 63, 64, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 88, 95, 101, 103, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 116)
- > perangkat (0.55, Halaman: 13, 16, 75, 113)
- > teknologi (0.55, Halaman: 2, 3, 4, 75, 85, 103, 104)
- > konsep (0.55, Halaman: 3, 4, 18, 19, 42, 54, 57, 75, 78, 86, 101, 104, 112, 115, 116)
- > manajemen (0.54, Halaman: 76, 77, 87, 102)
- > program (0.54, Halaman: 14, 104)
- > aplikasi (0.54, Halaman: 4, 18, 41, 84, 88, 102, 109)
- > komponen (0.54, Halaman: 14, 32, 75)
- > standar (0.54, Halaman: 105)
- > alat (0.53, Halaman: 13, 14, 15, 66, 75, 76, 105, 106)
- > pola (0.53, Halaman: 87, 108)
- > fungsi (0.53, Halaman: 101)
- > dalam (0.53, Halaman: 3, 14, 43, 51, 53, 73, 101, 105, 114, 115)
- > prinsip (0.53, Halaman: 63, 64, 115)
- > basis (0.52, Halaman: 88, 104)
- > dasar (0.51, Halaman: 4, 15, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 40, 42, 48, 49, 51, 53, 54, 56, 63, 64, 66, 69, 73, 75, 76, 77, 78, 81, 84, 86, 87, 89, 93, 96, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 113, 114, 116)
- > teknik (0.51, Halaman: 78, 102, 103, 104)
- > bentuk (0.51, Halaman: 32, 43, 45, 57, 60, 66, 69, 71, 76, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 97, 98, 115, 116)
- > komputer (0.51, Halaman: 75, 76, 77, 103, 104, 105, 106, 108)
- > implementasi (0.50, Halaman: 16, 43, 66, 86, 112, 113, 115)
- > defuzzifikasi (0.50, Halaman: 88, 108)
- > strategi (0.50, Halaman: 78)

- > klasifikasi (0.50, Halaman: 87)
- > olusi (0.49, Halaman: 56)
- > subproses (0.49, Halaman: 75)
- > model (0.49, Halaman: 3, 4, 5, 13, 16, 19, 21, 25, 29, 64, 87, 88, 89, 96, 101, 105, 111, 112, 113, 116)
- > distribusi (0.49, Halaman: 13)
- > ekonomi (0.49, Halaman: 41, 115)
- > perhitunga (0.48, Halaman: 62)
- > bidang (0.48, Halaman: 3, 4, 12, 31, 66, 80, 82, 83, 104, 115)
- > komunikasi (0.48, Halaman: 75, 76, 106)
- > kondisi (0.48, Halaman: 86)
- > fasilitas (0.48, Halaman: 4)
- > metodologi (0.48, Halaman: 103, 104)
- > organisasi (0.48, Halaman: 75, 80)
- > atura (0.48, Halaman: 95)
- > altern (0.48, Halaman: 9, 54)
- > kendali (0.48, Halaman: 87, 108)
- > aktivitas (0.48, Halaman: 14)
- > teori (0.47, Halaman: 86, 101, 116)
- > informasi (0.47, Halaman: 2, 3, 13, 14, 17, 75, 77, 103, 104, 105, 107, 113)
- > fitur (0.47, Halaman: 75)
- > alur (0.47, Halaman: 57, 115)
- > kerangka (0.47, Halaman: 13, 86, 113, 116)
- > efektivitas (0.46, Halaman: 77)
- > konfigurasi (0.46, Halaman: 75)
- > bisnis (0.46, Halaman: 13, 31, 41, 113)
- > institusi (0.46, Halaman: 3)
- > kompleks (0.46, Halaman: 13, 15, 31, 32, 105, 106, 115)
- > selektifitas (0.46, Halaman: 66, 73)
- > efisiensi (0.45, Halaman: 88, 95, 106)
- > kerja (0.45, Halaman: 3, 9, 13, 19, 21, 22, 27, 28, 46, 47, 48, 56, 57, 59, 66, 68, 70, 77, 85, 86, 106, 107, 113, 115, 116)
- > rangka (0.45, Halaman: 4)
- > jenis (0.45, Halaman: 5, 9, 13, 15, 16, 17, 20, 43, 46, 48, 56, 57, 58, 63, 69, 70, 75, 86, 88, 95, 96, 101, 106, 112, 113)
- > pusat (0.45, Halaman: 95)
- > data (0.45, Halaman: 4, 9, 13, 14, 16, 17, 34, 43, 48, 57, 68, 88, 95, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 114)
- > lunak (0.45, Halaman: 13, 16, 75, 113)
- > produksi (0.45, Halaman: 88, 89, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 101)
- > nilai (0.45, Halaman: 9, 11, 12, 13, 23, 26, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 93, 94, 95, 99, 100, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 114, 116)
- > tingkat (0.45, Halaman: 11, 13, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 66, 73, 75, 77, 106, 107, 114, 115)
- > masalah (0.44, Halaman: 9, 31, 32, 33, 86, 87, 101, 115)
- > aplikasi (0.44, Halaman: 3)
- > metode (0.44, Halaman: 85)
- > fuzzifikasi (0.44, Halaman: 88)
- > metode (0.44, Halaman: 8, 113)
- > elemen (0.44, Halaman: 31, 32, 33, 44, 45, 46, 49, 66, 67, 69, 70, 71, 105, 106, 107, 112)

- > lingkup (0.44, Halaman: 86, 87)
- > aktifitas (0.44, Halaman: 77)
- > konteks (0.44, Halaman: 19, 80, 105, 106, 107)
- > danatau (0.44, Halaman: 56, 64)
- > dunia (0.44, Halaman: 13, 75)
- > perka (0.44, Halaman: 28)
- > siklus (0.44, Halaman: 79)
- > karakteristik (0.43, Halaman: 75, 76, 80, 87)
- > sistematis (0.43, Halaman: 105)
- > menggunak (0.43, Halaman: 100)
- > hasil (0.43, Halaman: 3, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 24, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 43, 46, 47, 49, 50, 56, 57, 62, 64, 66, 67, 68, 75, 77, 78, 79, 83, 84, 87, 88, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 114, 115, 116)
- > analisis (0.43, Halaman: 105)
- > formulasi (0.43, Halaman: 4)
- > utama (0.43, Halaman: 14, 87, 101, 116)
- > multikriteria (0.43, Halaman: 19, 31, 42, 56, 63)
- > multipartai (0.43, Halaman: 31)
- > kualitas (0.43, Halaman: 13, 106)
- > kombinasi (0.43, Halaman: 75, 87, 108, 116)
- > efektif (0.43, Halaman: 3, 14, 57, 76)
- > agregasi (0.43, Halaman: 9, 54, 87, 116)
- > kompleksitas (0.43, Halaman: 13)
- > industri (0.42, Halaman: 31)
- > perilaku (0.42, Halaman: 76)
- > otomatis (0.42, Halaman: 75, 76, 108)
- Kata kunci: dukung
 - > dukung (1.00, Halaman: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 30, 31, 40, 41, 42, 54, 66, 75, 76, 77, 86, 87, 88, 101, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 113, 115, 116)
 - > support (0.53, Halaman: 4, 7, 18, 75, 76, 78, 80, 84, 85, 105, 106, 110, 115)
 - > dorong (0.48, Halaman: 76)
 - > kuat (0.46, Halaman: 66, 79)
 - > tarik (0.45, Halaman: 3, 4, 108)
 - > tunjang (0.45, Halaman: 74, 76)
 - > kapabilitas (0.44, Halaman: 76)
 - > bantu (0.44, Halaman: 12, 13, 15, 16, 17, 75, 76, 77, 80, 82, 83, 84, 86, 105, 106, 107, 112, 113, 115)
 - > upport (0.44, Halaman: 76)
 - > apresiasi (0.42, Halaman: 3)
 - > terus (0.42, Halaman: 50)
 - > libat (0.40, Halaman: 13, 19, 35, 37, 75, 76, 77, 84, 105, 115)
 - > tentu (0.40, Halaman: 19, 31, 32, 33, 34, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 54, 56, 58, 61, 62, 66, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 80, 85, 87, 93, 95, 105, 106, 107, 108, 112, 114, 115, 116)
 - > layak (0.40, Halaman: 19, 56)
 - > fasilitas (0.40, Halaman: 4)
 - > pakat (0.40, Halaman: 31)
 - > kontribusi (0.40, Halaman: 3, 104)
 - > baik (0.40, Halaman: 13, 14, 16, 17, 25, 32, 40, 46, 56, 57, 59, 63, 77, 78, 79, 105, 106, 107, 114)
 - > gali (0.39, Halaman: 4)
 - > lihan (0.39, Halaman: 105)

- > handal (0.39, Halaman: 66)
- > ingan (0.39, Halaman: 31)
- > keter (0.39, Halaman: 11)
- > visi (0.39, Halaman: 104)
- > bukti (0.39, Halaman: 64)
- > sumber (0.39, Halaman: 3, 4, 13)
- > performa (0.38, Halaman: 107)
- > urun (0.38, Halaman: 94)
- > anggap (0.38, Halaman: 4, 42, 54, 66, 79, 106, 107, 108, 112)
- > tambah (0.38, Halaman: 4, 10, 13, 66, 87, 92, 93, 94, 95, 108)
- > guna (0.38, Halaman: 46, 56, 57, 63, 76, 77, 80, 105, 115)
- > buat (0.38, Halaman: 44, 47, 77, 103, 104)
- > pengaruh (0.38, Halaman: 13, 57, 79)
- > konsisten (0.37, Halaman: 32, 66, 107)
- > kualitas (0.37, Halaman: 13, 106)
- > dana (0.37, Halaman: 41)
- > perhitunga (0.37, Halaman: 62)
- > terima (0.37, Halaman: 40, 46, 48, 79)
- > atas (0.37, Halaman: 14, 33, 36, 37, 43, 48, 63, 87)
- > basis (0.37, Halaman: 88, 104)
- > minat (0.37, Halaman: 13, 22, 27, 28, 103)
- > teknologi (0.36, Halaman: 2, 3, 4, 75, 85, 103, 104)
- > penuh (0.36, Halaman: 78, 105, 106)
- > dapat (0.36, Halaman: 28, 34, 36, 37, 38, 46, 49, 52, 68, 82, 106)
- > faktor (0.36, Halaman: 13, 14)
- > kriteri (0.36, Halaman: 57, 106)
- > independen (0.36, Halaman: 113)
- > mampu (0.36, Halaman: 13)
- > gagasan (0.36, Halaman: 42)
- > denga (0.36, Halaman: 81)
- > informasi (0.36, Halaman: 2, 3, 13, 14, 17, 75, 77, 103, 104, 105, 107, 113)
- > optimal (0.36, Halaman: 115)
- > prestasi (0.36, Halaman: 80, 84)
- > kandidat (0.36, Halaman: 59)
- > selektifitas (0.36, Halaman: 66, 73)
- > lingkung (0.36, Halaman: 15, 112)
- > olusi (0.36, Halaman: 56)
- > kalah (0.36, Halaman: 78, 79, 108)
- > deng (0.36, Halaman: 59)
- > saran (0.36, Halaman: 3, 4)
- > peran (0.35, Halaman: 13, 112)
- > atur (0.35, Halaman: 10, 76, 87, 88, 89, 93, 94, 96, 99, 100, 105, 108, 109, 116)
- > data (0.35, Halaman: 4, 9, 13, 14, 16, 17, 34, 43, 48, 57, 68, 88, 95, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 114)
- > pimpin (0.35, Halaman: 68)
- > menang (0.35, Halaman: 78, 79, 108)
- > sesuai (0.35, Halaman: 9, 22, 27, 28, 42, 48, 50, 52, 54, 58, 66, 107, 114)
- > dedikasi (0.35, Halaman: 3)
- > tinjau (0.35, Halaman: 107)
- > senantiasa (0.35, Halaman: 86, 87)
- > tanggung (0.35, Halaman: 9, 46, 47, 48, 68, 70, 105)
- > rancang (0.35, Halaman: 3, 75, 106)
- > menjukkan (0.35, Halaman: 47)

- > fokus (0.35, Halaman: 104, 105, 108)
- > ditentukan (0.35, Halaman: 69)
- > gabung (0.35, Halaman: 78, 79, 107, 108)
- > beri (0.35, Halaman: 44, 78)
- > analisis (0.34, Halaman: 105)
- > rensi (0.34, Halaman: 74)
- > minta (0.34, Halaman: 10, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100)
- > jadi (0.34, Halaman: 4, 115)
- > ambil (0.34, Halaman: 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 31, 32, 34, 42, 43, 46, 47, 56, 57, 59, 66, 67, 68, 73, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 84, 86, 87, 101, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 115, 116)
- > hindar (0.34, Halaman: 78)
- > stabil (0.34, Halaman: 66)
- > kondisi (0.34, Halaman: 86)
- > hkan (0.34, Halaman: 105)
- > perhati (0.34, Halaman: 108)
- > benar (0.34, Halaman: 34, 88)
- > pilih (0.34, Halaman: 4, 13, 16, 19, 22, 40, 42, 43, 44, 46, 48, 54, 56, 63, 68, 77, 78, 79, 80, 84, 105, 106, 108, 111, 112, 113, 115)
- > unggul (0.34, Halaman: 8, 80, 112)
- > aktifitas (0.34, Halaman: 77)
- > kritik (0.34, Halaman: 3, 4)
- > mutlak (0.34, Halaman: 31, 34)
- > penting (0.34, Halaman: 11, 13, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 47, 66, 68, 114)
- > pikir (0.34, Halaman: 14, 31, 32, 86, 105, 116)
- > liput (0.34, Halaman: 77)
- > pasang (0.34, Halaman: 9, 11, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 44, 78, 79, 106, 107, 108, 110, 114)
- > obyektif (0.34, Halaman: 102)
- > hak (0.34, Halaman: 46, 54)
- > hasil (0.34, Halaman: 3, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 24, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 43, 46, 47, 49, 50, 56, 57, 62, 64, 66, 67, 68, 75, 77, 78, 79, 83, 84, 87, 88, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 114, 115, 116)
- > kriteria (0.33, Halaman: 9, 11, 12, 13, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 77, 80, 81, 82, 86, 105, 106, 107, 110, 113, 114, 115)
- Kata kunci: putus
 - > putus (1.00, Halaman: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 30, 31, 32, 34, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 54, 56, 57, 59, 60, 63, 66, 67, 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116)
 - > asa (0.61, Halaman: 13)
 - > asmara (0.44, Halaman: 66, 74)
 - > lulus (0.42, Halaman: 104)
 - > sempat (0.37, Halaman: 76)
 - > pecah (0.37, Halaman: 13, 31, 32, 73, 75, 77, 101, 106, 108, 113, 115)
 - > gantung (0.37, Halaman: 13, 32, 57, 80, 87, 101, 114)
 - > jalan (0.36, Halaman: 75, 77)
 - > masalah (0.36, Halaman: 9, 31, 32, 33, 86, 87, 101, 115)
 - > menyelesaikan (0.36, Halaman: 104)
 - > terus (0.36, Halaman: 50)
 - > tahu (0.36, Halaman: 13, 88, 103)

- > selesai (0.36, Halaman: 3, 4, 6, 13, 14, 15, 19, 32, 43, 56, 60, 66, 69, 89, 96, 112, 114)
- > jadi (0.36, Halaman: 4, 115)
- > sama (0.36, Halaman: 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 36, 38, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 58, 59, 81, 82, 87, 93, 94, 95, 99, 100, 101, 115)
- > pisah (0.35, Halaman: 15, 73, 107, 115)
- > tida (0.35, Halaman: 32)
- > lemah (0.35, Halaman: 64, 80)
- > bilang (0.35, Halaman: 44, 86, 87, 88, 108)
- > kenal (0.34, Halaman: 13, 31, 42, 44, 56, 73, 75, 86, 108)
- > listrik (0.34, Halaman: 34, 35, 38, 39)
- > keluar (0.34, Halaman: 14, 87, 112, 116)
- > hubung (0.33, Halaman: 25, 42, 43, 44, 56, 88)
- > kabur (0.33, Halaman: 108)
- > kerja (0.33, Halaman: 3, 9, 13, 19, 21, 22, 27, 28, 46, 47, 48, 56, 57, 59, 66, 68, 70, 77, 85, 86, 106, 107, 113, 115, 116)
- > seringkali (0.32, Halaman: 75)
- > miskomunikasi (0.32, Halaman: 76)
- > sulit (0.32, Halaman: 13, 43, 114)
- > kuat (0.32, Halaman: 66, 79)
- > stabil (0.32, Halaman: 66)
- > hidup (0.32, Halaman: 5, 13, 22, 27, 28, 75)
- > minta (0.32, Halaman: 10, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100)
- > terima (0.32, Halaman: 40, 46, 48, 79)
- > beasiswa (0.32, Halaman: 34, 40, 46, 48, 54)
- > dapat (0.32, Halaman: 28, 34, 36, 37, 38, 46, 49, 52, 68, 82, 106)
- > kalah (0.32, Halaman: 78, 79, 108)
- > nadir (0.32, Halaman: 56)
- > menggu (0.31, Halaman: 100)
- > simpul (0.31, Halaman: 5, 6, 7, 8, 16, 29, 40, 54, 63, 73, 84, 86, 87, 101, 108, 116)
- > komunikasi (0.31, Halaman: 75, 76, 106)
- > kuliah (0.31, Halaman: 2, 4, 104)
- > enyelesaikan (0.31, Halaman: 75)
- > rendah (0.31, Halaman: 23, 56, 59, 64, 78, 79, 106)
- > mudah (0.31, Halaman: 46, 57, 66, 73, 76, 79, 115)
- > nyelesaian (0.31, Halaman: 32)
- > dekat (0.31, Halaman: 32, 78, 102, 106, 107, 115)
- > rugi (0.31, Halaman: 13)
- > keras (0.31, Halaman: 3)
- > konflik (0.31, Halaman: 76)
- > fokus (0.31, Halaman: 104, 105, 108)
- > cenderung (0.30, Halaman: 31, 32)
- > kait (0.30, Halaman: 14, 56, 86)
- > langsung (0.30, Halaman: 78)
- > kadang (0.30, Halaman: 14)
- > tua (0.30, Halaman: 9, 34, 35, 38, 39, 46, 47, 48)
- > sinyal (0.30, Halaman: 103)
- > orang (0.30, Halaman: 9, 13, 34, 35, 38, 39, 46, 47, 48, 59)
- > cepat (0.30, Halaman: 14, 57, 76, 79, 115)
- > baik (0.30, Halaman: 13, 14, 16, 17, 25, 32, 40, 46, 56, 57, 59, 63, 77, 78, 79, 105, 106, 107, 114)
- > cari (0.30, Halaman: 31, 42, 51, 52, 53, 54, 79, 88, 102)
- > denga (0.30, Halaman: 81)

- > buat (0.30, Halaman: 44, 47, 77, 103, 104)
- > jelas (0.30, Halaman: 45, 57, 77)
- > libat (0.30, Halaman: 13, 19, 35, 37, 75, 76, 77, 84, 105, 115)
- > antar (0.30, Halaman: 3, 5, 13)
- > timbul (0.29, Halaman: 13)
- > tentu (0.29, Halaman: 19, 31, 32, 33, 34, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 54, 56, 58, 61, 62, 66, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 80, 85, 87, 93, 95, 105, 106, 107, 108, 112, 114, 115, 116)
- > pikir (0.29, Halaman: 14, 31, 32, 86, 105, 116)
- > keputusa (0.29, Halaman: 32, 81, 110)
- > tambah (0.29, Halaman: 4, 10, 13, 66, 87, 92, 93, 94, 95, 108)
- > butuh (0.29, Halaman: 4, 11, 13, 15, 20, 21, 43, 57, 59, 66, 80, 105, 112, 114, 115)
- > buruk (0.29, Halaman: 106)
- > normal (0.29, Halaman: 25, 27)
- > awal (0.29, Halaman: 46)
- > kawin (0.29, Halaman: 60)
- > menang (0.29, Halaman: 78, 79, 108)
- > kepala (0.29, Halaman: 12, 13, 68, 72, 80, 82, 83)
- > boleh (0.29, Halaman: 86)
- > tinggi (0.28, Halaman: 28, 40, 56, 59, 78, 84, 108)
- > mampu (0.28, Halaman: 13)
- > arus (0.28, Halaman: 56)
- > gaji (0.28, Halaman: 34, 35, 38, 39)
- > turun (0.28, Halaman: 10, 89, 90, 93, 96, 97, 99)
- > pasang (0.28, Halaman: 9, 11, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 44, 78, 79, 106, 107, 108, 110, 114)
- > aku (0.28, Halaman: 47)
- > suka (0.28, Halaman: 78, 79, 108)
- > ingin (0.28, Halaman: 31)
- > negatif (0.28, Halaman: 26, 56, 58, 61, 76, 87, 106, 107, 110, 115)
- > tarik (0.28, Halaman: 3, 4, 108)
- > jauh (0.28, Halaman: 106, 115)
- > sepakat (0.28, Halaman: 107)
- > sisa (0.28, Halaman: 42, 114)
- > angka (0.28, Halaman: 14, 32)
- > rentan (0.28, Halaman: 78)
- > batas (0.28, Halaman: 15, 32, 66, 67, 69, 71, 87, 106, 107, 110, 114)
- > hari (0.28, Halaman: 5, 13, 75)
- > banyak (0.28, Halaman: 25, 26, 27, 46, 58)
- > dana (0.28, Halaman: 41)
- > keluarga (0.28, Halaman: 46)
- > kali (0.28, Halaman: 11, 19, 25, 26, 28, 29, 33, 35, 37, 38, 39, 44, 46, 54, 83, 86, 105, 113, 115)