

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Umum**

Menurut Harahap Hakim Hariman, 2014 dalam perencanaan fasilitas bagi pejalan kaki termasuk fasilitas penyeberangan harus memperhatikan tujuh sasaran utama yaitu: keselamatan (*safety*), keamanan (*security*), kemudahan (*convenience*), kelancaran (*continuity*), kenyamanan (*comfort*), keterpaduan sistem (*system coherence*), dan daya tarik (*attractiveness*). Ketujuh faktor tersebut saling berhubungan (*inter-related*) dan saling tumpang tindih (*overlapping*). Berubahnya salah satu faktor akan mempengaruhi perubahan faktor yang lain. O'Flaherty (1997) mengelompokkan fasilitas penyeberangan jalan menjadi dua jenis yaitu:

- a. Penyeberangan sebidang (*at-grade crossing*).
- b. Penyeberangan tidak sebidang (*segregated crossing*).

Penyeberangan sebidang merupakan tipe fasilitas penyeberangan yang paling banyak digunakan karena biaya pengadaan dan operasionalnya relatif murah. Bentuk paling umum adalah berupa *uncontrolled crossing* (penyeberangan tanpa pengaturan), *light-controlled crossing* (penyeberangan dengan lampu sinyal), dan *person-controlled crossing* (penyeberangan yang diatur oleh manusia).

Penyeberangan tidak sebidang berupa pemisahan ketinggian antara pejalan kaki dan kendaraan; pertama kali diperkenalkan oleh Leonardo da Vinci yang merencanakan kota dengan sistem jalan raya berganda (*double network streets*) dimana para pejalan kaki berada di level atas dan kendaraan berada di level bawah.

Pada umumnya, contoh penyeberangan tidak sebidang ini seperti terowongan dan jembatan penyeberangan orang. Jembatan adalah bangunan pelengkap jalan yang berfungsi melewatkan lalu lintas yang terputus pada kedua ujung jalan akibat adanya hambatan berupa sungai, saluran, kanal, selat, lembah serta jalan dan jalan kereta api yang menyilang. Sedangkan Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) adalah jembatan yang letaknya bersilangan dengan jalan raya atau jalur kereta api, letaknya berada di atas kedua objek

tersebut, dan hanya diperuntukkan bagi pejalan kaki yang melintas (menyeberang) jalan raya atau jalur kereta api. (Harahap Hakim Hariman, 2014).

## **2.2 Jalan**

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di atas permukaan air serta di bawah permukaan tanah dan atau air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat. (Clarkson H. Oglesby. 1999).

Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan yaitu :

### **1. Jalan Arteri**

Jalan arteri adalah jalan umum yang melayani angkutan utama dengan ciri ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rerata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien

### **2. Jalan Kolektor**

Jalan kolektor adalah jalan umum yang melayani angkutan pengumpul / pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rerata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

### **3. Jalan Lokal**

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rerata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

### **4. Jalan Lingkungan**

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rerata rendah.

## **2.3 Pejalan Kaki**

Pejalan kaki adalah orang yang melakukan aktifitas berjalan kaki dan merupakan salah satu unsur pengguna jalan (Jenderal Perhubungan Darat,1997). Pejalan kaki harus berjalan pada bagian jalan yang diperuntukkan bagi pejalan kaki, atau pada bagian pejalan kaki, atau pada bagian jalan yang paling kiri apabila tidak terdapat bagian jalan yang diperuntukkan bagi pejalan kaki (PP No. 43, 1993).

### **2.3.1 Keragaman Pejalan Kaki**

Penyeberang jalan dengan kondisi fisik yang mendapat perhatian khusus dapat dibagi menjadi 3 (Dewar R dalam ITE 4th edition, 1992), yaitu:

1. **Penyeberang yang cacat fisik**

Penyeberang yang cacat fisik adalah pengguna jalan/penyeberang yang cacat fisiknya atau mempunyai keterbatasan fisiknya, oleh karena itu perlu diberikan fasilitas khusus.

2. **Penyeberang anak-anak**

Penyeberang anak-anak adalah penyeberang pada usia anak-anak (0-12 tahun) yang sering terjadi kecelakaan dibanding dengan golongan lainnya. Sebab dalam fakta yang ada dilapangan, anak-anak banyak yang belum mengerti bagaimana bahaya dalam menyeberangan di jalan raya.

3. **Penyeberang usia lanjut**

Dibandingkan dengan orang-orang dari berbagai usia, pejalan kaki lanjut usia lebih mungkin mengalami kecelakaan karena:

- **Kelemahan fisik**

Membutuhkan lebih banyak waktu untuk pulih (karena faktor yang disebut usia). Hal ini disebabkan oleh kondisi penglihatan yang tidak lagi berfungsi dengan baik pada mata yang sudah menginjak usia lanjut.

### 2.3.2 Perilaku Pejalan Kaki

Karakteristik pejalan kaki menurut Mulyawati, E., 2016 secara umum meliputi :

1. Kecepatan menyeberang,  $V$  (meter/detik)
2. Volume pejalan kaki,  $V$  (pejalan kaki/menit/meter)
3. Kepadatan,  $D$  (pejalan kaki/meter persegi)

### 2.3.3 Analisis Kelayakan Pejalan Kaki

Secara umum, parameter yang digunakan untuk menganalisis kelayakan pejalan kaki adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan pejalan kaki

Kecepatan pejalan kaki adalah kecepatan pejalan kaki yang dinyatakan dalam satuan m/detik.

kecepatan ( $V$ ) =

$$\frac{\text{panjang daerah penelitian (Meter)}}{\text{satuan waktu (Detik)}} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Arus Rerata Pejalan Kaki

Arus rerata pejalan kaki mengacu pada jumlah pejalan kaki yang melintasi suatu titik dalam suatu waktu. Hal ini biasanya dinyatakan dalam pejalan kaki/15 menit (Ped/15menit).

$$\text{Arus rerata pejalan kaki (Q)} = \frac{\text{Jumlah pejalan kaki tiap 15 detik (ped)}}{15 \text{ Menit}} \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Kepadatan pejalan kaki

Kepadatan pejalan kaki merupakan jumlah rerata area jalan atau area antrian yang dinyatakan dalam satuan pejalan kaki per meter persegi (ped/m<sup>2</sup>).

$$\text{Kepadatan pejalan kaki (D)} = \frac{\text{Jumlah pejalan kaki tiap siklus (ped)}}{\text{luas trotoar dalam tinjauan m}^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

### 2.3.4 Jalur Pejalan Kaki

Berdasarkan keputusan Direktur Jenderal Bina Marga (1999), jalur pejalan kaki diperuntukkan bagi pejalan kaki. Jalur pejalan kaki dapat berupa trotoar, perlintasan sebidang (zebra cross atau pelican cross), dan perlintasan tidak sebidang (jembatan pejalan kaki dan terowongan). Persiapan yang baik dan rencana cara berjalan akan mendukung latihan yang diselesaikan oleh klien mereka dengan aman dan mudah. Jalur pejalan kaki juga merupakan ruang bagi orang-orang untuk melakukan aktivitas seperti berbelanja,

terhubung, dan menjadi elemen merek dagang dari suatu iklim. Jalur pejalan kaki dan perangkat keras harus diatur dengan pengaturan. Pengaturan ini sebagian besar adalah sebagai berikut:

1. Kantor pejalan kaki tidak terhubung dengan kemampuan jalan.
2. Pada dasarnya pejalan kaki untuk sampai pada tujuannya perlu menempuh jalan sedekat mungkin, dengan tenteram, mudah dan aman dari halangan.
3. Adanya jalur pejalan kaki yang menghubungkan titik awal dengan tujuan, begitu pula sebaliknya.
4. Jalur pejalan kaki hendaknya dilengkapi dengan kantor-kantor misalnya rambu, penerangan, marka dan perlengkapan jalan lainnya, sehingga masyarakat yang berjalan kaki lebih percaya diri dalam berjalan, khususnya pejalan kaki yang memiliki disabilitas.
5. Pada saat hujan, permukaan jalur pejalan kaki harus diperkeras dan dibangun sedemikian rupa sehingga tidak terjadi penumpukan air, permukaan tidak licin, dan dianjurkan berteduh.
6. Untuk menjaga keselamatan dan kenyamanan pejalan kaki, yang terbaik adalah benar-benar terisolasi dari jalan raya kendaraan.
7. Pertemuan antar jenis orang yang berjalan kaki yang membentuk satu kesatuan harus diselesaikan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi para pejalan kaki.

### **2.3.5 Fungsi Jalur Pejalan kaki**

Fungsi utama jalur pejalan kaki adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pemisah antar jalur kendaraan dengan pejalan kaki.
2. Sebagai jalur pejalan kaki yang berperan dalam menghubungkan antar tempat fungsional dengan tempat fungsional lainnya.
3. Sebagai tempat transit, dimana pada jalur pejalan kaki terdapat halte, tempat beristirahat dan lain-lain.
4. Sebagai wadah pergerakan pejalan kaki, yang memungkinkan pejalan kaki melakukan berbagai aktivitas.

## 2.3.6 Jenis Jalur Pejalan Kaki

### 2.3.6.1 Trotoar

Berdasarkan Keputusan Direktorat Jendral Bina Marga tentang Pedoman Perencanaan Jalur Pejalan Kaki pada Jalan Umum (1999), trotoar merupakan jalur pejalan kaki yang terletak pada daerah milik jalan yang diberi lapisan permukaan dengan elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan, serta pada umumnya sejajar dengan lalu lintas kendaraan.

Untuk memberikan perawatan yang terbaik bagi pejalan, trotoar harus diperkeras dan dilengkapi dengan pembatas atau kereb yang dapat digunakan. Perkerasan dapat terdiri atas blok beton, perkerasan aspal atau perkerasan semen. Lebar jalur pejalan kaki yang berada di kedua tepi jalan harus cukup untuk menampung volume pejalan kaki di lokasi tersebut.

Terdapat beberapa kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 berdasarkan keputusan Menteri Perhubungan Tahun 1993 yang digunakan untuk merancang trotoar atau jalur pejalan kaki pada setiap kondisi dari lokasi trotoar.

**Tabel 2.1. Standar Minimal Lebar Trotoar Berdasarkan Lokasi**

No	Lokasi Trotoar	Lebar Trotoar Minimum (m)
1	Jalan di daerah pertokoan dan kaki lima	4 meter
2	Diwilayah perkantoran utama dan di wilayah industry	3 meter
3	a. Pada jalan primer b. Pada jalan akses	3 meter 2 meter
4	Diwilayah permukiman a. Pada jalan primer b. Pada jalan akses	2,25 meter 2 meter

Sumber : Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 65, 1993

**Tabel 2.2. Standar Minimalis Lebar Trotoar Berdasarkan Jumlah Pejalan Kaki**

No	Jumlah Pejalan Kaki/ detik/meter	Lebar Minimum Trotoar (m)
1	6 orang	2,3-5,0
2	3 orang	1,5-2,3
3	2 orang	0,9-1,5
4	1 orang	0,6-0,9

Sumber : Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 65, 1993

### **2.3.6.2 Lapak Tunggu**

Menurut Pedoman Perencanaan Jalur pejalan Kaki pada Jalan Umum (1999) lapak tunggu adalah fasilitas untuk berhenti sementara pejalan kaki dalam melakukan penyeberangan, penyeberangan dapat berhenti sementara sambil menunggu kesempatan melakukan penyeberangan berikutnya. Fasilitas tersebut diletakkan pada median jalan.

## **2.4 Penyeberangan**

Menurut Dinas Pekerjaan Umum, fasilitas penyeberangan terdiri dari dua jenis, yaitu penyeberangan sebidang dan penyeberangan tidak sebidang.

### **2.4.1 Penyeberangan Sebidang**

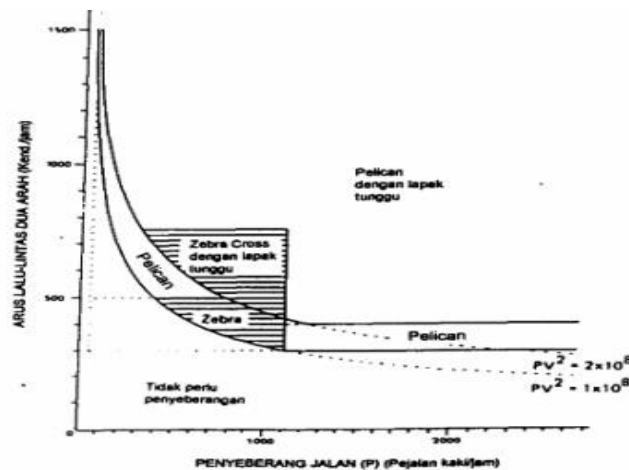
Penyeberangan digunakan untuk pejalan kaki yang sebidang dengan jalan. Penyeberang sebidang yang dimaksud terdiri dari tipe seperti berikut :

- Zebra Cross
  - Pelican Cross
  - Zebra Cross dengan lapak tunggu
  - Pelican Cross dengan lapak tunggu
1. Didasarkan pada rumus empiris ( $PV^2$ ), dimana P adalah arus pejalan kaki dengan panjang 100 meter (pejalan kaki/jam) dan V adalah arus kendaraan tiap jam dalam 2 arah (kendaraan/jam).
  2. P dan V adalah arus rata-rata pejalan kaki dan kendaraan selama empat jam sibuk, sesuai rekomendasi Tabel 2.3.

**Tabel 2.3. Dasar Penentuan Fasilitas Penyebrangan**

$P \cdot v^2$ (jam)	P (Orang/ jam)	V (Kend/ jam)	Tipe Fasilitas
$> 10^8$	50-1100	300-500	Zebra Cross
$> 2 \times 10^8$	50-1100	400-750	Zebra Cross dengan lapak tunggu
$> 10^8$	50-1100	$> 500$	Pelican
$> 10^8$	$> 1100$	$> 300$	Pelican
$> 2 \times 10^8$	50-1100	$> 750$	Pelican dengan lapak tunggu
$> 2 \times 10^8$	$> 1100$	$> 400$	Pelican dengan lapak tunggu

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1995



**Gambar 2.1. Hubungan penyeberangan jalan dengan arus lalu lintas**

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1995

Dimana :

$P$  = Arus lalu-lintas penyeberang jalan yang menyeberang jalur lalu lintas sepanjang 100 m, dinyatakan dengan pejalan kaki/jam.

$V$  = Arus lalu-lintas dua arah per jam, dinyatakan dalam kendaraan/jam.

Catatan:

1. Arus penyeberangan dan arus lalu lintas merupakan arus lalu lintas yang umum terjadi pada jam-jam sibuk.
2. Lebar jalan merupakan komponen penentu apakah pembatasan kecepatan harus diberlakukan.



Persimpangan tingkat terdiri dari 2 macam, yaitu :

1. Zebra Crossing (Zebra Cross)

Zebra Cross merupakan kantor persimpangan yang diberi garis putih menuju arus kendaraan dan dibatasi oleh garis melintang pada lebar jalan. Zebra menyeberang Jalan dengan jumlah pejalan kaki atau arus yang umumnya sedikit sehingga pejalan kaki dapat dengan mudah mendapatkan pintu terbuka untuk menyeberang. Persyaratan untuk menggunakan zebra cross antara lain:

- a. Apabila konvergensi diarahkan oleh lampu pengatur lalu lintas, maka memberikan waktu penyeberangan kepada pejalan kaki untuk menjadi satu kesatuan dengan lampu pengatur lalu lintas konvergensi.
  - b. Apabila konvergensi tidak diatur oleh lampu isyarat lalu lintas, maka aturan batas kecepatan kendaraan bermesin adalah  $<40$  km/jam.
2. Pelican Crossing (Pelican Cross) Pelican adalah zebra cross yang dilengkapi dengan lampu pengatur untuk melintasi jalan dan kendaraan. Tahapan berjalan untuk orang yang berjalan kaki dilakukan dengan menekan tombol kontrol untuk jangka waktu berjalan yang telah ditentukan. Kantor ini berguna setiap kali ditempatkan di jalan dengan lalu lintas umum yang tinggi. Pemanfaatan Pelican dengan keadaan sebagai berikut:
- a. Terletak minimal 300 meter dari persimpangan, dipasang di badan jalan.
  - b. Jalan dengan kecepatan fungsional lalu lintas kendaraan  $> 40$  km/jam.

#### **2.4.2 Penyeberangan Tidak Sebidang**

Penyeberangan tidak sebidang merupakan fasilitas penyeberangan bagi pejalan kaki yang terletak di atas atau di bawah permukaan tanah. Menurut Surat Edaran Menteri PUPR (2018) bahwa penyeberangan orang merupakan fasilitas penyeberangan bagi pejalan kaki yang terletak di atas jalan (jembatan) atau di bawah jalan (terowongan), agar jalur pejalan kaki yang ada tidak terputus dan untuk memudahkan pada pergantian jalur yang berbeda.

Penyeberangan tidak sebidang terdiri atas 2 kategori yaitu, terowongan bawah tanah dan jembatan (*elevated*).

### 1. Terowongan (*Underground*)

Setara dengan rentang berjalan kaki seseorang, namun pengembangan jalurnya diselesaikan di bawah tanah. Pembuatan lorong bawah tanah untuk persimpangan membutuhkan perencanaan yang lebih rumit dan biaya yang lebih mahal dibandingkan pembuatan jalur lalu lintas, namun kerangka jalur ini lebih indah karena mampu mengimbangi kerapian dan keindahan. . *Underground*/terowongan digunakan jika:

- a. Jembatan atau jalur layang tidak dapat digunakan untuk penyeberangan semacam ini.
- b. Luas tanahnya memungkinkan untuk dibangun terowongan atau *underground*.

### 2. Jembatan (*Elevated*)

Perancah di sini merupakan perpanjangan yang dibuat khusus untuk pejalan kaki. Fasilitas ini berguna jika ditempatkan di jalan dengan lalu lintas umum dan kendaraan yang tinggi, khususnya di jalan dengan lalu lintas kendaraan berkecepatan tinggi. Perpanjangan pejalan kaki akan berfungsi dengan baik jika strukturnya miring atau tidak terlalu curam. Perluasan penyeberangan dapat membantu mengurangi kemacetan, yang salah satu alasannya adalah banyaknya orang yang menyeberang jalan. Prasyarat untuk menggunakan rentang berjalan kaki antara lain:

- a. Jalur penyeberangan ini tidak dapat menggunakan zebra cross.
- b. Pelikan telah mengganggu lalu lintas kendaraan yang ada.
- c. Di segmen jalan raya dengan tingkat kekambuhan kecelakaan berjalan kaki yang cukup tinggi.
- d. Di jalan yang memiliki arus lalu lintas berkecepatan tinggi dan arus pejalan kaki yang sangat ramai.

Jembatan penyeberangan pejalan kaki adalah perancah yang hanya direncanakan untuk lalu lintas pejalan kaki tanpa memandang jalur antar negara bagian atau jalur kereta api (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1995). Berdasarkan tata cara perencanaan jembatan penyeberangan di perkotaan, ketentuan standar teknis perencanaan jembatan penyeberangan di perkotaan harus dipatuhi pada saat membangun jembatan penyeberangan, apapun kondisi fisiknya.

Prosedur ini bertujuan untuk menjamin perencanaan teknis jembatan penyeberangan memenuhi persyaratan kekuatan dan estetika, keseragaman bentuk dan jenis, keamanan, dan kenyamanan pengguna jalan.

Prosedur ini bertujuan untuk menjamin perencanaan teknis jembatan penyeberangan memenuhi persyaratan kekuatan dan estetika, keseragaman bentuk dan jenis, keamanan, dan kenyamanan pengguna jalan. Konsep efektivitas menurut Nadjam, A., dkk., 2018, efektivitas adalah suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh (kuantitas, kualitas, dan waktu) telah tercapai. Dimana makin besar persentase target yang dicapai maka makin tinggi efektivitasnya. Pengukuran efektivitas secara umum dan paling menonjol adalah :

- a. Keberhasilan program
- b. Keberhasilan sasaran
- c. Kepuasan terhadap program
- d. Tingkat input dan output
- e. Pencapaian tujuan menyeluruh

Kriteria pemilihan penyeberangan tidak sebidang sebagai berikut :

- a.  $P \cdot V^2$  lebih dari  $2 \times 10^8$  , arus pejalan kaki (P) lebih dari 1.100 orang/jam, arus kendaraan 2 arah (V) lebih dari 750 kendaraan/jam, yang diambil dari arus rata-rata selama 4 (empat) jam sibuk.
- b. Pada ruas jalan dengan kecepatan rencana 70 km/jam.
- c. Pada kawasan strategis, tetapi tidak memungkinkan para penyeberang jalan untuk menyeberang jalan selain pada jembatan penyeberangan.

Dengan :

$$P > 1.100 \text{ orang/jam}$$

$$V > 750 \text{ kend/jam (nilai V yang diambil adalah dari arus rata-rata selama 4 jam tersibuk).}$$

**Tabel 2.4. Kriteria penentuan penyeberangan tidak sebidang**

P.v <sup>2</sup> (jam)	P (Orang/jam)	V (Kend/ jam)	Tipe Fasilitas
$> 5 \times 10^8$	100-1250	2000-5000	Zebra Cross
$> 10^{10}$	100-1250	3000-7000	Zebra cross dengan lampu pengatur
$> 5 \times 10^9$	100-1250	$> 5000$	Dengan lampu pengatur/ jembatan
$> 5 \times 10^9$	$> 1250$	$> 2000$	Dengan lampu pengatur/ jembatan
$> 10^{10}$	100-1250	$> 7000$	Jembatan
$> 10^{10}$	$> 1250$	$> 3500$	Jembatan

Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, 1995

Idealnya, jembatan penyeberangan (overpass/jembatan penyeberangan) dan penyeberangan bawah tanah (skywalk) akan digunakan sebagai fasilitas penyeberangan jalan yang berbeda dengan arus kendaraan. Hal ini akan memastikan bahwa tidak ada konflik antara pejalan kaki dan kendaraan dan tidak ada penundaan bagi kendaraan. Kantor-kantor ini tidak digunakan secara ideal karena masyarakat yang berjalan kaki enggan mengubah tingkat jalur yang mereka lalui. Selain itu, persimpangan bawah tanah juga mengalami berbagai kendala, antara lain: keamanan, penerangan, ventilasi, dan drainase. Bagaimanapun, persimpangan bawah tanah lebih siap untuk melindungi pejalan kaki dari iklim panas terik dan hujan lebat saat melintasinya.

### 2.4.3 Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki Untuk Penyeberangan

Dalam penentuan tingkat pelayanan pejalan kaki untuk penyeberangan dapat ditentukan berdasarkan Tabel. 2.5.

**Tabel 2.5. Tingkat pelayanan pejalan kaki untuk penyeberangan**

Rata-rata delay pejalan kaki (detik)	Tingkat pelayanan	Definisi	Deskripsi	Keadaan yang sesuai
$< 5$	A	Sangat-sangat baik ( <i>Excellent</i> )	Pejalan kaki mampu menyeberang hampir secara cepat sampai ke tujuan	Jalan lokal

**Lanjutan Tabel 2.5. Tingkat pelayanan pejalan kaki untuk penyeberangan**

Rata-rata delay pejalan kaki (detik)	Tingkat pelayanan	Definisi	Deskripsi	Keadaan yang sesuai
5-10	B	Sangat baik ( <i>Very Good</i> )	Seluruh pejalan kaki mampu menyeberang dengan sedikit delay 95th persentil, delay $\approx$ 40 dtk	
10-15	C	Memuaskan ( <i>Satisfactory</i> )	Seluruh pejalan kaki mampu menyeberang dengan periode yang dapat diterima 95th persentil delay $\approx$ 60 detik.	Jalan arteri mayor
15-20	D	Perlu Mendapat Perhatian ( <i>Major</i> )	Beberapa pejalan kaki yang diinginkan harus menunggu lebih lama dari yang diinginkan untuk gap yang dapat diterima 95th persentil delay $\approx$ 80 detik	Jalan arteri mayor
20-40	E	Perlu Mendapat Perhatian Lebih ( <i>Major Concern</i> )	Harus menunggu lama dari yang diinginkan, untuk gap yang dapat diterima 95th persentil delay $\approx$ 80 detik	Tidak sesuai dari segala kondisi
>40	F	Tidak Memuaskan ( <i>Unsatisfactory</i> )	Hampir semua pejalan kaki harus menunggu lebih lama dari yang diinginkan untuk gap yang dapat diterima 95th persentil delay $\approx$ 80 detik	Tidak sesuai dari segala kondisi

Sumber : NZT dalam Wiguna, A., 2014

## **2.5 Jembatan Penyerangan Orang (JPO)**

Menurut Nadjam, A., dkk., 2018 jembatan penyeberangan yang disingkat menjadi (JPO) ini merupakan fasilitas bagi pejalan kaki yang digunakan untuk menyeberang jalan yang ramai dan lebar, atau menyeberang jalan tol dengan menggunakan jembatan, sehingga orang dan kendaraan terpisah secara fisik.

Jembatan Penyeberangan orang (JPO) sebagai salah satu instrumen persimpangan merupakan salah satu kebutuhan manusia pada konvergensi jalan raya karena akhir-akhir ini banyak terjadi kecelakaan yang menimpa pejalan kaki. Hal ini karena persimpangan jalan dan pengemudi kendaraan merupakan satu kesatuan dan tidak benar-benar terisolasi. Meski sudah terdapat fasilitas zebra cross, namun persimpangan jalan dan pengemudi kendaraan masih belum benar-benar terisolasi sehingga masih terdapat potensi terjadinya kecelakaan.

Rentang Jalan Kaki (JPO) adalah perpanjangan yang melintasi jalur tol atau jalur kereta api, terletak di atas kedua item tersebut, dan hanya diperuntukkan bagi pejalan kaki yang melewati atau sepanjang jalur taman atau jalur kereta api. Perancah pejalan kaki juga dapat diartikan sebagai kantor pejalan kaki untuk melintasi jalan-jalan yang sibuk dan lebar, konvergensi jalan tol, atau jalur jalur kereta api dengan menggunakan perpanjangan tersebut, sehingga kemajuan penyebaran individu dan lalu lintas kendaraan benar-benar terisolasi dan kemungkinan terjadinya kecelakaan dapat diminimalkan. berkurang. Jalur pejalan kaki juga digunakan untuk menuju bemo atau halte angkutan. Karena letaknya lebih tinggi dari permukaan tanah, tempat ini memberikan akses masuk bagi penyandang disabilitas yang menggunakan kursi roda. Langkah lain yang dilakukan untuk memberikan kemudahan akses bagi penyandang disabilitas adalah dengan menggunakan ramp atau lift, sehingga mereka dapat dengan mudah menggunakan fasilitas meskipun dalam kondisi disabilitas.

### 2.5.1 Persyaratan Pembangunan JPO

Persyaratan jembatan penyeberangan sesuai dengan Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat (1997), yang diberikan berdasarkan keselamatan dan kenyamanan bagi pejalan kaki dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Kebebasan vertikal antara jembatan dan jalan raya 5,0 m
- b. Tinggi maksimum anak tangga 0,15 m
- c. Lebar anak tangga 0,30 m
- d. Lebar landasan, tangga dan jalur berjalan minimal 2,0 m

Dasar penetapan tersebut diatas adalah asumsi kecepatan berjalan kaki sebagai berikut :

- a. Pada jalan datar : 1,5 m/detik
- b. Pada kemiringan : 1,1m/detik
- c. Pada tangga : 0,2 m/detik secara vertical

Letak fasilitas pejalan kaki ditentukan oleh jumlah lalu lintas dan kendaraan yang lalu lalang pada ruas jalan yang bersangkutan. Hal ini dilakukan untuk menjamin masyarakat yang berjalan kaki memiliki kantor berjalan dan kantor penyeberangan di jalan-jalan utama di setiap ruang. Kemudian sejak saat itu dilakukan perencanaan yang matang dalam merencanakan perkembangan pembangunan kawasan pejalan kaki di suatu wilayah metropolitan.

Sesuai dengan tata cara perencanaan jalan layang pejalan kaki di perkotaan pada Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 1995, persyaratan yang harus dipenuhi dalam perencanaan jalan layang pejalan kaki di perkotaan adalah sebagai berikut:

- a. Pemilihan lokasi harus memenuhi syarat : mudah dilihat serta dapat dijangkau dengan aman, jarak maksimum dari pusat keramaian serta pemberhentian bus adalah 50 m, jarak minimum dari persimpangan jalan adalah 50 m.
- b. Tinggi ruang bebas minimum 5,1 m untuk jalan yang dilalui bus susun dan 4,6 m untuk jalan yang tidak dilalui bus susun, sedang untuk jalan kereta api 6,5 m.
- c. Lebar jembatan untuk lebar minimum jalur pejalan kaki dan tangga.

- d. Bangunan atas jembatan penyeberangan yang melintas di atas jembatan jalan raya dan kereta api harus menggunakan elemen beton pracetak.
- e. Tinggi minimum sandaran jembatan penyeberangan untuk pejalan kaki adalah 1,35 m, dihitung dari permukaan lantai sampai dengan tepi atas sandaran.
- f. Lebar bebas untuk jalur pejalan kaki minimum adalah 2 m.
- g. Tinggi tanjakan minimum 15 cm dan maksimum 21,5 cm.
- h. Lebar injakan minimum 21,5 cm dan maksimum 30,5 cm.
- i. Pilar tengah diletakkan di tengah median.
- j. Pilar tepi diletakkan di tepi luar trotoar.

### 2.5.2 Tingkat Efektivitas JPO

Jembatan penyeberangan orang menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1995), jembatan penyeberangan pejalan kaki adalah jembatan yang hanya diperuntukan bagi lalu lintas pejalan kaki yang melintas di atas jalan raya atau jalan kereta api. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan agar jembatan penyeberangan orang memberikan manfaat maksimal bagi pejalan kaki adalah :

1. Kebebasan berjalan untuk mendahului serta kebebasan waktu berpapasan dengan pejalan kaki lainnya tanpa bersinggungan.
2. Kemampuan untuk mendahului pejalan kaki lainnya.
3. Memberikan tingkat kenyamanan pejalan kaki yang optimal seperti jarak tempuh, faktor kelandaian dan serta rambu rambu petunjuk pejalan kaki sehingga memudahkan pejalan kaki untuk melintas di jembatan penyeberangan.
4. Memberikan tingkat keamanan bagi pejalan kaki dengan adanya lampu penerangan, adanya pembatas dengan lalu lintas kendaraan.

Menurut Nadjam, A., dkk., 2018, efektivitas jembatan penyeberangan dihitung berdasarkan persamaan (2.4).

$$(\%) = \frac{A}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

A = Jumlah pejalan kaki yang menyeberang memakai jembatan penyeberangan

B = Jumlah pejalan kaki seluruhnya yang menyeberang jalan.



Efektivitas jembatan penyeberangan dapat diklasifikasikan menjadi 5 kategori. Adapun klasifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.6.

**Tabel 2.6. Persentase Efektivitas JPO**

Presentase	Kriteria
0-20	Sangat tidak efektif
21-40	Tidak efektif
41-60	Cukup efektif
61-80	Efektif
81-100	Sangat efektif

*Sumber : Departemen perhubungan*

### **2.5.3 Parameter Efektivitas**

Ada berbagai parameter yang dapat diukur untuk mengetahui efektivitas jembatan penyeberangan orang.

#### **2.5.3.1 Volume Pejalan Kaki**

Volume pejalan kaki yang dimaksud di sini adalah volume yang dapat dilayani oleh jembatan penyeberangan tersebut, sebelum dan sesudah dibangun pada kawasan tersebut.

Menurut Amelia L, 2005 kriteria penilaian efektivitas penggunaan jembatan penyeberangan ditinjau dari presentase volume penyeberang yang melalui jembatan penyeberangan, ditulis seperti pada Tabel 2.7.

**Tabel 2.7. Kriteria penilaian efektivitas penggunaan JPO**

0.800 s.d 1.000	Adalah tergolong tinggi
0.600 s.d 0.800	Adalah tergolong cukup tinggi
0.400 s.d 0.600	Adalah tergolong agak rendah
0.200 s.d 0.400	Adalah tergolong rendah

*Sumber : Amalia L, 2005.*

### 2.5.3.2 Volume Lalu Lintas

Banyaknya kendaraan dua arah yang lalu lalang pada ruas jalan di bawah fasilitas jembatan penyeberangan orang merupakan volume lalu lintas yang dimaksud di sini. Nilai rata-rata dihitung pada jam tersibuk keempat untuk kendaraan terbanyak.

### 2.5.3.3 Kecepatan Lalu Lintas

Jarak yang ditempuh kendaraan di bawah jembatan penyeberangan orang selama waktu tempuh masing-masing kendaraan digunakan untuk menghitung kecepatan lalu lintas. Kemudian nilai kecepatan normal diambil untuk menentukan offset dengan kecepatan tipikal yang diharapkan. Kecepatan adalah rasio jarak yang dijalani dan waktu perjalanan. Hubungannya adalah sebagai berikut :

$$V = \frac{L}{TT} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

V = Kecepatan rata-rata kendaraan ringan (km/jam)

L = Panjang Segmen (km)

TT = Waktu tempuh rata-rata kendaraan ringan sepanjang segmen (jam)

Kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata dari kendaraan ringan sepanjang segmen jalan.

### 2.5.3.4 Kecepatan Penyeberangan Jalan

Kecepatan adalah jarak yang dapat ditempuh oleh pejalan kaki pada suatu titik ke titik dalam waktu tertentu. Kecepatan pejalan kaki dirumuskan sebagai berikut (Mannering and Kilareski, 1988) :

$$V = \frac{L}{t} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

V = Kecepatan pejalan kaki (m/det)

L = Panjang penggal pengamatan (m)

t = Waktu tempuh pejalan kaki yang lewat segmen pengamatan (menit)

### 2.5.4 Karakteristik Pejalan Kaki

#### 1. Arus (*Flow*)

Dalam Nadjam, A., dkk., (2018), arus pejalan kaki adalah jumlah pejalan kaki yang melintasi suatu titik pada penggal trotoar dan diukur dalam satuan pejalan kaki per meter per menit mencari arus digunakan rumus seperti pada persamaan (2.7).

$$Q = \frac{N}{T} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

Q = arus pejalan kaki (pejalan kaki/menit/m)

N = jumlah pejalan kaki yang lewat per meter (pejalan kaki/m)

T = waktu pengamatan (menit)

#### 2. Kecepatan (*Speed*)

Dalam Nadjam, A., dkk., (2018), Kecepatan adalah jarak yang dapat ditempuh oleh pejalan kaki pada suatu ruas trotoar per satuan waktu tertentu digunakan rumus seperti pada persamaan (2.8).

$$V = \frac{L}{t} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan :

V = kecepatan pejalan kaki (m/mnt)

L = panjang penggal pengamatan (m)

t = waktu tempuh pejalan kaki yang lewat segmen pengamatan (dtk)

Kecepatan pejalan kaki juga dihitung berdasarkan :

#### 3. Kecepatan Rata-Rata Waktu (*Time Mean Speed*)

Dalam Nadjam, A., dkk., (2018) rumus untuk memperoleh kecepatan rata-rata waktu adalah seperti pada persamaan (2.9).

$$Vt = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n Vi \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

Vt = kecepatan rata-rata waktu (m/menit)

N = banyaknya data kecepatan yang diamati

Vi = kecepatan tiap pejalan kaki yang diamati (m/menit)

4. Kecepatan Rata-Rata Ruang (*Space Mean Speed*)

Dalam Nadjam, A., dkk., (2018) kecepatan rata-rata ruang dihitung berdasarkan rata-rata waktu tempuh pejalan kaki yang melewati suatu penggal pengamatan seperti pada persamaan (2.10)

$$V_s = \frac{1}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{1}{v_i}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan :

$V_s$  = kecepatan rata-rata ruang (m/menit)

$N$  = jumlah data

$V_i$  = kecepatan tiap pejalan kaki yang diamati (m/menit)

5. Kepadatan (*Density*)

Dalam Nadjam, A., dkk., (2018) kepadatan adalah jumlah pejalan kaki yang berada di suatu ruang untuk pejalan kaki pada jarak tertentu pada waktu tertentu dirumuskan seperti pada persamaan (2.11).

$$D = \frac{Q}{V_s} \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

$D$  = kepadatan, (pejalan kaki/m<sup>2</sup>)

$Q$  = arus, (pejalan kaki/menit/m)

$V_s$  = kecepatan rata-rata ruang, (m/menit)

6. Ruang (*Space*)

Untuk Pejalan Kaki Dalam Nadjam, A., dkk., (2018), ruang untuk pejalan kaki merupakan luas area rata-rata yang tersedia untuk masing-masing pejalan kaki yang dirumuskan dalam satuan m<sup>2</sup>/pejalan kaki. Rumus untuk menghitung ruang pejalan kaki dapat diperoleh pada persamaan (2.12).

$$S = \frac{V_s}{Q} = \frac{1}{D} \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan :

$S$  = ruang pejalan kaki (m<sup>2</sup>/pejalan kaki)

$D$  = kepadatan, (pejalan kaki/m<sup>2</sup>)

$Q$  = arus (pejalan kaki/menit/m)

$V_s$  = kecepatan rata-rata ruang (m/menit)

## 2.6 Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Ketika pengambil keputusan memiliki beberapa tujuan atau kriteria yang harus dipenuhi atau diperhitungkan, *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat digunakan untuk menentukan peringkat pilihan terbaik untuk suatu keputusan. Menurut Supranto (2013), AHP adalah suatu metode untuk menghasilkan skor numerik yang mengurutkan setiap pilihan untuk mengambil keputusan dalam kaitannya dengan seberapa memenuhi kriteria pengambil keputusan.

Pada dasarnya, pengambilan keputusan komposisi adalah memiliki suatu alternatif. Peralatan utama AHP adalah sebuah hierarki fungsional dengan input utama persepsi manusia. Keberadaan hirarki memungkinkan terpecahnya masalah kompleks atau tidak terstruktur dalam sub masalah, lalu menyusunnya menjadi suatu bentuk hierarki. Metode AHP merupakan salah satu model untuk pengambilan keputusan yang dapat membantu kerangka berpikir manusia. Penerapan utama metode AHP adalah proses numerik dalam memilih salah satu alternatif keputusan, yang didasarkan pada kriteria pemilihan alternatif (Sonata, 2010).

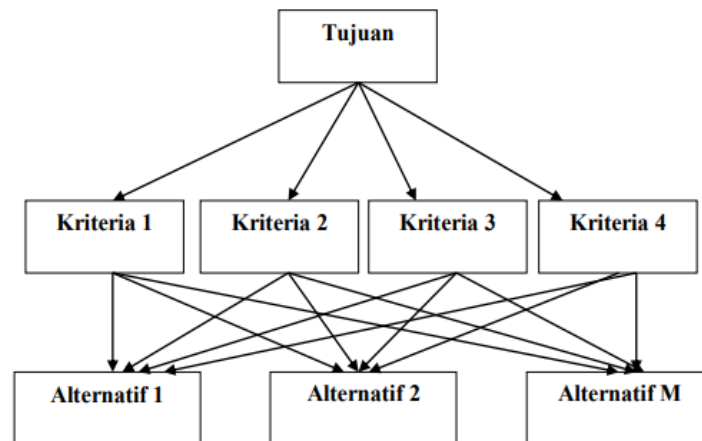
Sebelum menelaah lebih jauh proses bekerjanya metode AHP, perlu dipertimbangkan aksioma-aksioma yang dimiliki oleh model AHP. Aksioma adalah sesuatu yang tidak dapat dibantah kebenarannya atau yang pasti terjadi. Terdapat empat aksioma yang harus diperhatikan dalam menggunakan model AHP (Sinaga, 2009). Aksioma-aksioma tersebut terdiri dari :

1. *Resiprocal Comparison*, yang mengandung arti bahwa matriks perbandingan berpasangan yang terbentuk harus bersifat berkebalikan.  $\frac{1}{k}$  Misalnya, jika A adalah k kali lebih penting dari pada B maka B adalah K kali lebih penting dari A.
2. *Homogeneity*, yaitu mengandung arti kesamaan dalam melakukan perbandingan. Misalnya, tidak dimungkinkan membandingkan jeruk dengan bola tenis dalam hal rasa, akan tetapi lebih relevan jika membandingkan dalam hal berat.
3. *Dependence*, yang berarti setiap level mempunyai kaitan (*complete hierarchy*) walaupun mungkin saja terjadi hubungan yang tidak sempurna (*incomplete hierarchy*).

4. *Expectation*, yang berarti menonjolkan penilaian yang bersifat ekspektasi dan persepsi dari pengambilan keputusan. Penilaian dapat merupakan data kuantitatif maupun yang bersifat kualitatif.

Dalam memecahkan persoalan dengan metode AHP ada prinsip dasar yang harus dipahami:

- a. *Decomposition* (Menyusun Hirarki)



**Gambar. 2.1 Struktur Hierarki Complete**

Hirarki yang dimaksud adalah hirarki dari permasalahan yang akan dipecahkan untuk mempertimbangkan kriteria-kriteria atau komponen-komponen yang mendukung pencapaian tujuan (Tantyonimpuno, 2006). Dalam menyusun struktur hirarki ada 3 tingkatan yang harus dipenuhi, yaitu:

Tingkatan pertama : Tujuan Keputusan (Goal)

Tingkatan kedua : Kriteria-kriteria

Tingkatan ketiga : Alternatif-alternatif

- b. *Comparative Judgement* (Penilaian Perbandingan Berpasangan)

Prinsip ini dilakukan dengan membuat penilaian perbandingan berpasangan tentang kepentingan relatif dari dua elemen pada suatu tingkat hierarki tertentu dalam kaitannya dengan tingkat di atasnya dan memberikan bobot numerik berdasarkan perbandingan tersebut. Hasilnya disajikan dalam matriks yang disebut *Pairwise Comparison* (Nofriansyah, 2017).

c. *Synthesis of Priority* (Penentuan Prioritas)

Sintesa adalah tahap untuk mendapatkan bobot bagi setiap elemen hierarki dan elemen alternatif. Dari setiap matriks *Pairwise Comparison* kemudian dicari eigen vector nya untuk mendapatkan local priority. Karena matriks pairwise comparison terdapat pada setiap tingkat, maka untuk mendapatkan global priority harus dilakukan sintesa diantara local Priority. Pengurutan elemen-elemen menurut kepentingan relatif melalui prosedur sintesa dinamakan Priority Setting (Pratiwi, 2016).

d. *Logical Consistency* (Konsistensi Logika)

Konsistensi memiliki dua makna pertama adalah objek-objek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi. Arti kedua adalah menyangkut tingkat hubungan antara objek-objek yang didasarkan pada kriteria tertentu (Nasution, 2013).

Langkah-langkah AHP dalam membuat keputusan adalah sebagai berikut:

- 1) Persoalan dan alternatif pemecahan didefinisikan secara rinci, lengkap dengan berbagai pertimbangan yang mempengaruhi pengambilan keputusan.
- 2) Hasil langkah 1 dinyatakan dalam bentuk struktur hirarki.
- 3) Kontribusi atau pengaruh setiap pertimbangan terhadap pertimbangan di atasnya dinyatakan dalam matriks banding berpasangan. Langkah ini dibuat untuk seluruh tingkatan.
- 4) Ditentukan vector eigen (dapat diambil yang bersesuaian dengan nilai eigen terbesar) atau nilai rata-rata bobot ternormalisasi dari setiap matriks banding berpasangan. Nilai pada vektor ini merupakan nilai kontribusi masing-masing pertimbangan. Nilai tersebut digunakan untuk memberikan bobot pada tingkat berikutnya.

### 2.6.1 Penyusunan Prioritas

Dalam penetapan prioritas, langkah pertama yang dilakukan adalah membuat perbandingan berpasangan, yaitu membandingkan setiap elemen yang berpasangan. Bentuk dari perbandingan ini biasanya dalam bentuk matriks, sehingga matriks ini disebut matriks perbandingan berpasangan. Matriks ini merupakan formulasi matematika AHP, berikut adalah bentuk matriks perbandingan berpasangan dari AHP (Falatehan, 2016).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Dimana :

$$a_{11} = 1$$

$$a_{ij} = a_{maka} \quad a_{ij} = \frac{1}{a}$$

Dalam suatu kelompok yang besar, proses penetapan prioritas lebih mudah ditangani dengan membagi para anggota menjadi subkelompok yang lebih kecil dan terspesialisasi, yang masing-masing menangani suatu masalah dengan bidang tertentu dimana anggotanya mempunyai keahlian khusus. Apabila subkelompok ini digabungkan, maka nilai setiap matrik harus diperdebatkan dan diperbaiki. Akan tetapi perdebatan dapat ditiadakan dan pendapat perseorangan diambil melalui kuisioner dengan membuat nilai akhir dengan menggunakan rata-rata geometric seperti di bawah ini :

$$a_w = \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \times \dots \times a_n} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

$$a_w = \text{Penilaian gabungan}$$

$$a_i = \text{Penilaian responden ke-i}$$

$$n = \text{Jumlah responden}$$

Dalam penyusunan prioritas terdapat dua tahap penilaian atau membandingkan antara elemen yaitu perbandingan antar kriteria dan perbandingan antar pilihan untuk setiap kriteria. Perbandingan antar kriteria dimaksudkan untuk menentukan bobot untuk masing-masing kriteria. Di sisi lain, perbandingan antar pilihan untuk setiap kriteria dimaksudkan



untuk melihat bobot suatu pilihan untuk suatu kriteria. Dengan perkataan lain, penilaian ini dimaksudkan untuk melihat seberapa penting suatu pilihan dilihat dari kriteria tertentu. Untuk mengisi matriks berpasangan digunakan skala perbandingan berpasangan yang telah ditetapkan yaitu sebagai berikut :

**Tabel 2.8 Skala penilaian perbandingan berpasangan**

<b>Intensitas Kepentingan</b>	<b>Definisi verbal</b>
<b>1</b>	Kedua sama pentingnya
<b>3</b>	sedikit lebih penting
<b>5</b>	Lebih penting
<b>7</b>	Sangat penting
<b>9</b>	Mutlak lebih penting
<b>2,4,6,8</b>	Nilai-nilai tengah dari penilaian Diatas
Kebalikan dari nilai diatas	Elemen j mempunyai nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan elemen i

*Sumbe:* Cabala 2010

### **2.6.2 Sintesis**

Sintesis digunakan untuk memperoleh peringkat prioritas menyeluruh bagi suatu persoalan keputusan. Caranya adalah dengan pembobotan dan penjumlahan untuk menghasilkan satu bilangan tunggal yang menunjukkan prioritas setiap elemen (Falatehan, 2016).

Langkah sintesis prioritas dengan menggunakan nilai dengan cara sebagai berikut:

1. Menjumlahkan nilai-nilai dari setiap kolom pada matriks.
2. Membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom untuk memperoleh normalisasi matriks.
3. Menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan nilai rata-rata.

Langkah sintesis prioritas dengan menggunakan nilai eigen vektor adalah sebagai berikut:

1. Mengkuadratkan matriks pendapat gabungan.

Melakukan normalisasi dengan cara menghitung jumlah nilai tiap baris kemudian dibagi dengan jumlah keseluruhan nilai tiap baris tersebut.

### 2.6.3 Uji Konsistensi Indeks dan Konsistensi Rasio

Dalam pembuatan keputusan, penting untuk mengetahui seberapa baik konsistensi yang ada karena kita tidak menginginkan keputusan berdasarkan pertimbangan dengan konsistensi yang rendah (Kusrini, 2007). Hal-hal yang dilakukan dalam langkah ini adalah sebagai berikut:

1. Kalikan setiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas relatif elemen pertama, nilai pada kolom kedua dengan prioritas kedua dan seterusnya. Dihitung dengan rumus:

$$P_{IJ} = C_{IJ} \times W_j \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

$P_{IJ}$  =Perkalian nilai perbandingan kriteria ke-i terhadap kriteria ke-j

$C_{IJ}$  = Nilai perbandingan kriteria ke-i terhadap kriteria ke-j

$W_j$  = Bobot kriteria ke-j.

$I = 1,2,3,\dots,n$

$j = 1,2,3,\dots,m$

2. Hasil perkalian di atas dijumlahkan setiap baris.

$$T_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :  $T_i$  = Penjumlahan  $P_{ij}$  pada baris ke-i

3. Hasil dari penjumlahan baris dibagi dengan elemen prioritas relatif yang bersangkutan. Dihitung dengan rumus berikut:

$$A_i = \frac{T_i}{W_i} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :  $A_i$  = Hasil bagi  $T_i$  dengan  $W_i$

4. Jumlahkan hasil bagi di atas dengan banyaknya elemen yang ada, hasilnya disebut  $\lambda_{maks}$ . Perhitungan dari  $\lambda_{maks}$  dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

$n$  = Jumlah Kriteria

5. Hitung *Consistency Index* (CI) dengan rumus:

$$CI = \frac{(\lambda_{maks}-n)}{n-1} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

$\lambda$  maks = Eigen value maksimum

n = Banyaknya criteria

6. Hitung Rasio Konsistensi/*Consistency Ratio* (CR) dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

CR = *Consistency Ratio* (Rasio konsistensi)

CI = *Consistency Index* (Indeks konsistensi)

RI = *Random Index Consistency* (Indeks random)

- Jika CI = 0, maka hierarki konsisten
- Jika CR < 0,1, maka hierarki cukup konsisten
- Jika CR > 0,1, maka hierarki sangat tidak konsisten

Dalam hal ini: RI = Random Index yang nilainya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.9. Nilai Random Index**

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

Sumber :Sukarto, 2006

Dalam metode AHP ada juga kelebihan dan kelemahan sebagai berikut :

1. Kelebihan dan Kelemahan Metode AHP

Layaknya sebuah metode analisis, AHP pun memiliki kelebihan dan kelemahan dalam sistem analisisnya. Kelebihan-kelebihan analisis ini adalah:

a. Kesatuan (*Unity*)

AHP membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami.

- b. Kompleksitas (*Complexity*)  
AHP memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan sistem dan pengintegrasian secara deduktif.
- c. Saling ketergantungan (*Interdependence*)  
AHP dapat digunakan pada elemen-elemen sistem yang saling bebas dan tidak memerlukan hubungan linier.
- d. Struktur Hirarki (*Hierarchy Structuring*)  
AHP mewakili pemikiran alamiah yang cenderung mengelompokkan elemen sistem ke level-level yang berbeda dari masing-masing level berisi elemen serupa.
- e. Pengukuran (*Measurement*)  
AHP menyediakan skala pengukuran dan metode untuk mendapatkan prioritas.
- f. Sintesis (*Synthesis*) AHP mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif.
- g. *Trade Off*  
AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.
- h. Penilaian dan Konsensus (*Judgement and Consensus*)  
AHP tidak mengharuskan adanya suatu consensus, tapi menggabungkan hasil penilaian yang berbeda.
- i. Pengulangan Proses (*Process Repetition*)  
AHP mampu membuat orang menyaring definisi dari suatu permasalahan dan mengembangkan penilaian serta pengertian mereka melalui proses pengulangan.

Sedangkan kelemahan metode AHP adalah sebagai berikut:

- a. Ketergantungan model AHP pada input utamanya. Input utama ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subyektifitas sang ahli. Selain itu, model menjadi tidak berarti jika ahli tersebut memberikan penilaian yang keliru.
- b. Metode AHP ini hanya metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk.

## **2.7 Populasi dan Sampel**

Populasi menurut (Sugiyono, 2022), populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas: objek/subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Penelitian dengan populasi yang sangat besar terkadang menyulitkan eksplorasi seluruh populasi, terutama karena sebaran geologisnya sangat berbeda dari yang lain. Memang benar, bahkan dengan populasi yang besar, tidaklah mungkin bagi para ilmuwan untuk berkonsentrasi pada keseluruhan populasi, misalnya karena terbatasnya staf, waktu dan informasi. Menurut analis, analis perlu memutuskan contoh menggunakan metode pengujian yang sesuai.

Menurut (Sugiyono, 2022), sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah non-probability sampling, yaitu purposive sampling. Menurut (Sugiyono, 2022), teknik purposive sampling adalah teknik dengan melakukan penentuan kriteria tertentu pada sampel. Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan jumlah responden yang akan dijadikan sampel penelitian.