

SKRIPSI

IMPLEMENTASI ANALISIS KEPUTUSAN MULTI-KRITERIA (*MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS*) DALAM PENYEDIAAN INFRASTRUKTUR TRANSPORTASI MITIGASI BENCANA KABUPATEN MAJENE

Di ajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana (S1)
pada Program Studi Teknik Sipil



Oleh :

PUTRA HARDIANSAH

D0120362

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE 2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI ANALISIS KEPUTUSAN MULTI-KRITERIA (MULTI-
CRITERIA DECISION ANALYSIS) DALAM PENYEDIAAN
INFRASTRUKTUR TRANSPORTASI MITIGASI BENCANA
KABUPATEN MAJENE**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada
Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sulawesi Barat

Oleh

PUTRA HARDIANSYAH

D01 20 362

(Program Studi Sarjana Teknik Sipil)
Universitas Sulawesi Barat

Tanggal

Menyetujui,
Tim Pembimbing,

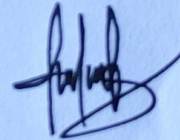
Pembimbing 1



Akbar Indrawan Saudi, S.T.,M.T

NIP. 19910623 201903 1 016

Pembimbing 2



Dr.Ir.Milawaty Waris, S.T.,M.T

NIDN.0010088106

Mengetahui,

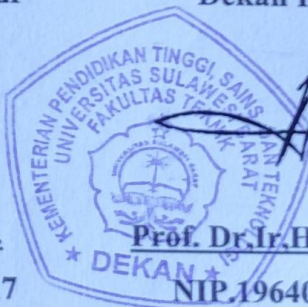
Koordinator Program Studi



Amalia Nurdin ,ST.,M.T.

NIP.19871212 201903 2 017

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Ir. Hafsah Nirwana, M.T.

NIP.19640405 199003 2 002

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanggung jawab di bawah ini:

Nama : Putra Hardiansyah
Nim : D01 20 362
Program studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul skripsi : Implementasi analisis keputusan multi-kriteria (*multi-criteria decision analysis*) dalam penyediaan infrastruktur transportasi mitigasi bencana kabupaten majene

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat keseluruhan tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin dalam bentuk rangkaian kalimat atau symbol yang menunjukkan pendapat dari penulis lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.



Majene, 25 Mei 2025


PUTRA HARDIANSYAH

D01 20 362

ABSTRAK

IMPLEMENTASI ANALISIS KEPUTUSAN MULTI-KRITERIA (MULTI- CRITERIA DECISION ANALYSIS) DALAM PENYEDIAAN INFRASTRUKTUR TRANSPORTASI MITIGASI BENCANA KABUPATEN MAJENE

PUTRA HARDIANSYAH

Teknik Sipil, Universitas Sulawesi Barat (2025)

Putrahardiansyah543@gmail.com

Kabupaten Majene menjadi daerah dengan tingkat risiko bencana yang paling tinggi di Provinsi Sulawesi Barat, bahkan menempati peringkat kedua di Indonesia. Bencana alam merupakan peristiwa alam yang mempunyai dampak besar terhadap kemanusiaan. apalagi saat terjadi peristiwa alam seperti gempa bumi dan tsunami. Seperti halnya bencana alam gempa bumi yang terjadi di 2021 silam Gempa yang cukup kuat melanda wilayah Kabupaten Mamuju dan Majene. gempa berkekuatan 6,2 SR terjadi mengakibatkan lebih dari 100 korban jiwa. Penelitian dilakukan untuk mngetahui kriteria yang paling dibutuhkan dalam penyedian infrastruktur transportasi serta merumuskan konsep penyediaan infrastruktur transportasi di wilayah terdampak bencana. Pengumpulan data dilakuakn dengan pendekatan, *Multi-Criteria Decision Analipsis* (MCDA) dan analisis data menggunakan *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Pada penelitian ini di dapatkan hasil dari 4 kriteria yang telah di analisis di dapatkan kriteria yang paling di butuhkan saat terjadinya bencana yaitu Evakuasi korban dengan persentase senilai 62%. Untuk konsep Penyediaan infrastruktur transportasi terbagi dalam 3 Indikator sebelum terjadinya bencana (Fase Mitigasi dan Fase kesiapsigaan) berfokus pada inventarisasi infrastruktur transportasi, peningkatan ketangaggapan dan aktifasi rencana. Indikator saat terjadinya bencana (Fase tanggap darurat) berfokus pada keperluan dasar kebutuhan pengungsi dan operasionaliasi rute map. Indikatort saat setelah terjadi bencana (Fase Pemulihan) berfokus pada jalan permanen.

Kata Kunci: Bencana, mitigasi, Infrastruktur transportasi, *Analitycal Hierarchy Process* (AHP)

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS IN PROVIDING TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE FOR DISASTER MITIGATION IN MAJENE REGENCY

PUTRA HARDIANSYAH

Civil Engineering, University of West Sulawesi (2025)

Putrahardiansyah543@gmail.com

Majene Regency is the area with the highest disaster risk level in West Sulawesi Province, even ranking second in Indonesia. Natural disasters are natural events that have a major impact on humanity. especially when natural events such as earthquakes and tsunamis occur. Like the natural disaster of the earthquake that occurred in 2021, a fairly strong earthquake hit the Mamuju and Majene Regencies. An earthquake measuring 6.2 SR occurred resulting in more than 100 fatalities. The study was conducted to determine the criteria most needed in providing transportation infrastructure and to formulate the concept of providing transportation infrastructure in disaster-affected areas. Data collection was carried out using the Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) approach and data analysis using the Analytical Hierarchy Process (AHP). In this study, the results of the 4 criteria that had been analyzed obtained the criteria most needed when a disaster occurred, namely victim evacuation with a percentage of 62%. For the concept of Provision of transportation infrastructure is divided into 3 Indicators before the disaster (Mitigation Phase and Preparedness Phase) focusing on inventory of transportation infrastructure, increasing responsiveness and activation of plans. Indicators during the disaster (Emergency Response Phase) focus on the basic needs of refugees and operational route maps. Indicators after the disaster (Recovery Phase) focus on permanent roads.

Keywords: Disaster, mitigation, Transportation infrastructure, Analytical Hierarchy Process (AHP)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Majene merupakan salah satu wilayah kabupaten di Indonesia yang memiliki indeks risiko bencana tertinggi di Indonesia yang berarti bahwa wilayah memiliki tingkat kerawanan bencana tinggi, tingkat kerentanan terhadap bencana yang tinggi dan tingkat kapasitas dalam menghadapi bencana yang rendah. Kabupaten Majene menjadi daerah dengan tingkat risiko bencana yang paling tinggi di Provinsi Sulawesi Barat, bahkan Kabupaten Majene menempati peringkat kedua di Indonesia (BNPB, 2022).

Bencana alam memang menimbulkan dampak dan kerugian yang besar, yang kesemuanya berpotensi menjadi ancaman alam bagi masyarakat Indonesia. ancaman tersebut dapat berupa gempa bumi, tanah longsor, banjir, dan lain-lain. bencana alam merupakan peristiwa alam yang mempunyai dampak besar terhadap kemanusiaan. apalagi saat terjadi peristiwa alam seperti gempa bumi dan tsunami.

Seperti halnya bencana alam gempa bumi yang terjadi di 2021 silam Gempa yang cukup kuat melanda wilayah Kabupaten Mamuju dan Majene. gempa berkekuatan 6,2 SR terjadi mengakibatkan lebih dari 100 korban jiwa, dengan lebih dari 7.800 rumah rusak dan sekitar 37.000 orang mengungsi. Gempa bumi merusak banyak infrastruktur dan mengganggu jaringan internet di Majene dan Mamuju. Sementara jalan aspal sepanjang poros Polman-Majene mengalami kerusakan (BNPB, 2022).

Tercatat juga bencana alam Banjir 2022. (BNPB, 2022) hujan dengan intensitas tinggi menyebabkan bencana banjir melanda Desa Onang, Kecamatan Tubo sendana, kabupaten Majene. Mengalami kerusakan 21 rumah warga rusak berat akibat di hantamnya gelombang air laut pada jumat 23 deseber 2022. Menurut Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Majene, ada Sebanyak 21 rumah warga yang terendam oleh banjir, merusak fasilitas umum dan Tanah longsor mengakibatkan kerusakan infrastruktur.

Infrastruktur transportasi merupakan infrastruktur vital yang menunjang aktifitas ekonomi dan sosial masyarakat. Infrastruktur transportasi meliputi jalan raya, Jembatan, terowongan, dan rel kereta api. Ketika terjadi bencana, perencanaan infrastruktur transportasi menjadi suatu tugas yang mendesak. Ketika sistem infrastruktur gagal saat terjadi bencana, masyarakat perkotaan bergantung pada perencanaan infrastruktur yang baik (Chang, 2009). Pengelolaan infrastruktur yang tepat diperlukan untuk mengurangi hilangnya nyawa manusia serta aset sosial, ekonomi dan lingkungan (UNISDR, 2009). Ketersediaan dan jumlah sarana transportasi merupakan salah satu infrastruktur darurat dan menjadi faktor utama dalam beroperasinya sistem dan peralatan logistik dalam penanggulangan bencana di tingkat nasional, regional, dan lokal (BNPB, 2008). Infrastruktur transportasi yang baik diperlukan untuk mengurangi korban jiwa selama tahap bantuan bencana. Indonesia telah melaporkan gempa berkekuatan 7,4 skala Richter di Palu. Mempertimbangkan akibat bencana gempa dan tsunami tersebut, sebanyak 2.256 orang meninggal dunia dan 168 ruas jalan retak (Purnama, 2019).

Berdasarkan uraian permasalahan diatas dan melihat pentingnya penyediaan infrastruktur Transportasi, maka dari itu penyediaan infrastruktur transportasi di butuhkan dan di rancang atau di buat sebelum bencana itu terjadi. Dan membantu para *stakeholder* dalam merancang penyediaan infrastruktur transportasi, sehingga dari alasan di atas peneliti memilih judul ***“implementasi analisis keputusan multi-kriteria (multi-criteria decision analysis) dalam penyediaan infrastruktur transportasi mitigasi bencana kabupaten majene.***

1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini antara lain yaitu :

1. Bagaimana menentukan kriteria yang paling dibutuhkan dalam penyediaan infrastruktur transportasi mitigasi bencana di Kabupaten Majene.

2. Bagaimana merumuskan konsep penyediaan infrastruktur transportasi mitigasi bencana di Kabupaten Majene.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Menganalisis kriteria penyediaan infrastruktur transportasi mitigasi bencana demi mengurangi dampak dari suatu bencana di wilayah Kabupaten Majene.
2. Merumuskan konsep penyediaan infrastruktur transportasi mitigasi bencana dalam mengurangi dampak dari suatu bencana di wilayah kabupaten Majene.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Objek penelitian pada penelitian ini Berada di Desa Onang Kecamatan Tubo Sendana Kabupaten Majene.
2. Data yang di gunakan adalah data hasil wawancara dengan beberapa stansi terkait (*stakeholder*)
3. Metode yang digunakan adalah pendekatan *Multi-criteria Decision Analysis* (MCDA) dan analisi data yang di gunakan adalah *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Pemilihan AHP sebagai metode yang di pakai dalam menganalisis karena AHP cocok di pakai untuk memecahkan masalah dengan berbagai kriteria.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui seperti apa kriteria dan konsep penyediaan infrastuktur transportasi mitigasi bencana di kabupeten majene.
2. Sebagai bahan kajian atau masukan bagi pemerintah daerah dan isntansi terkait (*stakeholder*)

1.6 Sistematika Penulisan

Secara umum tulisan ini terbagi lima bab yaitu : Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metode Penelitian, Hasil dan Pembahasan dan diakhiri oleh Penutup. Berikut ini merupakan rincian secara umum mengenai kandungan dari kelima bab diatas :

BAB I Latar Belakang

Bab ini memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini menguraikan tentang tinjauan secara umum mengenai Penyediaan Infrastruktur Transportasi Mitigasi Bencana Kabupaten Majene.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini memuat bagan alir penelitian, tahap-tahap yang dilakukan selama penelitian meliputi tempat dan waktu penelitian, material penelitian, alat penelitian, prosedur kerja, metode percobaan, metode pengumpulan data, serta diagram alir penelitian.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi penjelasan mendalam tentang temuan penelitian, analisis data, dan interpretasi hasil yang dikaitkan dengan teori dan penelitian sebelumnya. Bab ini memaparkan hasil yang diperoleh melalui pengumpulan data, analisis data, dan penarikan kesimpulan yang relevan dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian.

BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang terkait dengan penelitian tersebut

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi dan Jenis Bencana

Pengertian bencana menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana menyebutkan bahwa bencana adalah suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan/atau salah satu diantaranya. Itu adalah keberadaan Tidak hanya faktor manusia saja, namun juga faktor non alam yang mengakibatkan 4.444 korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Definisi tersebut menyebutkan bahwa bencana disebabkan oleh faktor alam, non alam, dan manusia. Oleh karena itu, Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tersebut juga mendefinisikan mengenai bencana alam, bencana nonalam, dan bencana sosial.

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor (Imam Basuki 2019)

Bencana nonalam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi, dan wabah penyakit (Imam Basuki 2019)

Bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antarkelompok atau antarkomunitas masyarakat, dan teror (Imam Basuki 2019).

2.2 Ketahanan Kota Terhadap Bencana

Ketahanan adalah sistem kemampuan yang dimiliki oleh komunitas maupun masyarakat untuk melawan, menampung dan memperbaiki efek dari bencana termasuk melalui upaya pelestarian dan restorasi. Ketahanan kota merupakan kapasitas suatu komunitas maupun masyarakat yang berpotensi terkena bahaya untuk beradaptasi dengan menolak atau mengubah dalam

rangka untuk mempertahankan diri terhadap bahaya, keberhasilan upaya adaptasi dan penolakan terhadap bencana ditentukan oleh sejauh mana sistem sosial yang dimiliki untuk mengorganisir diri terutama untuk meningkatkan kapasitas dan belajar dari bencana yang terjadi dimasa lalu dan memperbaiki untuk perlindungan di masa depan melalui peningkatan pengurangan risiko bencana. Selain itu, Bruneau et al (2003) menyatakan bahwa ketahanan kota juga dapat didefinisikan sebagai kemampuan sosial untuk mengurangi bahaya, termasuk efek bencana ketika terjadi serta melaksanakan pemulihan dan perbaikan dengan cara meminimalkan gangguan sosial dan mengurangi dampak di masa depan. Dalam menyempurnakan pernyataan Bruneau et al (2003) mengungkapkan bahwa ketahanan atau kemampuan sosial lebih kepada kemampuan kelompok maupun masyarakat untuk mengatasi tekanan internal seperti gangguan sosial, politik dan perubahan lingkungan dan gangguan eksternal seperti kondisi infrastruktur di sekitarnya.

Dasar penting dalam ketahanan kota terhadap bencana adalah bagaimana masyarakat dapat menghadapi gangguan, perubahan pasca bencana serta mampu mempertahankan struktur dasar dan pelayanan sebagaimana mestinya. Sedangkan secara khusus, ketahanan kota terhadap bencana dapat diterapkan pada masyarakat termasuk semua jenis gangguan bencana baik alam, buatan manusia maupun kombinasi keduanya. Selain itu, ketahanan kota terhadap bencana juga dilihat sebagai barang publik dengan mendorong planner untuk merencanakan dan pengurangan risiko bencana (Building Urban Resilience, 2012). Ketahanan kota terhadap bencana terdiri dari empat komponen, yaitu sosial, infrastruktur, ekonomi, dan kelembagaan.

2.3 Manajemen Risiko Bencana

Menurut (UNSDR, 2009), manajemen risiko bencana melibatkan kepemimpinan manajemen, keterampilan organisasi dan operasional dan didefinisikan sebagai proses sistematis untuk memanfaatkan kemampuan. Sedangkan menurut (Baas, Ramasamy, Pryck, & Batista, 2008), manajemen

risiko bencana merupakan upaya untuk mengurangi risiko bencana melalui pendekatan manajemen yang memadukan aspek pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, dan respons.

Manajemen risiko adalah meminimalkan kerugian akibat bencana alam. Kerugian tersebut berupa korban jiwa, kerugian harta benda, hilangnya rasa aman, pengungsian, terganggunya aktivitas masyarakat dan kerusakan berbagai infrastruktur (UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana). Indikator teori manajemen risiko bencana disajikan pada Tabel 2.1 berikut

Tabel 2.1 Indikator Teori Manajemen Risiko Bencana

Konsep	Indikator	Sumber
Teori Manajemen Risiko Bencan	menerapkan kebijakan dan strategi dalam mencegah resiko baru	(UNSDR, 2009)
	Mengurangi resiko bencana	
	Mengelola resiko residu	
	Pencegahan kerusakan akibat bencana	(Baas, Ramasamy, Pryck, dan Batista 2008)
	Mitigasi bencana	
	Kesiapan dengan respon	
	Meminimalisir Kerugian yang di sebabkan oleh terjadinya bencana	UU No. 24/2007

Dapat disimpulkan bahwa manajemen risiko bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi potensi dampak bencana yang ada dengan meningkatkan kapasitas dan mengurangi kerentanan terhadap bencana alam.

2.4 Rencana Penanggulangan Bencana

Perencanaan penanggulangan bencana terdiri dari serangkaian tindakan, termasuk penetapan kebijakan pembangunan, tindakan pencegahan bencana, tindakan darurat dan rehabilitasi bagi masyarakat yang terkena bencana (Perka BNPB No. 4, 2008). Rencana pencegahan bencana terdiri dari empat siklus: saat belum terjadi bencana, saat ada risiko bencana, saat terjadi

bencana, dan setelah terjadinya bencana. Siklus ini dapat dilihat pada gambar 2.1.

Berdasarkan siklus pencegahan bencana, pembangunan infrastruktur transportasi darurat jika terjadi bencana juga termasuk dalam siklus tersebut. oleh karena itu, siklus pelaksanaan penanggulangan bencana pada gambar 2.1 menyiapkan rencana dan kegiatan khusus pada tahap pelaksanaan siklus tersebut agar siklus tersebut dapat terlaksana dengan tepat dan tepat sasaran ketika terjadi bencana Tabel 2.2 menunjukkan rincian kegiatan pada setiap tahap ketika bencana terjadi.



Gambar 2.1 Siklus Manajemen Penanggulangan Bencana

Sumber : Perka BNPB 4/2008

Tabel 2.2 Penyelenggaraan penanggulangan Bencana pada Siklus Tanggap darurat

Siklus Bencana	Kegiatan Penyelenggaraan
Saat Tanggap Darurat Rencana Operasi <i>(Operational Plan)</i>	Pengkajian secara cepat dan tepat terhadap lokasi, kerusakan, kerugian, dan sumber daya
	Penentuan status keadaan darurat bencana
	Penyelamatan dan evakuasi masyarakat terkena bencana
	Perlindungan terhadap kelompok rentan
	Pemenuhan kebutuhan dasar
	Pemulihan dengan segera prasarana dan sarana vital

Sumber : Perka BNPB 4/2008

Committee for Disaster Research in Social Sciences (CDRSS) sebagaimana diuraikan dalam (Indiyanto & Kuswanjono, 2012), setidaknya memiliki tiga proses penting dalam kerangka pengurangan risiko bencana. Pertama, kurangi risiko. Hal ini mencakup mitigasi struktural (termasuk perencanaan desain, pemeliharaan dan rehabilitasi struktur fisik dan infrastruktur yang rusak) dan mitigasi non-struktural (bertujuan untuk menjaga peraturan penggunaan lahan dan kepadatan penduduk). Kedua: Kesiapsiagaan bencana, atau persiapan penghuni gedung menghadapi risiko bencana, termasuk pengembangan rencana evakuasi darurat, pelatihan penghuni, bantuan kepada masyarakat setempat, dan penyiapan peralatan penyelamatan darurat, termasuk persediaan dan dana. Ketiga, tanggap darurat, termasuk kegiatan yang berkaitan dengan prediksi bencana dan sosialisasi peringatan. evakuasi dan bentuk perlindungan lainnya. mobilisasi dan organisasi darurat relawan dan Sumber Daya Material. pencarian dan penyelamatan pengendalian kerusakan; dan pemulihan korban yang selamat. tahapan dan kegiatan pengurangan risiko bencana disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Fase dan Aktivitas pengurangan Risiko Bencana

Fase	Aktivias	
<i>Hazard Mitigatin</i>	Mitigasi Struktural	Perencanaan desai
		Konstruksi
		Perawatan
		Renovasi satruktur dan infrastrktur fisik yang rusak
	Mitigasi Nonstruktual	Pengaturan mengenai tata guna lahan
		Penjagaan Kepadatan penduduk
<i>Disaster Preparedness</i>	Penyusunan rencana evakuasi darurat	
	Pelaatihan Masyarakat	
	Sosialisasi	
	Penyiapan perangkat penyelamatan darurat (material dan finansial)	
<i>Emergency Response</i>	Isu desiminasi prediksi bencana dan peringatan	
	Evakuasi dan bentuk-bentuk perlindungan	
	Mobilisai dan organnisasi darurat	
	Relawan dan sumber daya material	
	Pencarian dan penyelamatan	
	Kontrol kerusakan	
	Retorisasi kepada penyintas	

Sumber: Indiyanto & Kuswanjono, 2012

2.5 Resiliensi Infrastruktur

Resiliensi Infrastruktur transportasi adalah kemampuan suatu sistem infrastruktur untuk menahan (mencegah dan mengatasi) berbagai potensi bencana, memitigasi potensi dampaknya, dan memulihkan kondisi semula (Ouyang & Duenas-Osorio, 2012). Menurut (UNSDR, 2009), ketahanan infrastruktur berkaitan erat dengan penyediaan fasilitas infrastruktur dan sistem teknis untuk operasi masyarakat baik dalam situasi rutin maupun darurat.

Ketahanan infrastruktur memerlukan pertimbangan terhadap tiga tantangan. artinya, saling ketergantungan, bagaimana menentukan apakah kegagalan suatu sistem infrastruktur berdampak pada infrastruktur lainnya. multi-bahaya, bagaimana sistem infrastruktur dapat mengelola potensi berbagai bencana yang ada. Keberlanjutan adalah bagaimana sistem infrastruktur berkelanjutan dalam mengatasi berbagai permasalahan perkotaan sekaligus mengatasi potensi bencana yang mengancam wilayah perkotaan (Chang, 2009).

Menurut Petit, Eaton, Fisher & Mc Araw, 2012 (Jannah, 2019), ketahanan infrastruktur mempunyai kemampuan meredam guncangan dari pra bencana hingga pasca bencana, dan tujuannya adalah untuk memfasilitasi transisi dari fase reaksi ke fase pemulihan berikutnya. menurut Jackson, 2010 dalam (Jannah, 2019), ketika menghadapi bencana, perlu adanya penyediaan kapasitas infrastruktur alternatif (replacement capacity) untuk memungkinkan pemilihan alternatif, pengambilan keputusan, dan substitusi dalam suatu sistem atau organisasi jika terjadi bencana. berikut tabel inidkator teori resiliensi infrastruktur dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Indikator Teori Resiliensi Inrastruktur

Konsep	Indikator	Sumber
Teori	Menahan (mencegah dan mengatasi potensi bencana	(Ouyang & Duenas-Osorio, 2012)
	Mengurangi potensi dampak	

Konsep	Indikator	Sumber
Resiliensi Infrastruktur	Memulihkan situasi	
	Tersedianya infrastuktur untuk operasional masyarakat dalam keadaan darurat	(UNSDR, 2009)
	<i>Interdependencis</i>	(Chang, 2009)
	<i>Multi-hazard</i>	
	<i>Sustainability</i>	
	Mengurangi <i>Shock</i>	Petit, Eaton, Fisher, & Mc Araw, 2012 dalam (Jannah, 2019)
	Tersedianya fasilitas alternatif	Jacksn, 2010 Dalam (Jannah, 2019)

2.6 Infrastruktur Dalam keadaan Darurat

Infrastruktur merupakan sistem fisik yang dirancang untuk memberikan pelayanan publik serta merupakan pendukung utama fungsi-fungsi sistem sosial dan sistem ekonomi dalam kehidupan masyarakat. Pernyataan tersebut didukung oleh Griggs (1988) dalam Kodoatie (2005) bahwa infrastruktur merujuk pada sistem fisik yang menyediakan transportasi, pengairan, drainase, bangunanb angunan gedung, dan fasilitas publik lain yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia dalam lingkup sosial dan ekonomi. Penyediaan infrastruktur perkotaan diarahkan pada penyelenggaraan fungsi kota, yang utama adalah pengadaan tempat tinggal (permukiman), tempat bekerja, sistem transportasi untuk meningkatkan aksesibilitas yang memadai

Dalam keadaan darurat, diperlukan jaringan infrastruktur fisik pascabencana berdasarkan Perka BNPB Nomor 11 Tahun 2008 tentang Pedoman Pemulihan dan Rekonstruksi. 1) Jaringan jalan/transportasi, 2) Jaringan air minum, 3) Jaringan listrik, 4) Jaringan komunikasi, 5) Jaringan sanitasi dan limbah, 6) Jaringan irigasi/pertanian. Namun kajian ini akan fokus pada jaringan jalan/transportasi sebagai topik pembahasan.

2.7 Konsep Perencanaan Transportasi dalam Keadaan Darurat

Perencanaan transportasi diperlukan untuk menciptakan sistem mobilitas yang lebih baik dalam masyarakat. menurut (Azis & Asrul, 2014), konsep perencanaan transportasi mengacu pada (*Four Step Model*). model perencanaan transportasi empat tahap merupakan kombinasi dari sub-model: aksesibilitas, pembangkitan dan daya tarik perjalanan, distribusi perjalanan, pemilihan moda, pemilihan rute, dan arus lalu lintas dinamis (Tamin, 2000). Setiap tahapan model perencanaan transportasi empat tahap terdiri dari perjalanan yang dihasilkan (*trip generation*), distribusi (*trip distribution*), moda transportasi yang digunakan (*modal splitting*), dan rute perjalanan (*trip Assignment*).

Model perencanaan transportasi empat tahap dapat diterapkan pada wilayah yang berpotensi terkena bencana. Menurut (Chang et.t, 2010), pembangkitan perjalanan digunakan dengan mengidentifikasi produksi perjalanan, yaitu komunitas yang melakukan evakuasi, dan atraksi tamasya, yaitu fasilitas yang beroperasi ketika tanggap darurat diperlukan. Selain itu, fokus pada rute logistik dan arus lalu lintas akibat evakuasi regional, pemilihan kendaraan darurat, dan kerusakan infrastruktur dapat mengintegrasikan alokasi perjalanan, modal bersama, dan alokasi perjalanan (Evans, 1976).

Tabel 2.5 Indikator Teori Konsep Perencanaan Transportasi

Konsep	Indikator	Sub Indikator	Sumber
Teori Konsep Perencanaan Transportasi	Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap	<i>Trip Generation</i>	(Chang e.t, 2010)
		Integrasi <i>trip distribution, modal split, dan trip assignment</i>	(Evans, 1976)

2.8 Infrastruktur Transportasi Mitigasi Bencana

Menurut (Jackson, 2010) transportasi mempunyai dampak yang besar terhadap kota pada saat terjadi bencana, infrastruktur transportasi mitigasi bencana meliputi berbagai saraana dan prasarana yang dirancang agar tetap berfungsi atau mempercepat respons saat terjadi bencana. Jalan evakuasi yakni jalan khusus atau jalur cepat untuk evakuasi masyarakat dari zona rawan bencana ke zona aman. pelabuhan dan dermaga darurat yakni fasilitas logistik untuk distribusi bantuan saat jalur darat terganggu. Sistem transportasi umum tahan bencana meliputi kereta, bus, atau moda lain dengan sistem pengamanan tambahan untuk keadaan darurat. Rambu dan sistem informasi evakuasi terdapat papan petunjuk arah evakuasi, sinyal peringatan dini dan peta jalur evakuasi.

Tabel 2.6 Indikator infrastruktur Transportasi Mitigasi Bencana

Indikator	Sumber
Jalan Evakuasi	(Jackson, 2010)
Pelabuhan dan dermaga Darurat	
Sistem transportasi umum tahan bencana	
Rambu dan sistem informasi evakuasi	

Berdasarkan indikator infrastruktur mitigasi bencana yang telah ditemukan pada tabel 2.6, indikator yang akan dibahas pada penelitian ini adalah Distribusi barang merupakan perwujudan dari pelabuhan dan dermaga darurat, Evakuasi korban merupakan perwujudan dari jalan evakuasi, Efektifitas jaringan jalan perwujudan dari Sistem transportasi umum tahan bencana dan Ketersediaan akses informasi kebencanaan merupakan perwujudan dari rambu dan sistem informasi evakuasi. Sehingga di dapat empat kriteria penyediaan infrastruktur transportasi yang akan di analisis dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2.7 Kriteria Penyediaan infrastruktur transportasi

Indikator	Sumber
Distribusi barang	(Jackson, 2010)
Evakuasi Korban	
Efektifitas Jaringan Jalan	
Ketersediaan akses informasi kebencanaan	

1. Distribusi Barang

Salah satu faktor utama yang mendukung berjalannya distribusi barang saat penanggulangan bencana adalah ketersediaan transportasi alternatif. Dalam (BNPB, 2014), jumlah alat transportasi penanggulangan bencana merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan pada saat fase tanggap darurat bencana. Transportasi alternatif dibutuhkan untuk mempermudah akses dan distribusi.

Tabel 2.8 Variabel Distribusi Barang

Indikator	Variabel	Sumber
Distribusi barang	Ketersediaan Transportasi Barang Alternatif	(BNPB, 2014)

2. Evakuasi Korban

Dalam merencanakan evakuasi perlu mempertimbangkan beberapa tipe kendaraan untuk evakuasi (Seraji, Tavakkoli-Moghaddam, & Soltani, 2019). Kendaraan transportasi khusus evakuasi diperlukan untuk mengevakuasi korban bencana.

Proses evakuasi korban bencana membutuhkan penyediaan transportasi publik. Transportasi publik dibutuhkan bagi masyarakat yang membutuhkan transportasi agar hidup kembali seperti semula. (Nakanishi, Black, & Matsuo, 2014). Transportasi publik dapat

membantu dalam mempercepat proses evakuasi saat masa tanggap darurat (Han, 1990). Transportasi publik bertanggung jawab dalam mengevakuasi masyarakat yang tidak mempunyai kendaraan (Mao, 2011). Variabel evakuasi korban dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Variabel Evakuasi Korban

Indikator	Variabel	Sumber
Evakuasi Korban	Ketersediaan Transportasi Orang Alternatif	(Seraji, Tavakkoli-Moghaddam, & Soltani, 2019)

3. Efektifitas Jaringan Jalan

Efektifitas jaringan jalan menjadi faktor penting dalam menangani korban akibat gempa bumi. Salah satu faktor yang memengaruhi efektifitas jaringan jalan yaitu kapasitas suatu ruas jalan (Kuwata & Takada, 2004). Variabel efektifitas jaringan jalan dapat dilihat pada tabel 2.10.

Tabel 2.10 Variabel Efektifitas Jaringan Jalan

Indikator	Variabel	Sumber
Efektifitas Jaringan Jalan	Kapasitas ruas jalan	(Kuwata & Takada, 2004)

4. Ketersediaan Akses Informasi Kebencanaan

Ketersediaan akses informasi kebencanaan sangat penting ketika akan adanya terjadi bencana. Penyampaian informasi kebencanaan diharapkan untuk mengurangi kerugian dan korban jiwa (Kominfo, 2015). Salah faktor yang menjadi penunjang dalam penyampaian informasi kebencanaan yaitu adanya pemasangan plang kebencanaan yang mencakup semua akses informasi kebencanaan.

Tabel 2.11 Variabel ketersediaan akses informasi kebencanaan

Indikator	Variabel	Sumber
Ketersediaan akses informasi kebencanaan	Pemasangan Plang Kebencanaan	(Kominfo, 2015)

2.9 Sistensi Pustaka

Berdasarkan tinjauan teori yang dibahas sebelumnya, didapatkan sejumlah indikator, dan variabel. Variabel-variabel yang digunakan untuk menyusun penentuan kriteria yang paling di butuhkan dalam penyediaan infrastruktur kedaruratan transportasi untuk mengurangi dampak potensi bencana dapat dilihat pada tabel 2.12.

Tabel 2.12 Sistensi Pustaka Penelitian

Indikator	Variabel	Sumber
Distribusi Barang	Ketersediaan Transportasi Barang alternatif	(BNPB, 2014)
Evakuasi Korban	Ketersediaan Transportasi Orang alternatif	(Seraji, Tavakkoli-Moghaddam, & Soltani, 2019)
Efektifitas Jaringan Jalan	Kapasitas ruas jalan	(Kuwata & Takada, 2004)
Ketersediaan Akses Informasi Kebencanaan	Pemasangan Plang Kebencanaan	(Kominfo, 2015)

2.10 Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)

Dalam proses pengambilan keputusan, para pembuat keputusan dihadapkan pada beberapa situasi yang membutuhkan alternatif pilihan strategi atau keputusan agar dapat mencapai sarannya. Alternatif keputusan

dibutuhkan sebagai pembanding seluruh keputusan yang mungkin diambil, yaitu keputusan yang paling mampu meningkatkan keberhasilan suatu strategi, memperbesar nilai (value) yang didapatkan atau mengurangi efek negatif yang diterima sebagai konsekuensi dari suatu peristiwa.

Oleh karena itu dibutuhkan pendekatan yang komprehensif, bagaimana seorang pembuat keputusan menentukan keputusan mana yang memiliki kemungkinan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan alternatif keputusan lainnya. Teknik analisis keputusan multi kriteria atau MCDA (Multi Criteria Decision Analysis) merupakan salah satu pendekatan yang mampu memilah mana keputusan yang lebih baik atau sesuai dengan kondisi yang ada.

Teknik MCDA memfokuskan pada penyusunan dan penentuan mana keputusan yang lebih sesuai pada suatu kondisi yang dihadapi oleh organisasi. Tujuan dari teknik ini adalah untuk mendukung pembuat keputusan untuk menentukan keputusan yang tepat pada kondisi yang sedang dialami. Pada dasarnya, setiap keputusan yang diambil bersifat unik. Keputusan yang sama pada situasi yang berbeda akan menghasilkan hasil yang berbeda pula. Karena tidak adanya solusi yang optimal pada semua kondisi, maka pembuat keputusan harus bisa menilai alternatif keputusan mana yang lebih tepat dan sesuai untuk diterapkan pada kondisi yang sedang dialami.

Teknik MCDA dapat digunakan untuk beberapa alasan, antara lain untuk :

1. Membandingkan beberapa opsi untuk menentukan keputusan mana yang lebih diutamakan dan keputusan potensial yang dapat dijadikan alternatif keputusan,
2. Membandingkan keputusan mana yang akan diambil apabila terdapat banyak kriteria bahkan jika kriteria tersebut bertentangan,
3. Mencapai konsensus mengenai suatu keputusan dari pemangku kepentingan berbeda yang memiliki sasaran atau nilai yang bertentangan.

2.11 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analisis data yang dipakai dalam penelitian ini yaitu dengan memakai metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan bobot ideal atau insentif untuk setiap variabel. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) ialah sebuah metode yang dipakai untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan banyak kriteria (multi-criteria decision Analisis). *Analytical Hierarchy Process* (AHP) bekerja dengan memprioritaskan alternatif-alternatif penting secara lebih akurat berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, *Analytical Hierarchy Process* (AHP) memecah berbagai tingkat hirarki berdasarkan tujuan, kriteria, subkriteria, dan pilihan atau alternatif.

Analytical Hierarchy Process (AHP) juga memperkirakan perasaan dan emosi sebagai faktor yang perlu dipertimbangkan dalam mengambil keputusan. Sekelompok perbandingan berpasangan (pairwise comparison) dipakai dalam menyusun peringkat komponen yang diperiksa. Mengatur elemen sesuai signifikasi elemen relatif melalui metodologi gabungan disebut priority setting. Jika perbandingan yang dilakukan kurang konsisten, *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menawarkan cara untuk meningkatkan konsistensi logika (logical consistency).

Analytical Hierarchy Process (AHP) menyediakan skala untuk menampilkan sesuatu, mewujudkan metode untuk menetapkan prioritas, dan melacak konsistensi yang masuk akal dari pertimbangan yang dipakai untuk menetapkan prioritas tersebut.

Analytical Hierarchy Process (AHP) menciptakan model tunggal yang mudah dipahami dan dapat beradaptasi dengan berbagai masalah tidak terstruktur dengan mencerminkan keinginan bawaan otak untuk mengklasifikasikan sistem ke dalam tingkatan berbeda dan mengelompokkan aspek terkait dalam setiap tingkat. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) memilih opsi optimal berdasarkan tujuan pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan sejumlah faktor, termasuk prioritas relatif, dan menghasilkan proyeksi menyeluruh mengenai keuntungan dan kerugian dari

setiap pilihan. Oleh karena itu, pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah cara yang populer dan efisien untuk mengambil keputusan.

Secara umum, langkah-langkah pengambilan keputusan dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan mencari tahu perbaikan yang ideal.
2. Buatlah struktur hierarki dengan tujuan keseluruhan diatas, diikuti dengan kriteria, dan alternatif.
3. Bentuk matriks perbandingan berpasangan yang menunjukkan bagaimana setiap komponen berkontribusi atau mempengaruhi setiap tujuan atau kriteria pada tingkat sebelumnya. Perbandingan dibuat berdasarkan pilihan atau penilaian pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu variabel dibandingkan variabel lainnya.
4. Bagilah nilai setiap elemen matriks secara berpasangan dengan nilai total setiap kolom untuk menormalkan data.
5. Tentukan nilai eigen vector dan uji konsistensi, jika tidak, ulangi pengumpulan data. Nilai eigen vector yang dipertimbangkan merupakan nilai tertinggi yang dapat dilakukan secara manual atau matlab.
6. Ulangi tahapan 3,4, dan 5 untuk semua tingkat hirarki.
7. Hitung eigen vector setiap matriks perbandingan berpasangan. Bobot setiap elemen merupakan nilai dari eigen vector. Tahapan ini untuk mensistesis pilihan pada penentuan prioritas elemen pada tingkat terbawah hingga pencapaian tujuan.
8. Uji konsistensi hierarki, apabila $CR > 0,10$,maka evaluasi wajib diulangi.

(Saaty, 2001) mengatakan bahwa Analytical Hierarchy Process (AHP). memberikan system yang memberdayakan dinamika yang menarik pada isuisu kompleks dengan mengatur dan mempercepat proses bantuan pilihan. AHP adalah suatu metode untuk menggambarkan situasi kompleks secara rinci, yang disusun menjadi bagian-bagian komponennya. Hal ini menunjukkan bahwa kita dapat mengatasi kesulitan pengambilan keputusan dengan menerapkan pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP).

2.12 Prinsip Dasar Analytical Hierarchy Process (AHP)

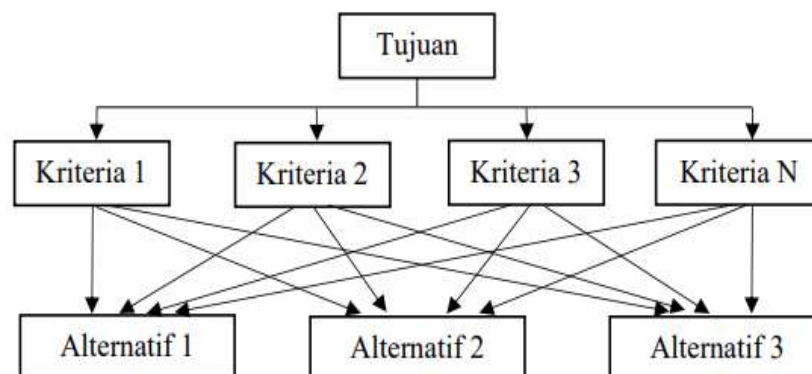
Ada beberapa konsep utama yang perlu dipahami ketika menerapkan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk penyelesaian masalah:

1. *Decomposition*

Arti dari *decomposition* yaitu menyelesaikan atau membagi suatu permasalahan secara utuh ke dalam suatu bentuk proses pengambilan keputusan yang bersifat hirarkis, yang mana setiap unsur atau elemennya saling berkaitan satu sama lain. Untuk memperoleh jawaban yang tepat, elemen-elemen tersebut diselesaikan hingga tidak ada lagi solusi yang tersedia, hingga diperoleh banyak tingkatan permasalahan yang harus diatasi. Ada dua jenis struktur hierarki keputusan, lengkap (*complete*) dan tidak lengkap (*incomplete*).

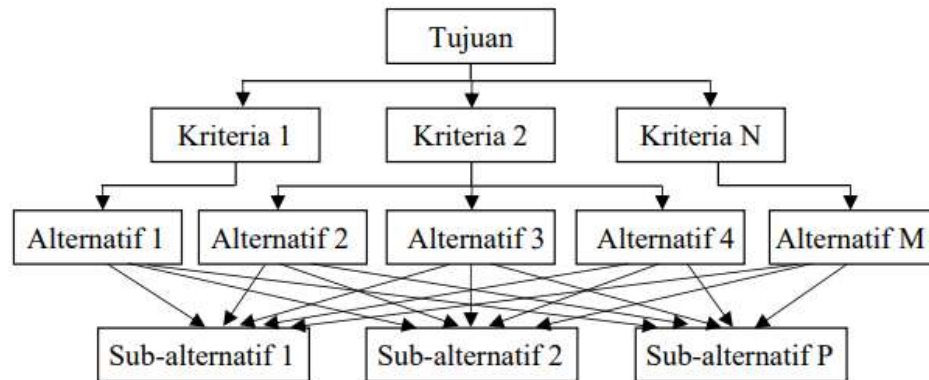
Suatu hirarki dinyatakan lengkap apabila seluruh komponen pada suatu tingkat memiliki hubungan dengan seluruh komponen pada tingkat berikutnya, sedangkan hierarki keputusan *incomplete* adalah kebalikan dari hierarki lengkap, yaitu tidak semua komponen pada setiap tingkat memiliki hubungan. Secara umum, permasalahan nyata memiliki ciri struktur yang tidak lengkap. Bentuk *decomposition*, yaitu:

- Tingkat pertama : Tujuan keputusan (goal)
- Tingkat kedua : Kriteria-kriteria
- Tingkat ketiga : Alternatif-alternatif



Gambar 2.2 Bagan Struktur Hirarki Complete

Sumber : Saaty 2008



Gambar 2.3 Bagan Struktur Hirarki Incomplete

Sumber : Saaty 2008

Dengan berkonsentrasi pada semua komponen pengambilan keputusan sistem, hierarki dirancang untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Kebanyakan masalah menjadi susah dipecahkan karena diselesaikan tanpa melihat masalah tersebut sebagai suatu sistem yang terstruktur.

2. *Comparative Judgement*

Comparative Judgement dibuat dengan menilai kepentingan relatif dari dua komponen pada tingkat tertentu terhadap tingkat diatas tingkat tersebut. Karena menentukan bagaimana komponen AHP diprioritaskan, maka penilaian ini menjadi komponen utamanya. Konsekuensi dari penelitian ini lebih mudah disajikan dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan yang berisi tingkat kecenderungan beberapa pilihan untuk setiap kriteria. Skala preferensi yang dipakai adalah skala 1 (yaitu tingkat terendah (sama pentingnya)) sampai skala 9 (yaitu tingkat yang tertinggi (sangat penting)).

3. *Synthesis of Priority*

Untuk memperoleh *local priority*, dicari eigen vectornya pada setiap matriks perbandingan. Karena terdapat matriks perbandingan berpasangan di setiap level, untuk memperoleh global priority maka wajib dilakukan sintesis antara *priority local*. Mengurutkan komponen berdasarkan kepentingan relatifnya melalui proses sintesis disebut *priority setting*.

4. Logical Consistency

Logical Consistency adalah komponen penting Analytical Hierarchy Process(AHP). Untuk mencapai hal ini, semua eigen vector yang diperoleh dari berbagai tingkat hierarki dilakukan agresif. Hal ini menghasilkan *vector composite* tertimbang yang membangun urutan pengambilan keputusan.

2.13 Penyusunan Prioritas

Perbandingan berpasangan, atau perbandingan berpasangan setiap komponen di setiap subhierarki, digunakan untuk menentukan urutan prioritas elemen. Korelasi tersebut diubah menjadi bentuk matriks. Misalnya, ada n objek ($A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$) yang akan disurvei menurut level kepentingannya, antara lain A_i dan A_j disajikan pada matriks perbandingan berpasangan.

Tabel 2.13 Matriks perbandingan berpasangan

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
:	:	:	:	:
A_n	a_{n1}	a_{n2}	:	a_{nn}

Sumber : Saaty 2008

Nilai a_{11} yaitu nilai perbandingan elemen A_1 (baris) terhadap A_1 (kolom) yang menyatakan hubungan:

1. Sejauh mana tingkat kepentingan A_1 (baris) terhadap kriteria C dibanding dengan A_1 (kolom) atau
2. Sejauh mana dominasi A_1 (baris) terhadap A_1 (kolom) atau
3. Berapa banyak sifat kriteria C pada A_1 (baris) dibanding A_1 (kolom)

Tabel 2.14 Skala penilaian elemen hirarki

Intensitas kepentingan	Defenisi Herbal	Penjelasan
1	Sama pentingnya	Kedua komponen memiliki kepentingan yang sama
3	Sedikit lebih penting	Penilaian sedeikit berpihak kepada salah satu komponen dibanding pasangannya
5	Lebih penting	Penilaian sangat berpihak kepada salah satu komponen dibanding yang lain
7	Sangat penting	Salah satu komponen sanagat berpengaruh dan mendominasi dibanding komponen yang satu
9	Mutlak lebih penting	Salah satu komponen mutlak lebih penting daripada yang lain
2,4,6,8	Nilai tengah penilaian seperti yang di sebutkan diatas	Jika Terdapat perbedaaan pendapat anantara dua penilaian, maka diberikan niali
Resiprokal	Apabila perbandingan dari komponen i kepada j mendapatkan salah satu nilai diatas maka perbandingan antara elemen j terhadap I akan mendapatkan nilai kebalikan	

Sumber: Saaty, 1993

Saaty telah menentukan skala perbandingan mulai dari 1 hingga 9, yang darinya diperoleh nilai perbandingan untuk setiap perbandingan.

Model *Analytical Hierarchy Process* (AHP) bergantung pada perbandingan berpasangan, dimana komponen dalam matriks merupakan pertimbangan dari pengambil keputusan. Seorang pengambil keputusan akan menilai, melihat, atau mengukur peluang suatu peristiwa yang akan dihadapi. Setiap tingkat hierarki struktur metode AHP yang membagi suatu masalah memiliki matriks ini.

2.14 Uji konsistensi dan rasio

Metode AHP berbeda dengan teknik pengambilan keputusan yang lain karena tidak memerlukan konsistensi yang sempurna. Mengumpulkan pendapat mengenai satu faktor secara terpisah dapat mengakibatkan pendapat yang dinyatakan responden tidak konsisten. Meski begitu, terlalu banyak inkonsistensi juga tidak diharapkan. Jika tingkat inkonsistensinya besar, terkadang perlu dilakukan wawancara berulang kali dengan jumlah responden yang sama.

Rumus berikut dapat digunakan untuk mendapatkan Indeks Konsistensi suatu matriks berordo n , seperti yang ditunjukkan oleh Saaty (1994):

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{(n-1)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

CI = Indeks Konsistensi (consistency index)

λ_{max} = Nilai eigen terbesar dari matriks berordo n

n = Ordo matriks

Jika CI sama dengan nol, maka matriks perbandingan berpasang tersebut konsisten. Menurut saaty (1997), batas inkonsistensi ditentukan dengan memakai Rasio Konsistensi (CR), yaitu perbandingan konsistensi dengan nilai Random Indeks (RI), yang diperoleh pada percobaan di Oak Ridge National Laboratory, yang selanjutnya dikembangkan oleh Wharton School yang ditunjukkan pada tabel 2.15. Nilai ini bergantung pada ordo matriks n . Oleh karena itu, rasio konsistensi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

CR = Rasio konsistensi

RI = Indeks Random

CI = Indeks Konsistensi (consistency index)

Tabel 2.15 Nilai indeks random

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

Sumber : Saaty, 2008

Evaluasi responden yang tidak konsisten masih bisa diakui jika matriks perbandingan berpasangan bernilai CR kurang dari 0,100, apabila tidak, penilaian wajib diulangi.

Adapun prosedur perhitungan yang diuraikan sebagai berikut:

1. Perbandingan antar kriteria pada keseluruhan hirarki akan mendapatkan hasil beberapa matriks perbandingan berpasangan. Tiap matriks memiliki beberapa hal, antara lain:
 - a. Satu kriteria yang menjadi pedoman, perbandingan antar kriteria pada tingkat hirarki dibawahnya.
 - b. Nilai bobot pada kriteria tersebut, relatif kepada kriteria di tingkat yang lebih tinggi.
 - c. Nilai indeks konsistensi (CI) untuk matriks perbandingan berpasangan tersebut.
 - d. Nilai indeks random (RI) untuk matriks perbandingan berpasangan tersebut

2. Pada setiap matriks perbandingan, nilai CI dikalikan dengan bobot kriteria acuan. Jumlah seluruh hasil perkalian tersebut, jadi akan dihasilkan indeks konsistensi hirarki (CI).
3. Pada setiap matriks perbandingan, kalikan nilai RI dengan bobot acuan. Jumlah seluruh hasil perkalian didapatkan indeks random hirarki (RI).
4. Nilai CR didapat dengan membagi CI dengan RI. Seperti konsistensi matriks perbandingan berpasangan, suatu hirarki dikatakan konsisten jika nilai CR tidak melebihi 10%.

2.15 Penelitian terdahulu

Tabel 2.16 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian (Tahun Penelitian)	Judul penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Andi Muh. Rifqi Shadiqi 2020	Konsep Penyediaan Infrastruktur Kedaruratan Transportasi Di Wilayah Potensi Terdampak Gempa	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsep penyediaan infrastruktur transportasi darurat di wilayah yang berpotensi terkena bencana gempa bumi.	Kajian tersebut menghasilkan 46 kriteria dari indikator-indikator seperti distribusi barang, evakuasi masyarakat terdampak dan efektivitas jaringan jalan, yang dimasukkan ke dalam pengembangan konsep penyampaian. Konsep pasokan

No	Nama Penelitian (Tahun Penelitian)	Judul penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
				yang dihasilkan dibagi menjadi empat fase sesuai siklus penanggulangan bencana dan juga dapat digunakan di wilayah yang berpotensi terkena bencana gempa
2.	Imam Basuki 2020	Mitigasi Struktural Bencana Pada Infrastruktur Sistem Transportasi .	Kajian ini mengidentifikasi kegiatan penanganan pascabencana mulai dari fase tanggap darurat hingga fase pemulihan.	hasil utama dari penelitian ini adalah terciptanya peta daerah rawan bencana berdasarkan jenis dan sifat bencana langkah kedua adalah memilih jalur evakuasi yang disukai di antara berbagai alternatif yang ada dengan menggunakan

No	Nama Penelitian (Tahun Penelitian)	Judul penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
				analisis multi-kriteria.
3.	Efendhi P Raharjo 2022	Perencanaan Infrastruktur Transportasi Dalam Mendukung Mitigasi Bencana : Studi Kasus Di Gunung Gamalama	Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan langkah-langkah mitigasi bencana untuk mengurangi kerusakan akibat letusan Gunung Gamalama dan mengidentifikasi rencana jalur evakuasi di daerah rawan bencana.	Upaya mengurangi jumlah korban ketika terjadi letusan gunung berapi, sosialisasi mitigasi bencana kepada masyarakat dan pemasangan rambu informasi bencana perlu dilengkapi dengan penyiapan jalur evakuasi berupa titik kumpul evakuasi dan titik evakuasi akhir. Kajian ini merekomendasikan pemerintah daerah untuk mengembangkan jalur evakuasi

No	Nama Penelitian (Tahun Penelitian)	Judul penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
				baru di daerah rawan bencana dan meningkatkan kapasitas evakuasi.
4.	Mochammad Chaerul, Elprida Agustina, dan I Made Wahyu Widyarsana 2019	Analisis Multikriteria Dalam Pemilihan Sistem Pemrosesan Sampah Di Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali	Penelitian ini bertujuan untuk memilih sistem pemrosesan sampah yang paling optimal dengan mempertimbangkan 4 kriteria, yaitu lingkungan, ekonomi, sosial dan teknis (analisis multikriteria) dengan menggunakan pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP).	Secara global, responden lebih memilih pencegahan pencemaran lingkungan (nilai bobot 0,16) sebagai sub kriteria terpenting dari total 13 sub kriteria yang tersedia. Urutan kriteria yang dianggap lebih penting adalah lingkungan (nilai bobot 0,543), sosial (0,181), ekonomi (0,146) dan teknis

No	Nama Penelitian (Tahun Penelitian)	Judul penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
				(0,130). Untuk alternatif pengolahan sampah di fasilitas TOSS dianggap yang paling optimal (total nilai 0,47) disusul TPA Regional Bangli (0,28), terakhir TPA baru (0,25).
5.	Pramestiar a, Salwa, 2023	Konsep Penyediaan Infrastruktur Darurat Logistik Dalam Menghadapi Dampak Potensi Bencana Gempa	bertujuan untuk menentukan konsep penyampaian infrastruktur logi Untuk tujuan 1, penelitian ini menggunakan teknik analisis isi yang dilakukan melalui	Hasil dari Tujuan 1 memberikan tolok ukur untuk penyediaan infrastruktur logistik darurat. Hasil dari Tujuan 2 adalah konsep penyediaan infrastruktur logistik darurat

No	Nama Penelitian (Tahun Penelitian)	Judul penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
		Bumi Di Kota Surabaya.	wawancara mendalam dengan responden terpilih berdasarkan sampel yang bertujuan stik darurat. tujuan 2 dengan menggunakan teknik validasi triangulasi, sumber data dengan membandingkan kriteria tujuan 1, best practice dan pedoman atau pedoman.	untuk menghadapi dampak kemungkinan bencana seismik di Kota Surabaya

DAFTAR PUSTAKA

- Azis, Rudi dan Asrul. 2014. Pengantar Sistem dan Perencanaan Transportasi. Yogyakarta: Deepublish.
- Baas, S., Ramasamy, S., Pryck, J. D. De, & Battista, F. (2008). Disaster Risk Management Systems Analysis: A Guide Book. 175.
- Basak, I., & Saaty, T. (1993). Group decision making using the analytic hierarchy process. *Mathematical and Computer Modelling*, 17(4–5), 101–109.
- Basuki, I., Kauffman, J. B., Peterson, J., Anshari, G., & Murdiyarso, D. (2019). Land cover changes reduce net primary production in tropical coastal peatlands of West Kalimantan, Indonesia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 24, 557–573.
- BNPB. (2008). Perka BNPB No. 4 Tahun 2008 Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana. Indonesia: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- BNPB. (2008). Perka BNPB No 11 Tahun 2008 Tentang Pedoman Rehabilitasi Dan Rekonstruksi Pasca Bencana. <https://doi.org/10.1177/2150135113516983>
- Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W. A., & Von Winterfeldt, D. (2003). A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra*, 19(4), 733–752.
- Chaerul, M., Agustina, E., & Widyarsana, I. M. W. (2019). Analisis Multikriteria Dalam Pemilihan Sistem Pemrosesan Sampah Di Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali (Multicriteria Analysis for Selecting Waste Processing System in Klungkung Regency, Bali Province). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 26(2), 74–79.
- Chang, S. E. (2009). Infrastructure Resilience to Disasters. *The Bridge (Engineering)*, 39(4), 30–35.

- Chang, Justin S., Ki- Min Kim, Sung- Bong Chung, dan Kyu- Hwa Jung. 2010. "Patronage Ramp-Up Analysis Model Using a Heuristic F-Test." *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*.
- Evans, G. W. (1976). Transferrin function in zinc absorption and transport. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 151(4), 775–778.
- Goretti, A., & Sarli, V. (2006). Road network and damaged buildings in urban areas: short and long-term interaction. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 4, 159–175.
- Han, J., & Hayashi, Y. (2008). A system dynamics model of CO₂ mitigation in China's inter-city passenger transport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 13(5), 298–305.
- Imam. B (2020). Mitigasi Struktural Bencana Pada Infrastruktur Sistem Transportasi.
- Indiyanto, A., & Kuswanjono, A. (2012). Interpretasi dan Respons Atas Bencana. *AgAmA, BudAyA, DAn BencAnA*, 7.
- Isngadi, I., & Khakim, M. (2021). Efektivitas Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana dan Fikih Kebencanaan Terhadap Perilaku Warga Muhammadiyah (Studi Kasus Covid-19). *Jurnal Komunikasi Hukum (JKH)*, 7(1), 202–216.
- Jackson, S. (2010). *The principles of infrastructure resilience*.
- Jannah, S. R. (2019). Sintesis dan karakterisasi logam paduan Fe-Cr-Al sebagai material tahan panas. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Kodoatie, R. J. (2021). *Rekayasa dan manajemen banjir kota*. Penerbit Andi.
- Kuwata, Y., & Takada, S. (2004). Effective emergency transportation for saving human lives. *Natural Hazards*, 33(1), 23–46. <https://doi.org/10.1023/B:NHAZ.0000035003.29275.32>

- Nakanishi, H., Black, J., & Matsuo, K. (2014). Disaster resilience in transportation: Japan earthquake and tsunami 2011. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 5(4), 341–361.
- Ouyang, M., Dueñas-Osorio, L., & Min, X. (2012). A three-stage resilience analysis framework for urban infrastructure systems. *Structural Safety*, 36, 23–31.
- Petit, F. D., Eaton, L. K., Fisher, R. E., McAraw, S. F., & Collins III, M. J. (2012). Developing an index to assess the resilience of critical infrastructure. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 16(1–3), 28–47.
- Pramestiara, S., & Pamungkas, A. (2024). Konsep Penyediaan Infrastruktur Darurat Logistik dalam Menghadapi Dampak Potensi Bencana Gempa Bumi di Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 13(3), C146–C151.
- Priadmodjo, A., Suriadi, N. A., Erwin, M. A., & Wijaya, F. (2023). DETERMINASI TINGKAT RISIKO BENCANA LOKASI WISATA PADA KABUPATEN MAJENE. *BANDAR: JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING*, 5(2), 44–54.
- Purnama, D. I. (2019). Analisis komponen utama pada data potensi kecamatan di kota palu sebelum bencana gempa bumi dan tsunami 28 September 2018. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 16(1), 25–32.
- Raharjo, E. P., Sarjana, S., & Safitri, M. (2022). Transportation infrastructure planning in supporting disaster mitigation: Case study in Mount Gamalama. *Jambá-Journal of Disaster Risk Studies*, 14(1), 1123.
- Saaty, T. L., & Sodenkamp, M. (2008). Making decisions in hierarchic and network systems. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 1(1), 24–79.
- Seraji, H., Tavakkoli-Moghaddam, R., & Soltani, R. (2019). A two-stage mathematical model for evacuation planning and relief logistics in a response phase. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 12(1), 129–146.

Shadiqi, A. M. U. H. R. (N.D.) (2020). Penentuan Konsep Penyediaan Infrastruktur Kedaruratan Transportasi Di Wilayah Potensi Terdampak Gempa.

Tamin. (2000). Perencanaan dan Pemodelan transportasi. Penerbit ITB.

UNISDR. (2009, Januari 23). Terminology. Retrieved Oktober 05, 2017, from UNISDR (Uniter Nations Office for Disaster Risk Reduction): <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>