

BAB II

KERANGKA TEORITIS

A. Landasan Teori

Dalam merencanakan pembangunan infrastruktur, diperlukan pendekatan yang mampu mengakomodasi berbagai kriteria dan sudut pandang, terutama di tingkat lokal seperti kelurahan. Keputusan terkait prioritas pembangunan tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan kebutuhan masyarakat, ketersediaan anggaran, dan urgensi permasalahan. Oleh karena itu, dibutuhkan metode pengambilan keputusan yang sistematis dan objektif.

Salah satu metode yang relevan digunakan adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode ini mampu membantu dalam menentukan skala prioritas dengan cara membandingkan berbagai alternatif berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan. Dengan penerapan metode AHP, proses penentuan prioritas pembangunan infrastruktur di Kecamatan Cibinong diharapkan dapat dilakukan secara terstruktur, transparan, dan akuntabel.

1. Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System*)

Sistem Pendukung Keputusan atau *Decision Support System* (DSS) merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan, khususnya dalam kondisi yang semi-terstruktur dan tidak terdefinisi secara pasti. DSS berfungsi menyediakan informasi, model, atau alat analisis untuk mendukung pengambil keputusan dalam memilih alternatif terbaik (Sudipa, dkk., 2023, p. 109). Sistem ini bukan untuk menggantikan pengambil keputusan, tetapi sebagai alat bantu yang menyajikan informasi yang relevan secara sistematis dan interaktif.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) terdiri dari tiga komponen utama, yaitu subsistem data (*database*), subsistem model, dan subsistem dialog. Ketiga komponen ini bekerja secara terintegrasi untuk mendukung proses pengambilan keputusan secara efektif dan efisien (Sudipa et al., 2023, p. 89).

Menurut (Sudipa et al., 2023, p. 70), subsistem data atau *database* berfungsi sebagai penyedia informasi yang diperlukan oleh sistem. Data ini dapat berasal dari sumber internal organisasi (seperti data operasional dan transaksi) maupun dari sumber eksternal (seperti data pasar atau data publik

lainnya). Pengelolaan data dilakukan melalui sistem manajemen basis data (*Database Management System/DBMS*) yang memungkinkan data disimpan, diakses, dan dimodifikasi secara terstruktur.

Selanjutnya, subsistem model merupakan representasi atau tiruan dari situasi dunia nyata dalam bentuk model matematis, statistik, atau logika tertentu. Model ini digunakan untuk mengolah data dan membantu pengguna dalam mengevaluasi berbagai alternatif keputusan. Basis model ini dirancang agar mudah dimodifikasi dan ditingkatkan sesuai kebutuhan (Sudipa et al., 2023, p. 92).

Adapun subsistem dialog berfungsi sebagai penghubung antara pengguna dengan sistem. Komponen ini memungkinkan pengguna untuk berinteraksi secara langsung melalui antarmuka yang disediakan, baik dalam bentuk teks, grafik, maupun suara. Antarmuka ini dirancang agar komunikatif dan memudahkan pengguna dalam memberikan input serta memahami output dari sistem (Sudipa et al., 2023, p. 92).

Dengan integrasi ketiga komponen tersebut, sistem pendukung keputusan mampu menyajikan informasi dan rekomendasi yang membantu pengambil keputusan dalam memilih alternatif terbaik secara objektif dan rasional.

Komponen ini saling berintegrasi untuk menghasilkan rekomendasi atau alternatif pilihan yang terukur, relevan, dan sesuai konteks Keputusan. Tahapan dalam pengembangan DSS umumnya mencakup empat fase utama:

- a. *Intelligence* – Mengidentifikasi masalah dan kebutuhan keputusan.
- b. *Design* – Mengembangkan alternatif solusi.
- c. *Choice* – Memilih alternatif terbaik.
- d. *Implementation* – Menerapkan keputusan yang diambil (Sudipa, dkk., 2023, p. 21).

Sistem Pendukung Keputusan dapat diimplementasikan menggunakan berbagai metode perhitungan yang sesuai dengan karakteristik masalah. Beberapa metode yang sering digunakan dalam DSS antara lain: *Simple Additive Weighting* (SAW), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

2. *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah metode pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an. AHP digunakan untuk menentukan prioritas dari sejumlah alternatif berdasarkan berbagai kriteria yang dipertimbangkan secara hierarkis.

AHP sangat sesuai digunakan dalam kasus pengambilan keputusan yang kompleks, seperti penentuan prioritas pembangunan infrastruktur, karena mampu menggabungkan pertimbangan kuantitatif dan kualitatif, serta mengakomodasi pendapat subjektif para ahli atau pemangku kepentingan secara sistematis.

Menurut Saaty (1980), AHP memfasilitasi pengambilan keputusan dengan membandingkan alternatif secara berpasangan (*pairwise comparison*) dan menghasilkan bobot prioritas yang dapat dipertanggungjawabkan secara logis.

Struktur dasar dalam AHP terdiri dari tiga level utama:

a. Tujuan

Menentukan prioritas pembangunan infrastruktur di Kecamatan Cibinong.

b. Kriteria

Faktor-faktor yang menjadi dasar penilaian, seperti: urgensi kebutuhan, jumlah penerima manfaat, biaya, kondisi eksisting, dan dampak sosial.

c. Alternatif

Pilihan kegiatan infrastruktur yang akan diprioritaskan, misalnya:

- 1) Pembangunan jalan lingkungan
- 2) Perbaikan saluran drainase
- 3) Penyediaan air bersih
- 4) Penerangan jalan
- 5) Rehabilitasi fasilitas umum

Metode AHP memiliki beberapa tahapan utama sebagai berikut:

a. Penyusunan Hierarki

Menentukan tujuan utama, kriteria penilaian, dan alternatif yang akan dipilih.

b. Penyusunan Matriks Perbandingan Berpasangan

Menilai setiap kriteria dan alternatif dengan cara membandingkannya secara berpasangan menggunakan skala intensitas Saaty:

Tabel 2.1 Skala Intensitas Saaty

Intensitas	Keterangan
1	Sama penting
3	Sedikit lebih penting
5	Lebih penting
7	Jauh lebih penting
9	Mutlak lebih penting
2, 4, 6, 8	Nilai tengah antara dua skala

Sumber : Saaty, 1980

c. Normalisasi Matriks dan Perhitungan Bobot

Setelah dibuat matriks perbandingan, langkah selanjutnya adalah menormalisasi matriks dan menghitung rata-rata dari setiap baris untuk mendapatkan eigen vector (nilai bobot prioritas).

Dalam konteks Kecamatan Cibinong, kriteria dan alternatif dapat disesuaikan sebagai berikut:

Kriteria Penilaian:

- 1) Urgensi Kebutuhan: Tingkat keterdesakan pembangunan infrastruktur bagi masyarakat.
- 2) Jumlah Penerima Manfaat: Seberapa banyak masyarakat yang terdampak.
- 3) Kondisi Eksisting: Kondisi infrastruktur saat ini (rusak, tidak layak, atau belum tersedia).
- 4) Dampak Sosial Ekonomi: Kontribusi infrastruktur terhadap peningkatan kualitas hidup.
- 5) Efisiensi Biaya: Biaya yang diperlukan dalam implementasi Pembangunan.

Alternatif Infrastruktur:

- 1) Pembangunan Jalan Lingkungan
- 2) Perbaikan Drainase Lingkungan
- 3) Penyediaan Sarana Air Bersih
- 4) Penerangan Jalan Umum
- 5) Renovasi Fasilitas Umum (sekolah, posyandu, balai warga).

Kelebihan AHP dalam Pengambilan Keputusan Infrastruktur sebagai berikut :

- 1) Sistematis & Terstruktur: Dapat mengurai masalah kompleks ke dalam struktur yang sederhana.
- 2) Kuantifikasi Penilaian Kualitatif: Pendapat subjektif dapat diubah menjadi angka untuk analisis matematis.
- 3) Validasi Penilaian: Terdapat pengujian konsistensi untuk memastikan rasionalitas keputusan.
- 4) Transparansi: Setiap keputusan dapat ditelusuri dan dipertanggungjawabkan.

Kecamatan Cibinong sebagai wilayah dengan dinamika pembangunan tinggi memerlukan metode seleksi prioritas pembangunan yang objektif, efisien, dan partisipatif. AHP membantu aparat kelurahan, masyarakat, dan pemangku kepentingan lainnya dalam menentukan urutan prioritas berdasarkan kriteria yang telah disepakati bersama. Dengan sistem ini, pembangunan tidak lagi berdasarkan asumsi atau kepentingan politik, melainkan berdasarkan data dan rasionalitas.

Penggunaan metode AHP juga mempermudah digitalisasi pengambilan keputusan, yang dapat diintegrasikan dalam sistem berbasis *web* atau Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang interaktif dan *real-time*.

Contoh Kasus Penerapan AHP dalam Penentuan Prioritas Infrastruktur:

Sebagai ilustrasi, misalkan Kecamatan Cibinong memiliki lima usulan proyek infrastruktur, yaitu pembangunan jalan lingkungan, perbaikan drainase lingkungan, penyediaan sarana air bersih, penerangan jalan umum, dan renovasi fasilitas umum. Penilaian dilakukan berdasarkan enam kriteria utama yang telah ditentukan, yaitu volume pekerjaan, pagu anggaran, jumlah penduduk terdampak, luas wilayah, indeks pembangunan kelurahan, dan panjang jalan rusak.

Langkah pertama adalah menyusun hierarki keputusan:

- 1) Tujuan: Menentukan prioritas pembangunan infrastruktur.
- 2) Kriteria: Volume pekerjaan, pagu anggaran, jumlah penduduk terdampak, luas wilayah, indeks pembangunan kelurahan, panjang jalan rusak.
- 3) Alternatif: Lima jenis proyek infrastruktur di atas.

Kemudian, tim perencana bersama pemangku kepentingan melakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) untuk setiap kriteria. Misalnya, jika jumlah penduduk terdampak dianggap lebih penting daripada pagu anggaran, maka akan diberi nilai 3 pada skala Saaty. Proses ini dilakukan untuk semua pasangan kriteria hingga terbentuk matriks perbandingan.

Setelah matriks dibuat, dilakukan normalisasi dan perhitungan bobot prioritas untuk menentukan seberapa besar kontribusi masing-masing kriteria terhadap tujuan. Selanjutnya, setiap alternatif proyek dinilai terhadap setiap kriteria menggunakan metode yang sama, sehingga dihasilkan bobot prioritas akhir untuk setiap proyek.

Hasil perhitungan menunjukkan, misalnya:

- 1) Pembangunan jalan lingkungan $\rightarrow 0,312$
- 2) Perbaikan drainase lingkungan $\rightarrow 0,257$
- 3) Penyediaan sarana air bersih $\rightarrow 0,182$
- 4) Penerangan jalan umum $\rightarrow 0,145$
- 5) Renovasi fasilitas umum $\rightarrow 0,104$

Dari hasil tersebut, pembangunan jalan lingkungan menjadi prioritas utama karena memiliki nilai bobot tertinggi, diikuti oleh perbaikan drainase lingkungan. Proses ini juga dilengkapi uji konsistensi (CR) untuk memastikan hasil penilaian rasional dan dapat dipertanggungjawabkan.

Contoh Kasus Hitungan AHP sebagai Referensi Hitungan Manual:

Sebagai contoh akan digunakan kasus yang ada pada perusahaan *Southcorp Development*. *Southcorp Development* mendirikan dan mengelola mall di Amerika, perusahaan ini telah mengidentifikasi tiga lokasi potensial untuk proyek terakhirnya, yaitu Atlanta, Birmingham dan Charlotter.

Perusahaan juga telah mengidentifikasi empat kriteria utama sebagai dasar perbandingan lokasi yaitu, Pangsa Pasar, Pelanggan (termasuk Pendapatan), Infrastruktur dan Transportasi (yaitu kedekatan dengan jalan layang untuk memudahkan akses pelanggan dan antar pemasok).

A : Atlanta

B : Birmingham

C : Charlotte

1) Perbandingan Berpasangan (*Pairwise Comparison Matrix*)

Rumus perbandingan berpasangan :

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$$

Dengan :

a_{ij} : nilai perbandingan antara elemen i dan j

w_i : bobot kepentingan elemen i

w_j : bobot kepentingan elemen j

Kriteria 1 : pangsa pasar

Tabel 2.2 Perbandingan Berpasangan Pangsa Pasar

Lokasi	A	B	C
A	1	3	2
B	1/3	1	1/5
C	1/2	5	1

Kriteria 2 : tingkat pendapatan

Tabel 2.3 Perbandingan Berpasangan Tingkat Pendapatan

Lokasi	A	B	C
A	1	6	1/3
B	1/6	1	1/9
C	3	9	1

Kriteria 3 : infrastruktur

Tabel 2.4 Perbandingan Berpasangan Infrastruktur

Lokasi	A	B	C
A	1	1/3	1
B	3	1	7
C	1	1/7	1

Kriteria 4 : transportasi

Tabel 2.5 Perbandingan Berpasangan Transportasi

Lokasi	A	B	C
A	1	1/3	1/2
B	3	1	4
C	2	1/4	1

2) Preferensi dalam kriteria

Menentukan skor preferensi dengan cara menjumlahkan nilai pada tiap kolom matriks.

Rumus menentukan preferensi kriteria :

$$s_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

Dengan :

s_j : jumlah nilai pada kolom ke-j

a_{ij} : nilai pada baris ke-i, kolom ke-j

n : jumlah kriteria

Kriteria 1 : pangsa pasar

Tabel 2.6 Preferensi dalam Kriteria Pangsa Pasar

Lokasi	A	B	C
A	1	3	2
B	1/3	1	1/5
C	1/2	5	1
Jumlah	11/6	9	16/5

Kriteria 2 : tingkat pendapatan

Tabel 2.7 Preferensi dalam Kriteria Tingkat Pendapatan

Lokasi	A	B	C
A	1	6	1/3
B	1/6	1	1/9
C	3	9	1
Jumlah	25/6	16	13/9

Kriteria 3 : infrastruktur

Tabel 2.8 Preferensi dalam Kriteria Infrastruktur

Lokasi	A	B	C
A	1	1/3	1
B	3	1	7
C	1	1/7	1
Jumlah	5	31/21	9

Kriteria 4 : transportasi

Tabel 2.9 Preferensi dalam Kriteria Transportasi

Lokasi	A	B	C
A	1	1/3	1/2
B	3	1	4
C	2	1/4	1
Jumlah	6	19/12	11/2

3) Matriks Normalisasi

Rumus matriks normalisasi :

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Dengan :

n_{ij} : elemen matriks normalisasi pada baris ke-i, kolom ke-j

a_{ij} : nilai asli pada matriks perbandingan berpasangan

$\sum_{i=1}^n a_{ij}$: jumlah semua elemen pada kolom ke-j

n : jumlah kriteria

Kriteria 1 : pangsa pasar

Tabel 2.10 Matriks Normalisasi Pangsa Pasar

Lokasi	A	B	C
A	6/11	3/9	5/8
B	2/11	1/9	1/16
C	3/11	5/9	5/16

Kriteria 2 : tingkat pendapatan

Tabel 2.11 Matriks Normalisasi Tingkat Pendapatan

Lokasi	A	B	C
A	6/25	6/16	3/13
B	1/25	1/16	1/13
C	18/25	9/16	9/13

Kriteria 3 : infrastruktur

Tabel 2.12 Matriks Normalisasi Infrastruktur

Lokasi	A	B	C
A	1/5	7/31	1/9
B	3/5	21/31	7/9
C	1/5	3/31	1/9

Kriteria 4 : transportasi

Tabel 2.13 Matriks Normalisasi Transportasi

Lokasi	A	B	C
A	1/6	4/19	1/11
B	1/2	12/19	8/11
C	1/3	3/19	2/11

4) Rata-rata nilai perbaris

Rumus rata-rata nilai perbaris :

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n n_{ij}}{n}$$

Dengan :

w_i : bobot prioritas ke-i

n_{ij} : nilai matriks normalisasi pada baris ke-i, kolom ke-j

n : jumlah kriteria

Kriteria 1 : pangsa pasar

Tabel 2.14 Rata-rata Nilai Perbaris Pangsa Pasar

Lokasi	A	B	C	Rata-rata baris
A	0.5455	0.3333	0.6250	0.5013
B	0.1818	0.1111	0.0625	0.1185
C	0.2727	0.5556	0.3125	0.3803

Kriteria 2 : tingkat pendapatan

Tabel 2.15 Rata-rata Nilai Perbaris Tingkat Pendapatan

Lokasi	A	B	C	Rata-rata baris
A	0.2400	0.3750	0.2308	0.2819
B	0.0400	0.0625	0.0769	0.0598
C	0.7200	0.5625	0.6923	0.6583

Kriteria 3 : infrastruktur

Tabel 2.16 Rata-rata Nilai Perbaris Infrastruktur

Lokasi	A	B	C	Rata-rata baris
A	0.2000	0.2258	0.1111	0.1790
B	0.6000	0.6774	0.7778	0.6851
C	0.2000	0.0968	0.1111	0.1360

Kriteria 4 : transportasi

Tabel 2.17 Rata-rata Nilai Perbaris Transportasi

Lokasi	A	B	C	Rata-rata baris
A	0.1667	0.2105	0.0909	0.1560
B	0.5000	0.6316	0.7273	0.6196
C	0.3333	0.1579	0.1818	0.2243

5) Matriks empat vektor

Tabel 2.18 Matriks Empat Vektor

Lokasi	Pangsa Pasar	Pendapatan	Infrastruktur	Transportasi
A	0.5013	0.2819	0.1790	0.1560
B	0.1185	0.0598	0.6851	0.6196
C	0.3803	0.6583	0.1360	0.2243

6) Meranking kriteria

Tabel 2.19 Ranking Kriteria

Kriteria	Pangsa Pasar	Pendapatan	Infrastruktur	Transportasi
Pangsa Pasar	1	1/5	3	4
Pendapatan	5	1	9	7
Infrastruktur	1/3	1/9	1	2
Transportasi	1/4	1/7	1/2	1
Total Kolom	79/12	458/315	27/2	14

Tabel 2.20 Rata-rata perbaris dari matriks kriteria

Kriteria	Pangsa Pasar	Pendapatan	Infrastruktur	Transportasi	Rata-rata baris
Pangsa Pasar	0.1519	0.1376	0.2222	0.2857	0.1993
Pendapatan	0.7595	0.6878	0.6667	0.5000	0.6535
Infrastruktur	0.0506	0.0764	0.0741	0.1429	0.0860
Transportasi	0.0380	0.0983	0.0370	0.0714	0.0612

Kesimpulan : Tingkat pendapatan merupakan kriteria dengan prioritas tertinggi dengan Pangsa pasar pada prioritas kedua. Infrastruktur dan transportasi ternyata berada pada prioritas ketiga dan keempat.

7) Mengembangkan ranking keseluruhan

Tabel 2.21 Hasil Ranking

Kriteria	Pangsa Pasar	Pendapatan	Infrastruktur	Transportasi
A	0.5013	0.2819	0.179	0.156
B	0.1185	0.0598	0.6851	0.6196
C	0.3803	0.6583	0.136	0.2243

Vektor preferensi dari kriteria

Tabel 2.22 Vektor Preferensi Kriteria

	Kriteria
Pangsa Pasar	0.1993
Pendapatan	0.6535
Infrastruktur	0.0860
Transportasi	0.0612

Skor lokasi A : 0.3091

Skor lokasi B : 0.1595

Skor lokasi C : 0.5314

Tahap selanjutnya adalah mengembangkan ranking keseluruhan berdasarkan hasil perhitungan bobot dari masing-masing kriteria terhadap setiap alternatif lokasi. Proses ini dilakukan dengan mengalikan nilai pada matriks hasil ranking (Tabel 2.21) dengan vektor preferensi kriteria (Tabel 2.22).

Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2.21, yang menunjukkan nilai kontribusi tiap kriteria—Pangsa Pasar, Pendapatan, Infrastruktur, dan Transportasi—terhadap tiga alternatif lokasi, yaitu A, B, dan C. Nilai yang lebih tinggi pada tabel tersebut menandakan bahwa lokasi tersebut lebih unggul pada kriteria bersangkutan.

Selanjutnya, pada Tabel 2.22 ditampilkan vektor preferensi dari masing-masing kriteria, yang menunjukkan tingkat kepentingan relatif antar kriteria berdasarkan hasil pembobotan AHP. Berdasarkan tabel tersebut, Pendapatan memiliki bobot tertinggi sebesar 0.6353, diikuti oleh Pangsa Pasar (0.1983), Infrastruktur (0.0860), dan Transportasi (0.0812). Artinya,

kriteria Pendapatan menjadi faktor paling dominan dalam menentukan lokasi prioritas pembangunan.

Setelah semua nilai bobot kriteria dikalikan dengan skor masing-masing alternatif, diperoleh hasil akhir perhitungan sebagai berikut:

Skor lokasi A : 0.3091

Skor lokasi B : 0.1595

Skor lokasi C : 0.5314

Dari hasil tersebut, terlihat bahwa lokasi C memiliki skor tertinggi, yaitu 0.5314, sehingga dapat disimpulkan bahwa lokasi C (Charlotte) merupakan lokasi yang paling sesuai untuk pembangunan Mall karena memenuhi semua kriteria dengan nilai preferensi tertinggi.

3. Pengambilan Keputusan Multikriteria (*Multi-Criteria Decision Making*)

Pengambilan keputusan multikriteria atau *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) merupakan pendekatan dalam ilmu keputusan yang digunakan untuk memilih alternatif terbaik di antara sejumlah opsi yang dinilai berdasarkan lebih dari satu kriteria. MCDM muncul sebagai solusi atas keterbatasan pendekatan pengambilan keputusan tunggal yang hanya mempertimbangkan satu aspek saja, seperti biaya atau waktu. Menurut Belton & Stewart (2002), MCDM mencakup dua kategori utama:

- a. *Multi-Attribute Decision Making* (MADM): fokus pada alternatif terbatas dan kriteria tertentu, misalnya AHP, TOPSIS, dan ELECTRE.
- b. *Multi-Objective Decision Making* (MODM): fokus pada optimisasi tujuan ganda dalam suatu sistem.

AHP termasuk dalam kategori MADM karena mengkaji sejumlah alternatif dengan mempertimbangkan beberapa kriteria sekaligus. Dalam proses perencanaan pembangunan, MCDM dapat meningkatkan transparansi dan akuntabilitas karena setiap keputusan dapat ditelusuri berdasarkan bobot kriteria dan alasan yang logis.

Penerapan MCDM sangat tepat dalam situasi keterbatasan anggaran, banyaknya pilihan kegiatan, serta kompleksitas indikator pembangunan. Dengan demikian, pendekatan ini mendukung prinsip tata kelola

pemerintahan yang baik (*good governance*), yakni partisipatif, akuntabel, dan berbasis data.

4. ***Unified Method Language (UML)***

Pada perkembangan teknik pemrograman berorientasi objek, munculah sebuah standarisasi bahasa pemodelan untuk pembangunan perangkat lunak yang dibangun dengan menggunakan pemrograman berorientasi objek, yaitu *Unified Modeling Language (UML)*.

Bahasa pemrograman berorientasi objek yang pertama dikembangkan dikenal dengan nama Simula-67 yang dikembangkan pada tahun 1967. Perkembangan aktif dari pemrograman berorientasi objek mulai menggeliat ketika berkembangnya bahasa pemrograman smalltalk pada awal 1980-an. Pada 1996, *Object Management Group (OMG)* mengajukan proposal agar adanya standarisasi pemodelan berorientasi objek dan pada bulan September 1997 *Unified Modeling Language (UML)*, diakomodasi oleh *Object Management Group (OMG)* sehingga sampai saat ini *Unified Modeling Language (UML)* telah memberikan kombinasinya yang cukup besar dalam metodologi berorientasi objek.

Menurut Nugroho (2009:4) mengemukakan bahwa “UML (*Unified Modeling Language*) adalah Metodologi kolaborasi antara metode-metode Booch, OMT (*Object Modeling Technique*), serta OOSE (*Object Oriented Software Engineering*) dan beberapa metoda lainnya, merupakan metodologi yang paling sering digunakan saat ini untuk analisa dan perancangan sistem dengan penggunaan bahasa pemrograman berorientasi objek (OOP)”.

Menurut Rosa dan Shalahuddin (2013:137) mengemukakan bahwa “UML (*Unified Modeling Language*) adalah satu standar bahasa banyak yang digunakan di dunia industry untuk mendefinisikan requirement, membuat anilis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman beorientasi objek”.

Unified Modeling Language (UML) merupakan bahasa pemodelan standar yang terdiri dari sejumlah diagram yang dikelompokkan berdasarkan aspek atau sudut pandang tertentu dalam sistem. Setiap diagram digunakan untuk menggambarkan elemen-elemen permasalahan maupun solusi dari suatu model sistem informasi.

Beberapa diagram yang umum digunakan dalam UML antara lain adalah *Use case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence diagram*, dan *Deployment Diagram*.

a. *Use case Diagram*

Menurut Rosa dan M. Shalahuddin (2016:155) Mengemukakan bahwa “*Use case* atau diagram *Use case* merupakan pemodelan untuk kelakuan (behavior) sistem informasi yang akan dibuat *Use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat”. Diagram *Use case* berguna dalam tiga hal:

- 1) Menjelaskan fasilitas yang ada (*requirements*)
Use case harus selalu menghasilkan fasilitas baru ketika sistem dianalisa, dan design menjadi lebih jelas.
- 2) Komunikasi dengan klien
Penggunaan notasi dan simbol dalam diagram *Use case* membuat penghubung lebih mudah berkomunikasi dengan klien-kliennya.
- 3) Membuat test dari kasus-kasus secara umum
Kumpulan dari kejadian-kejadian untuk *Use case* bisa dilakukan test kasus layak untuk kejadian-kejadian tersebut.

Use case diagram sendiri memiliki kelebihan dan kelemahan. Adapun berikut ini adalah kelebihan dari *Use case* diagram yaitu:

- 1) Interaksi antara pengguna dan system lain dengan system yang akan dibuat cukup tergambar dengan baik.
- 2) Penggambaran dengan sederhana membuat identifikasi kebutuhan dengan *Use case* dapat dengan lebih mudah untuk dipahami.
- 3) Pendekatan identifikasi kebutuhan dapat berdasarkan *top down* (keinginan dari manajemen level atas) maupun *bottom up* (keinginan pengguna akhir).
- 4) Dapat meng-*include* (memasukkan) fungsionalitas *Use case* lain sebagai bagian dari proses dalam dirinya.
- 5) Dapat di-*include* oleh lebih dari satu *Use case* lain, sehingga duplikasi fungsionalitas dapat dihindari dengan cara menarik keluar fungsionalitas yang *common*.

- 6) Dapat meng-*extend* (memperpanjang) *Use case* lain dengan behaviour-nya sendiri.
- 7) Sementara hubungan generalisasi antar *Use case* menunjukkan bahwa *Use case* yang satu merupakan spesialisasi dari yang lain.

Sedangkan kelemahan dari diagram *Use case* adalah mengenai data masih kurang indentifikasi dengan baik. *Use case* diagram menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem yaitu:

- 1) *Use case* mempresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem.

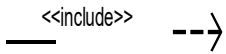
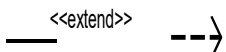
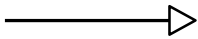
Seorang aktor adalah sebuah entitas manusia atau mesin yang berinteraksi dengan sistem untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan tertentu.

- 2) *Use case* merupakan sebuah pekerjaan tertentu, misalnya login ke sistem, meng-create sebuah daftar belanja, dan sebagainya.

Berikut ini adalah simbol-simbol yang ada pada diagram *Use case* menurut Rosa dan M. Shalahuddin (2016:155):

Tabel 2.23 Simbol *Use case* Diagram

Nama	Keterangan	Simbol
<i>Use case</i>	Fungsionalitas yang di sediakan sistem sebagai unit-unit yang saling bertukar pesan antar unit atau aktor, biasanya dinyatakan dengan menggunakan kata kerja di awal frase nama <i>use case</i> .	
Aktor (<i>Actor</i>)	Orang, proses, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem informasi yang akan dibuat di luar sistem informasi yang akan dibuat sendiri	
<i>Association</i>	Komunikasi antara <i>actor</i> dan <i>use case</i> yang berpartisipasi pada <i>use case</i> atau <i>use case</i> memiliki interaksi dengan aktor.	

Nama	Keterangan	Simbol
<i>Include</i>	Relasi <i>use case</i> tambahan ke sebuah <i>use case</i> dimana <i>use case</i> yang ditambahkan memerlukan <i>use case</i> ini untuk menjalankan fungsinya.	
Ekstensi (<i>Extend</i>)	Relasi <i>use case</i> tambahan ke sebuah <i>use case</i> yang di tambahkan dapat berdiri sendiri walau tanpa <i>use case</i> tambahan itu.	
Generalisasi (<i>Generalization</i>)	Dimana fungsi yang satu adalah fungsi yang umum dari yang lainnya.	

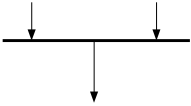
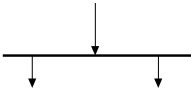
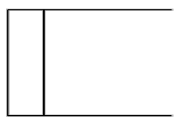
Sumber: Rosa dan M. Shalahuddin (2016:155)

b. Activity Diagram

Menurut Rosa dan M. Shalahuddin (2016:161) mengatakan bahwa “Diagram aktivitas atau *activity diagram* menggunakan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah system atau proses bisnis atau menu yang ada pada perangkat lunak”. Berikut ini adalah simbol-simbol yang ada pada *activity diagram* menurut Rosa dan M. Shalahuddin (2016:161):

Tabel 2.24 Simbol *Activity Diagram*

Nama	Keterangan	Simbol
<i>Start Point (Initial)</i>	Status awal aktivitas sistem. Sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status awal.	
Aktivitas (<i>Activity</i>)	Aktivitas yang dilakukan oleh sistem, aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja.	
<i>Decision</i>	Pengambil keputusan.	

Nama	Keterangan	Simbol
Penggabungan (Join)	Asosiasi penggabungan dimana lebih dari satu aktivitas digabungkan menjadi satu.	
Percabangan (Fork)	Asosiasi percabangan dimana jika ada pilihan aktivitas lebih dari satu.	
Swimlane	Memisahkan organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi atau sebuah cara untuk mengelompokkan <i>activity</i> berdasarkan <i>actor</i> .	
End Point	Status akhir yang dilakukan sistem.	

Sumber: Rosa dan M. Shalahuddin (2016:155)

c. Sequence diagram

Menurut Tohari (2014:101) mendefinisikan bahwa “Sequence diagram menggambarkan interaksi antara sejumlah objek dalam urutan waktu”.

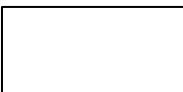
Menurut Rossa dan Shalahuddin (2016:165) mengatakan bahwa “Diagram sekuen menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan message yang dikirimkan dan diterima antar objek”. Berikut Hal- hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan *sequence diagram*:

- 1) Mengetahui objek yang terlibat dalam *use case*.
- 2) Mengetahui metode-metode yang dimiliki kelas yang diinstansiasi menjadi objek tersebut.
- 3) Melihat skenario yang ada pada *use case*.
- 4) Banyaknya diagram sekuen yang harus digambar adalah minimal sebanyak pendefinisian *use case* yang memiliki proses sendiri atau yang penting semua *use case* yang telah didefinisikan interaksi jalannya pesan sudah dicakup pada

diagram sekuen sehingga makin banyak *use case* yang didefinisikan maka diagram sekeun yang harus dibuat juga semakin banyak.

Berikut ini adalah simbol-simbol yang ada pada *sequence* diagram menurut Rosa dan M. Shalahuddin (2016:165).

Tabel 2.25 Simbol *Sequence Diagram*

Nama	Keterangan	Simbol
<i>Aktor</i>	Orang, proses, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem informasi yang akan dibuat di luar sistem informasi yang akan dibuat sendiri.	 nama aktor
<i>Lifeline</i>	Menyatakan kehidupan suatu objek.	
<i>Object</i>	Suatu Objek yang berisi informasi kegiatan yang terkait yang tetap dan disimpan kedalam suatu <i>database</i> .	
<i>Activation</i>	Menyatakan objek dalam keadaan aktif dan berinteraksi, semua yang aktif ini adalah sebuah tahapan yang dilakukan didalamnya.	
<i>Boundary Object</i>	Sebuah obyek yang menjadi penghubung <i>user</i> dengan sistem.	
<i>Control Object</i>	Mengkoordinasikan perilaku sistem dan dinamika dari suatu sistem, menangani tugas utama dan mengontrol alur kerja suatu sistem.	
<i>Object Message</i>	Menggambarkan	

Nama	Keterangan	Simbol
	pesan/hubungan antar obyek, yang menunjukkan urutan kejadian yang terjadi.	
<i>Message to Self</i>	Menggambarkan pesan atau hubungan objek itu sendiri, yang menunjukkan urutan kejadian yang terjadi.	

Sumber: Rosa dan M. Shalahuddin (2016:155)

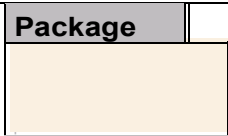
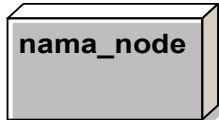
d. *Deployment Diagram*

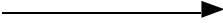
Menurut Rossa dan M. Shalahuddin (2016:154) mengemukakan bahwa “Diagram *deployment* atau *deployment diagram* menunjukkan konfigurasi komponen dalam proses eksekusi aplikasi”. Adapun langkah-langkah pembuatan deployment diagram yaitu:

- 1) *Double* klik *deployment* pada *browser*.
- 2) Untuk membuat sebuah node, klik *icon processor* kemudian klik pada diagram untuk menempatkan.
- 3) Ketika *node* masih terpilih masukkan nama *node*.

Berikut ini adalah simbol-simbol yang ada pada diagram *deployment* menurut Rosa dan M. Shalahuddin (2016:154):

Tabel 2.26 Simbol *Deployment Diagram*

Nama	Keterangan	Simbol
<i>Package</i>	<i>Package</i> merupakan sebuah bungkus dari satu atau lebih <i>node</i> .	
<i>Node</i>	Biasanya mengacu pada perangkat keras (<i>hardware</i>), perangkat lunak yang tidak dibuat sendiri (<i>software</i>).	

Nama	Keterangan	Simbol
Kebergantungan (<i>dependency</i>)	Kebergantungan antar <i>node</i> , arah panah mengarah pada <i>node</i> yang dipakai.	
<i>Link</i>	Relasi antar <i>node</i> .	

Sumber: Rosa dan M. Shalahuddin (2016:154)

5. *Prototyping*

Prototyping merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang menekankan pada pembuatan model awal sistem (*Prototype*) sebagai media komunikasi antara pengembang dan pengguna. Ogedebe, dkk (2012:54) menyatakan bahwa *Prototype* adalah versi awal dari sistem yang memungkinkan pengguna untuk memahami dan memberi masukan terhadap sistem yang dikembangkan. Dalam prosesnya, pengembang dan pengguna harus memiliki pemahaman yang sama bahwa *Prototype* digunakan untuk mendefinisikan kebutuhan awal, dan dapat mengalami perubahan (penambahan atau pengurangan) sesuai hasil evaluasi dan analisis bersama. Empat tipe utama *prototyping* adalah: *illustrative* (contoh tampilan), *simulated* (simulasi alur tanpa data nyata), *functional* (menggunakan data nyata), dan *evolutionary* (*Prototype* yang terus dikembangkan hingga menjadi bagian dari sistem akhir).

Tujuan utama dari pembuatan *prototype* adalah untuk meningkatkan interaksi antara pengguna dan sistem, mempercepat proses pengembangan, dan meminimalkan kesalahan sistem. Proses ini juga membantu pengguna lebih siap dalam menerima perubahan sistem, serta memberi ruang evaluasi dan penyempurnaan secara bertahap. Ogedebe juga menekankan manfaat *prototyping* dalam efisiensi sumber daya dan waktu, serta dalam meningkatkan partisipasi aktif pengguna selama proses pengembangan berlangsung. Adapun tahapan metode ini meliputi: pengumpulan kebutuhan, desain cepat, pembangunan *prototype*, serta evaluasi dan perbaikan berkelanjutan hingga pengembangan sistem sesungguhnya.

6. Database

Pada proyek ini *database* menggunakan MySQL. MySQL adalah salah satu sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang paling populer dan banyak digunakan dalam dunia pengembangan perangkat lunak. Sistem ini mampu menangani penyimpanan dan pengelolaan data dalam jumlah besar serta mendukung akses multi-user secara efisien. “MySQL merupakan RDBMS (atau *server database*) yang mengelola database dengan cepat, menampung dalam jumlah sangat besar dan dapat diakses oleh banyak user” (Raharjo, 2011, p. 21).

MySQL banyak dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

- a. Gratis dan *open-source* sehingga dapat digunakan oleh siapa saja tanpa biaya lisensi.
- b. Performa tinggi dan mampu menangani jumlah data yang besar dengan waktu akses yang cepat.
- c. Portabilitas karena dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti *Windows*, *Linux*, dan *macOS*.
- d. Integrasi mudah dengan berbagai bahasa pemrograman populer seperti PHP, *Python*, *Java*, dan C++.
- e. Keamanan yang mendukung autentikasi pengguna, enkripsi, dan pengaturan hak akses yang detail.

Dalam pengembangan aplikasi berbasis web, MySQL sering digunakan sebagai penyimpanan data utama. Misalnya, pada aplikasi *e-commerce*, MySQL dapat menyimpan data produk, transaksi, maupun informasi pelanggan. Kombinasi antara MySQL, PHP, dan *Apache/Nginx* dikenal dengan istilah *LAMP stack* (*Linux*, *Apache*, MySQL, PHP) yang menjadi fondasi banyak aplikasi web modern.

7. Web Server

Pada umumnya, *web server* berperan sebagai penyedia layanan yang merespons permintaan dari klien (komputer lain) yang membutuhkan informasi terkait konten web yang diakses melalui jaringan internet. Web server menjalankan fungsi utamanya dengan menyimpan, memproses, dan mengirimkan halaman web kepada pengguna berdasarkan permintaan yang diterima (Kustiyahningsih, 2011, p. 128)

Sebagaimana dijelaskan oleh (Kustiyahningsih, 2011, p. 128), *web server* merupakan sistem komputer yang berfungsi menyimpan dokumen

web dan melayani permintaan dokumen dari klien. Dengan demikian, *web server* memungkinkan pengguna mengakses informasi secara cepat dan terstruktur melalui jaringan.

Web server yang digunakan adalah *Apache HTTP Server* → salah satu web server tertua dan masih banyak digunakan hingga kini, terkenal karena kestabilannya dan dukungan komunitas yang luas.

Dalam konteks pengembangan sistem berbasis web, *web server* berperan penting sebagai pintu masuk utama pengguna untuk mengakses aplikasi. *Web server* juga biasanya terhubung dengan aplikasi (*application server*) serta basis data (misalnya *MySQL*), sehingga membentuk ekosistem tiga lapis (*three-tier architecture*) yaitu presentation layer (*web server*), application logic layer (aplikasi), dan data layer (basis data).

Web server tidak hanya berfungsi menyajikan halaman web, tetapi juga memiliki peran penting dalam hal keamanan dan manajemen lalu lintas data. Banyak web server modern yang dilengkapi dengan fitur pengaturan *Secure Socket Layer* (SSL) atau Transport Layer Security (TLS) untuk memastikan komunikasi antara client dan server berlangsung secara terenkripsi. Hal ini sangat penting untuk melindungi data sensitif, misalnya pada aplikasi perbankan, layanan pemerintahan, maupun sistem informasi publik. Selain itu, web server juga dapat dikonfigurasi untuk melakukan autentikasi pengguna sehingga hanya pihak yang berwenang saja yang bisa mengakses informasi tertentu.

Di sisi lain, performa *web server* juga dapat ditingkatkan dengan teknik load balancing dan caching. Load balancing memungkinkan distribusi permintaan pengguna ke beberapa *server* secara merata, sehingga aplikasi tetap responsif meskipun diakses oleh banyak pengguna sekaligus. Sementara itu, caching menyimpan salinan konten yang sering diakses agar dapat ditampilkan lebih cepat tanpa harus diproses ulang dari basis data. Dengan kombinasi kedua teknik ini, *web server* mampu mendukung aplikasi berskala besar dengan jumlah pengguna yang masif, seperti *e-commerce*, media sosial, maupun sistem informasi pemerintahan daerah.

Selain itu, *web server* juga berperan dalam mendukung arsitektur perangkat lunak *modern* seperti *microservices* dan *cloud computing*. Dalam arsitektur *microservices*, aplikasi dipecah menjadi layanan-layanan kecil yang dapat berjalan secara *independen* namun saling berkomunikasi melalui *web server* atau *API gateway*. Sementara dalam *cloud computing*, web server sering berjalan di atas infrastruktur layanan seperti *Amazon Web*

Services (AWS), *Microsoft Azure*, atau *Google Cloud*, yang memungkinkan aplikasi dapat diakses secara global tanpa batasan lokasi fisik *server*. Dengan demikian, *web server* bukan hanya perangkat lunak penyaji halaman web, tetapi juga merupakan komponen vital dalam transformasi digital dan pengembangan sistem berbasis internet.

8. Pemrograman

Bahasa pemrograman adalah sekumpulan aturan atau sintaks yang digunakan untuk mendefinisikan instruksi-instruksi dalam sebuah program komputer. Fungsi utama bahasa ini adalah memungkinkan programmer menulis program aplikasi yang dapat dijalankan oleh komputer guna menyelesaikan tugas tertentu secara sistematis dan terstruktur (Dipraja, 2014, p. 27).

Selain itu, bahasa pemrograman mencerminkan prinsip dasar pengembangan perangkat lunak, yaitu kemampuan untuk mengendalikan alur proses dan manipulasi data dengan cara yang efisien serta dapat dipahami oleh manusia maupun mesin (Dipraja, 2014, p. 27). Hal ini menjadikan bahasa pemrograman sebagai fondasi penting dalam pembuatan aplikasi yang handal dan terstruktur.

a. JavaScript

JavaScript merupakan bahasa pemrograman yang dirancang untuk membuat halaman web menjadi interaktif dan dinamis, dengan prinsip dasar sebagai bahasa *scripting* yang mudah dipahami dan dijalankan di browser (Flanagan, 2011, p. 4). Menurut (Crockford, 2008, p. 12), konsep *JavaScript* adalah penggabungan antara fungsi-fungsi pemrograman berorientasi objek dan kemampuan manipulasi dokumen HTML secara *real-time*.

Definisi *JavaScript* sendiri dijelaskan oleh (Resig, 2013, p. 7) sebagai bahasa pemrograman sisi-klien yang memungkinkan pengembang untuk menambahkan logika, validasi, dan interaksi langsung pada antarmuka pengguna.

Hakekat penggunaan *JavaScript* terletak pada fleksibilitas dan kemampuannya dalam mendukung berbagai *framework modern*, sehingga mempercepat pengembangan aplikasi web (Duckett, 2014, p. 21). Pengalaman penerapan *JavaScript* dapat dilihat dari penggunaan *event handling*, DOM manipulation, dan AJAX yang memungkinkan

pembuatan aplikasi web responsif seperti sistem informasi akademik atau *dashboard* interaktif (Feldman, 2015, p. 33).

b. *Hypertext Markup Language* (HTML)

Hypertext Markup Language (HTML) adalah bahasa markup standar yang berfungsi untuk menyusun struktur dan konten halaman web secara deklaratif. Tidak seperti bahasa pemrograman, HTML tidak mengandung logika atau instruksi pemrosesan, melainkan menggunakan tag-tag untuk mendefinisikan elemen seperti teks, gambar, dan tautan. Hakekat HTML adalah sebagai fondasi utama halaman web yang memberikan kerangka bagi konten agar dapat dikenali dan ditampilkan secara visual oleh *browser* (Duckett, 2014, p. 5).

Dengan struktur yang jelas, HTML memungkinkan browser menampilkan konten web secara teratur dan konsisten, sehingga menjadi fondasi penting bagi interaktivitas dan tampilan halaman web yang dikembangkan lebih lanjut (Duckett, 2014, p. 5).

Dengan keunggulannya tersebut, MySQL sering dipilih untuk membangun berbagai jenis aplikasi, mulai dari skala kecil hingga skala enterprise. Penggunaan MySQL tidak hanya terbatas pada pengembangan aplikasi berbasis web, tetapi juga banyak dimanfaatkan dalam sistem informasi, *e-commerce*, maupun sistem pendukung keputusan. "Popularitas MySQL didukung oleh kemudahan penggunaan, dukungan komunitas, serta kemampuannya dalam menangani transaksi dan integrasi data secara efisien" (Raharjo, 2011, p. 21).

9. *Business Process Model and Notation* (BPMN)

Business Process Model and Notation (BPMN) adalah standar internasional yang dikembangkan oleh Object Management Group (OMG) untuk memodelkan proses bisnis dalam bentuk diagram grafis yang mudah dipahami oleh analis, pengembang, maupun pengguna non-teknis. BPMN menyediakan notasi yang konsisten untuk menggambarkan aktivitas, aliran kerja, serta interaksi antar entitas, sehingga dapat menjadi jembatan komunikasi antara pihak bisnis dan teknis (Chinosi & Trombetta, 2012, p.124). Menurut Weske (2012, p.85), tujuan utama BPMN adalah memfasilitasi dokumentasi, analisis, dan perbaikan proses bisnis, sekaligus mendukung implementasi sistem berbasis teknologi. Elemen utama BPMN meliputi *flow objects seperti event, activity, dan gateway; connecting objects*

berupa *sequence flow* dan *message flow*; *swimlanes* untuk mengelompokkan aktivitas; serta *artifacts* sebagai tambahan informasi (Dumas et al., 2018, p.102). Dengan keunggulannya, BPMN bermanfaat dalam penelitian maupun pengembangan sistem karena mampu memberikan gambaran proses yang jelas, sistematis, dan mudah dipahami (Silver, 2009, p.44).

10. Penerapan Metode AHP dalam Sistem Berbasis Pemrograman Web

Pengembangan sistem pendukung keputusan (SPK) untuk menentukan prioritas pembangunan infrastruktur, seperti yang diterapkan di Kecamatan Cibinong, memerlukan integrasi antara metode analisis seperti *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan teknologi pemrograman berbasis web.

a. Integrasi Metode AHP ke dalam Sistem Web

Metode AHP digunakan untuk membandingkan berbagai kriteria dan alternatif secara berpasangan guna memperoleh prioritas berdasarkan penilaian numerik. Proses AHP terdiri dari:

- 1) Penyusunan hierarki masalah (tujuan, kriteria, alternatif),
- 2) Penilaian perbandingan berpasangan,
- 3) Perhitungan bobot prioritas menggunakan matriks perbandingan,
- 4) Konsistensi logis dari penilaian.

Dalam sistem berbasis web, seluruh proses AHP dapat dikodekan dalam bahasa pemrograman seperti PHP dan dikombinasikan dengan struktur data dari basis data MySQL. Melalui antarmuka HTML, pengguna dapat memberikan input langsung, seperti nilai perbandingan antar kriteria, yang kemudian diproses oleh backend untuk menghasilkan bobot dan urutan prioritas.

b. Automasi Perhitungan AHP dengan Pemrograman

Automasi perhitungan AHP memanfaatkan logika matematis yang diterjemahkan ke dalam algoritma pemrograman. Rumus-rumus untuk menghitung eigen vector, matriks normalisasi, hingga rasio konsistensi (*Consistency Ratio*) dapat diproses menggunakan PHP. Hal ini memungkinkan sistem untuk langsung memberikan hasil rekomendasi prioritas pembangunan tanpa harus menggunakan perangkat lunak AHP secara terpisah (misalnya *Expert Choice*).

Menurut Saaty (1980:64), keunggulan metode AHP adalah kemampuannya menangani aspek kualitatif dan kuantitatif dalam pengambilan keputusan. Dalam konteks sistem berbasis web, metode ini

menjadi lebih powerful karena dapat memproses data secara *real-time*, akurat, dan minim kesalahan manusia.

c. Arsitektur Teknologi Sistem

Pengembangan SPK AHP berbasis web umumnya menggunakan arsitektur client-server dengan teknologi pendukung berikut:

- 1) HTML & CSS: Menyediakan struktur dan tampilan antarmuka pengguna yang responsif untuk input data kriteria dan hasil akhir.
- 2) PHP: Menangani logika pemrosesan AHP, termasuk pengolahan input, perhitungan bobot, dan evaluasi konsistensi.
- 3) MySQL: Menyimpan data pengguna, nilai perbandingan, hasil perhitungan, serta histori pengambilan keputusan.
- 4) *Apache Web Server*: Menjadi jembatan antara permintaan klien (*browser*) dan file aplikasi yang berjalan di *server*.

Penerapan arsitektur ini memungkinkan SPK dapat diakses melalui jaringan lokal atau internet, memudahkan kelurahan atau kecamatan dalam melakukan penilaian infrastruktur secara kolaboratif dan terpusat.

d. Relevansi dalam Konteks Pembangunan Infrastruktur

Dalam praktiknya, pemrograman web memungkinkan pengumpulan dan pengolahan data pembangunan secara lebih cepat dan transparan. Misalnya, aparat kelurahan dapat menginput nilai urgensi pembangunan saluran air, jalan lingkungan, atau fasilitas umum melalui form berbasis web. Sistem akan secara otomatis menghitung prioritas berdasarkan metode AHP, lalu menampilkan hasilnya dalam bentuk peringkat atau grafik.

Kelebihan lain dari integrasi pemrograman dalam sistem AHP ini adalah adanya rekam jejak digital dan kemudahan validasi, yang sangat berguna untuk proses pengawasan, audit, atau pelaporan kegiatan pembangunan di tingkat kelurahan dan kecamatan.

B. Tinjauan Studi

Tinjauan studi merupakan acuan yang dibutuhkan seorang peneliti dalam melakukan penelitian. Dalam penelitian ini diambil beberapa penelitian rujukan berdasarkan kesamaan metode yaitu pengambilan keputusan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan berbagai macam kasus di antaranya:

1. Sistem Prioritas Pembangunan Infrastruktur Kelurahan Berbasis Web — Kelurahan Mojolangu (Kusyairi dkk. 2025)

Dalam penelitian oleh Kusyairi dkk. (2025), dikembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis web yang menggunakan AHP untuk membantu lurah, ketua RT/RW, dan lembaga masyarakat di Kelurahan Mojolangu menetapkan prioritas pembangunan infrastruktur secara adil dan efisien. Kriteria yang dipertimbangkan meliputi urgensi, manfaat sosial, biaya proyek, keberlanjutan manfaat, dan dukungan masyarakat. AHP berhasil meningkatkan akurasi pengambilan keputusan hingga 85,91% dibanding metode manual, dengan Rasio Konsistensi (CR) sebesar 0,072 memastikan keandalan hasilnya. Berdasarkan pengujian black-box, 82% responden menilai sistem “Baik”, dan sistem ini mampu menghasilkan rekomendasi yang lebih transparan dan mudah diikuti oleh pemangku kepentingan lokal.

2. Desa Sinar Mas Alam: AHP + *Weighted Product* untuk Penentuan Prioritas (Saputra dan Irawan, 2022)

Saputra & Irawan (2022) merancang SPK yang mengombinasikan AHP dan *Weighted Product* (WP) untuk menentukan urutan prioritas pembangunan infrastruktur desa seperti gorong-gorong beton, fasilitas umum, dan jalan. AHP menentukan bobot setiap kriteria—seperti anggaran, waktu pengerjaan, manfaat jangka panjang, kebutuhan, penggunaan—kemudian dihitung ranking alternatif dengan WP. Hasilnya, dari 10 alternatif, pembangunan gorong-gorong plat beton (3 unit) mendapatkan skor tertinggi (0,1141), menjadikannya prioritas utama. Sistem ini membantu mengurangi kecemburuan sosial, mempercepat pengambilan keputusan desa, dan meningkatkan rasa keadilan di masyarakat.

3. Kabupaten Bireuen: Prioritas Jalan Kabupaten Menggunakan AHP (Husni dkk, 2024)

Dalam kajian oleh Husni dkk. (2024) di Kabupaten Bireuen, AHP diterapkan untuk menentukan skala prioritas pengerjaan 10 ruas jalan kabupaten, dengan kriteria utama antara lain panjang jalan, kondisi jalan, rencana anggaran, aksesibilitas, jumlah penduduk, fasilitas sosial, dan sarana ekonomi. Menggunakan data 150 responden purposive sampling,

hasil riset menunjukkan bahwa kondisi jalan menjadi kriteria dominan dalam menentukan prioritas. Metode ini menjadikan proses seleksi proyek lebih objektif dan berdasarkan indikator teknis serta sosial yang terukur.

4. Desa Bongo Nol, Gorontalo: AHP Prioritaskan Air Bersih dan Sanitasi (Wolok, Lahay dan Ridwan, 2024)

Wolok, Lahay & Ridwan (2024) mengembangkan SPK berbasis AHP di Desa Bongo Nol — Gorontalo—untuk memprioritaskan kebutuhan infrastruktur berdasarkan bobot kriteria seperti penyediaan air bersih, pengelolaan sampah, sanitasi, dan bantuan perumahan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa air bersih menjadi prioritas tertinggi (bobot 0,69), diikuti pengelolaan sampah (0,15), sanitasi (0,11), dan terakhir perumahan bagi warga kurang mampu (0,06). SPK membantu pengambil keputusan lokal dalam mengalokasikan dana desa secara lebih tepat sasaran sesuai kebutuhan masyarakat.

5. Sistem SPK Berbasis Web AHP untuk Prioritas Infrastruktur Daerah — Indragiri Hulu (Purnama dkk, 2023)

Purnama dkk. (2023) mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan berbasis AHP dilengkapi visualisasi Web GIS untuk membantu BAPPEDA Kabupaten Indragiri Hulu menentukan prioritas infrastruktur—dengan mempertimbangkan kriteria seperti kondisi lokasi, anggaran, urgensi, kegunaan, dan ketahanan bangunan. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa perbaikan jalan di Pematang Rebah (Kecamatan Rengat Barat) menjadi prioritas tertinggi, diikuti pembangunan *box cover* untuk jalan Tanah Datar Sibabat dan perbaikan jalan di Rengat (Kecamatan Rengat). Pengujian sistem memperoleh validasi UAT sebesar 81% dan validitas fungsional 100%, menunjukkan sistem ini sangat andal sebagai alat bantu keputusan daerah dalam konteks realisasi pembangunan.

6. SPK Perbaikan Jalan Kabupaten Pasuruan: AHP + SAW (Tanti dkk, 2024)

Tanti dkk. (2024) menciptakan sistem berbasis kombinasi AHP dan Simple Additive Weighting (SAW) untuk menentukan prioritas lokasi perbaikan jalan di Kabupaten Pasuruan. Sistem dijalankan terhadap alternatif lokasi berdasarkan kriteria objektif, dan hasil yang diperoleh melalui perhitungan AHP-SAW konsisten dengan perhitungan manual. Analisis oleh para responden menunjukkan bahwa sistem ini mampu menghasilkan rekomendasi lokasi perbaikan yang lebih obyektif, jelas, dan efisien—membantu pihak Dinas PU Bina Marga dalam merencanakan intervensi infrastruktur jalan secara lebih terstruktur.

7. Pengembangan Sistem Angkutan Umum Perdesaan di Jateng: AHP (Christnawati dkk, 2016)

Christnawati dkk. (2016) menerapkan AHP untuk menentukan prioritas lokasi pengembangan sistem angkutan umum perdesaan di Jawa Tengah. Kriteria evaluasi meliputi intensitas penduduk, aksesibilitas ke fasilitas kesehatan dan pendidikan, jaringan jalan lokal, dan biaya investasi. Hasilnya menunjukkan lokasi-lokasi tertentu yang paling memerlukan pengembangan transportasi umum sebagai prioritas kebijakan—dengan pendekatan multi-kriteria, keputusan lebih objektif dan mendukung peningkatan mobilitas masyarakat pedesaan secara strategis.

8. Hunian Vertikal MBR di Pontianak: AHP untuk Lokasi Prioritas (Sri Ningsih dkk, 2020)

Dalam studi oleh Sri Ningsih dkk. (2020), AHP digunakan untuk menentukan prioritas lokasi pembangunan hunian vertikal bagi masyarakat berpenghasilan rendah di Kota Pontianak. Kriteria yang dianalisis meliputi harga lahan, kemudahan akses infrastruktur, kepadatan penduduk, dan layanan sosial. Hasilnya memberikan ranking kecamatan terbaik untuk program hunian vertikal, di mana Kecamatan Pontianak Timur muncul sebagai lokasi dengan bobot tertinggi. Studi ini menunjukkan keunggulan AHP dalam menyelaraskan aspirasi masyarakat dengan faktor teknis dan sosio-ekonomi secara transformatif.

9. Pemilihan Lokasi Infrastruktur Publik di Bandung Menggunakan AHP (Marbun & Sulianta, 2024)

Dalam studi oleh Noven Wirlando Marbun dan Feri Sulianta (2024) dari Universitas Widyatama, metode AHP diterapkan untuk menentukan lokasi optimal pembangunan infrastruktur publik di Bandung. Tiga alternatif lokasi—Bojongsoang, Cibiru, dan Braga—dievaluasi dengan kriteria seperti ukuran lokasi, biaya pembangunan, dan fasilitas yang tersedia. Setiap kriteria dipecah menjadi sub-kriteria untuk analisis yang lebih rinci. Hasil AHP menunjukkan bahwa faktor fasilitas memiliki bobot tertinggi (0,655), dan mengindikasikan bahwa Braga adalah lokasi yang paling favorable, diikuti oleh Cibiru dan Bojongsoang. Penelitian ini membuktikan bahwa AHP sangat efektif membantu pemangku kepentingan merumuskan keputusan multi-kriteria secara objektif agar lokasi yang dipilih benar-benar sesuai kebutuhan dan potensi infrastruktur yang direncanakan.

10. Penentuan Skala Prioritas Pembangunan Infrastruktur – Kabupaten Malaka (Funay Seran dkk., 2017)

Dalam tesis pascasarjana oleh R. G. Funay Seran, Amirullah Setya Hardi & Cand. Oecon, AHP digunakan untuk menentukan skala prioritas program pembangunan infrastruktur Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Kabupaten Malaka pada tahun anggaran 2018. Penelitian ini merumuskan sejumlah program—seperti perbaikan jalan, penyediaan air bersih, pengembangan perumahan dan sanitasi—berdasarkan kriteria seperti urgensi kebutuhan, estimasi anggaran, kesiapan lokasi, dan dampak sosial-ekonomi. Melalui perbandingan berpasangan, AHP menghasilkan urutan prioritas proyek yang objektif dan transparan, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih rasional dibandingkan praktik manual dan subyektif sebelumnya. Tesis ini tersedia dalam format PDF lengkap di repositori Universitas Gadjah Mada sebagai bagian dari koleksi Tesis S2 Ekonomika Pembangunan.

Berdasarkan sepuluh studi yang dianalisis, metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) terbukti menjadi pendekatan yang efektif dan sistematis dalam menentukan prioritas pembangunan infrastruktur di tingkat kelurahan. AHP mampu mengakomodasi berbagai kriteria seperti jumlah penduduk terdampak, urgensi, manfaat sosial, biaya, aksesibilitas, serta kesesuaian dengan perencanaan jangka menengah (RPJM). Pendekatan ini juga dapat memperkuat partisipasi masyarakat dalam proses perencanaan, sekaligus meminimalkan potensi konflik antar pemangku kepentingan.

Selain itu, integrasi AHP dengan teknologi seperti Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) semakin meningkatkan akurasi, efisiensi, dan transparansi dalam proses pengambilan keputusan. Keseluruhan hasil studi menunjukkan bahwa penerapan AHP tidak hanya memperjelas urutan prioritas kegiatan pembangunan, tetapi juga mempercepat proses musrenbang dan meningkatkan akuntabilitas penggunaan dana kelurahan, termasuk di wilayah dengan karakteristik seperti Kecamatan Cibinong.

Tabel 2.27 Tinjauan Studi

NO	Penelitian (Tahun)	Judul	Jurnal Sumber	Kontribusi
1.	Kusyairi dkk. (2025)	Sistem Prioritas Pembangunan Infrastruktur Kelurahan Berbasis Web — Kelurahan Mojolangu	Internal <i>Report/Prototipe</i> , 2025	Jurnal ini menjabarkan langkah-langkah AHP (<i>hierarki, pairwise comparison, normalisasi</i> , perhitungan bobot) sehingga menjadi acuan pelaksanaan metodologi pada penelitian ini.
2.	Saputra & Irawan (2022)	Desa Sinar Mas Alam: AHP + <i>Weighted Product</i> untuk Penentuan Prioritas	Jurnal Rekayasa Sistem Informasi	Jurnal ini menguraikan cara memilih dan mendefinisikan kriteria (mis. volume, anggaran, penerima manfaat) sehingga membantu perumusan kriteria dan indikator pengukuran dalam penelitian.
3.	Husni dkk. (2024)	Kabupaten Bireuen: Prioritas Jalan Kabupaten Menggunakan AHP	Jurnal Teknik Sipil Aceh	Kontribusinya menyediakan contoh perhitungan <i>eigen vector</i> , λ_{max} , CI, dan CR serta ambang toleransi ($CR \leq 0,1$) yang digunakan untuk validasi penilaian pada studi ini.
4.	Wolok, Lahay & Ridwan (2024)	Desa Bongo Nol, Gorontalo: AHP Prioritaskan Air Bersih dan Sanitasi	Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Gorontalo	Studi kasusnya serupa sehingga menjadi pembanding untuk interpretasi hasil dan justifikasi pemilihan alternatif proyek di Cibirong.

NO	Penelitian (Tahun)	Judul	Jurnal Sumber	Kontribusi
5.	Purnama dkk. (2023)	SPK Prioritas Infrastruktur Daerah — Indragiri Hulu	Jurnal Teknologi Informasi & GIS	Jurnal ini menunjukkan cara memvisualisasikan bobot hasil AHP secara spasial, berguna untuk pembuatan peta prioritas dan integrasi ke SPK penelitian.
6.	Tanti dkk. (2024)	SPK Perbaikan Jalan Kabupaten Pasuruan: AHP + SAW	Jurnal Sistem Informasi Terapan	Kontribusinya berupa prosedur melibatkan pemangku kepentingan/ahli dalam <i>scoring</i> sehingga memperkuat validitas penilaian subjektif penelitian.
7.	Christnawati dkk. (2016)	Pengembangan Sistem Angkutan Umum Perdesaan di Jateng	Jurnal Transportasi & Mobilitas Pedesaan	Jurnal ini membahas bagaimana memasukkan pagu anggaran/efisiensi biaya sebagai kriteria dan mengakomodasi pembatasan anggaran dalam prioritasasi proyek.
8.	Sri Ningsih dkk. (2020)	Hunian Vertikal MBR di Pontianak: AHP untuk Lokasi Prioritas	Jurnal Perencanaan Kota	Memberikan contoh tata cara pengumpulan dan pengolahan data infrastruktur secara digital, membantu perbaikan proses pengumpulan data di penelitian ini.
9.	Marbun & Sulianta (2024)	Pemilihan Lokasi Infrastruktur Publik di Bandung Menggunakan AHP	Jurnal Teknik & Rekayasa Infrastruktur	Menyajikan faktor-faktor manajerial/teknis yang menurunkan realisasi fisik; kontribusinya membantu interpretasi gap antara usulan dan realisasi pada data Cibinong.

NO	Penelitian (Tahun)	Judul	Jurnal Sumber	Kontribusi
10.	Funay Seran dkk. (2017)	Penentuan Skala Prioritas Pembangunan Infrastruktur – Kabupaten Malaka	Tesis S2, Universitas Gadjah Mada	Jurnal ini memberi pedoman teknis dan fitur yang perlu ada pada aplikasi SPK/AHP sehingga memudahkan rencana integrasi AHP ke sistem web di penelitianmu.

Dari sepuluh jurnal yang dianalisis, penelitian yang dilakukan oleh Suganda & Irawan (2022) merupakan yang paling relevan dengan topik skripsi ini karena secara langsung membahas penerapan metode AHP untuk menentukan prioritas pembangunan infrastruktur. Penelitian tersebut menggunakan beberapa kriteria penilaian, antara lain kondisi eksisting infrastruktur, kebutuhan masyarakat, ketersediaan anggaran, serta manfaat jangka panjang yang dihasilkan. Data diperoleh melalui wawancara dengan pemangku kepentingan dan pengisian kuesioner oleh masyarakat, kemudian diolah menggunakan perbandingan berpasangan pada metode AHP untuk memperoleh bobot prioritas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode AHP mampu memberikan keputusan yang objektif dan terukur dalam menentukan urutan prioritas pembangunan, dengan mempertimbangkan masukan dari berbagai pihak. Relevansi penelitian ini terletak pada kesamaan metode dan tujuan dengan penelitian yang dilakukan penulis, yaitu memanfaatkan AHP sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam menentukan prioritas pembangunan infrastruktur di wilayah tertentu. Oleh karena itu, penelitian Suganda & Irawan (2022) dapat menjadi acuan penting dalam menyusun struktur hierarki, menentukan kriteria, serta membandingkan hasil prioritas pembangunan yang akan diperoleh di Kecamatan Cibinong.

C. Kerangka Pemikiran

Berikut adalah penjelasan rinci dalam bentuk poin-poin dari Diagram Kerangka Pemikiran untuk penelitian "Penerapan Metode AHP dalam Menentukan Prioritas Pembangunan Infrastruktur di Kecamatan Cibinong":

1. Permasalahan

Permasalahan utama yang dihadapi adalah proses penentuan prioritas pembangunan infrastruktur di Kecamatan Cibinong masih dilakukan secara konvensional, sehingga pengambilan keputusan cenderung subjektif. Selain itu, data Musrenbang yang seharusnya menjadi acuan perencanaan tidak dimanfaatkan secara optimal, sehingga urutan pembangunan infrastruktur sering tidak sesuai dengan tingkat urgensi.

2. Pendekatan Penelitian

- a. Penelitian ini menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai pendekatan utama.
- b. AHP digunakan karena mampu:
 - o Memecah masalah kompleks menjadi struktur hierarki.
 - o Mengukur bobot relatif antar kriteria.
 - o Menghasilkan urutan prioritas berdasarkan perbandingan berpasangan.
- c. Metode ini dinilai tepat untuk menyusun prioritas pembangunan infrastruktur berdasarkan berbagai kriteria seperti urgensi, jumlah penerima manfaat, ketersediaan anggaran, dan kondisi eksisting.

3. Pengembangan

Tahap pengembangan dilakukan dengan merancang Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang ditujukan untuk menentukan prioritas pembangunan infrastruktur. SPK ini dirancang agar dapat membantu pihak kecamatan dalam melakukan analisis secara sistematis dan objektif dengan mengacu pada data Musrenbang dan kriteria yang telah ditentukan.

4. Implementasi

Implementasi penelitian meliputi beberapa langkah utama, yaitu:

- a. Penerapan metode AHP dalam sistem.
- b. Penyusunan struktur hierarki yang mencakup tujuan, kriteria, dan alternatif pembangunan.

- c. Pengolahan data hasil penilaian pairwise comparison untuk menentukan bobot kriteria dan subkriteria.
- d. Perhitungan prioritas alternatif pembangunan berdasarkan bobot yang diperoleh.

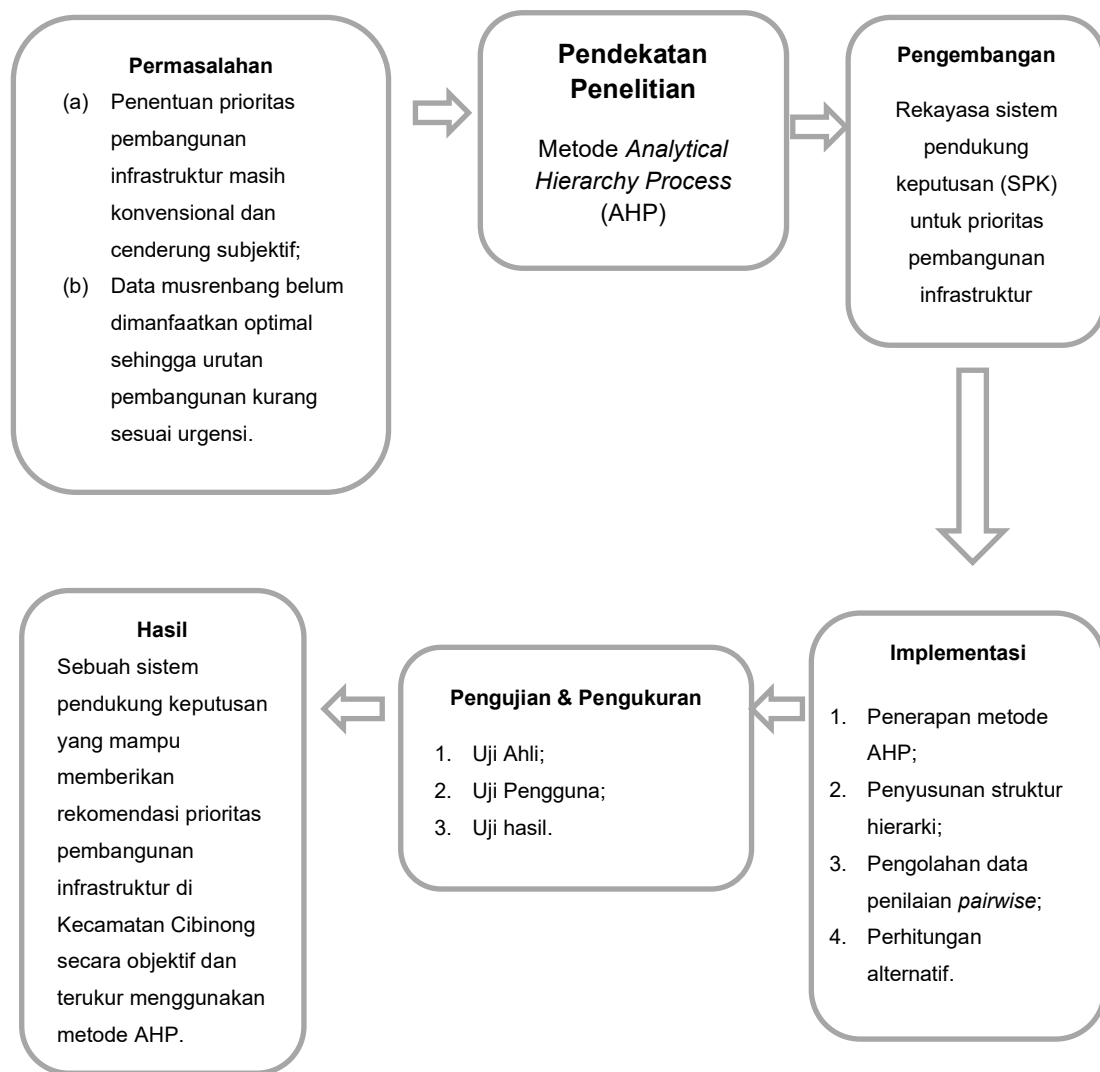
5. Pengujian & Pengukuran

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan keakuratan, keandalan, dan penerimaan sistem yang dikembangkan. Tahap ini meliputi:

- a. Uji Ahli – dilakukan dengan melibatkan pakar atau pihak berkompeten untuk menilai apakah sistem sudah sesuai dengan konsep metode AHP dan dapat diaplikasikan dengan tepat.
- b. Uji Pengguna – dilakukan dengan melibatkan pengguna akhir, seperti pihak kecamatan, untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan, kepuasan, dan kesesuaian sistem terhadap kebutuhan riil.
- c. Uji Hasil – bertujuan untuk mengevaluasi konsistensi keluaran sistem dengan data dan kondisi di lapangan, sehingga dapat dipastikan bahwa sistem memberikan rekomendasi prioritas pembangunan infrastruktur yang relevan dan valid.

6. Hasil

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah Sistem Pendukung Keputusan berbasis AHP yang mampu memberikan rekomendasi prioritas pembangunan infrastruktur di Kecamatan Cibinong secara lebih objektif, sistematis, dan terukur. Dengan adanya sistem ini, pihak kecamatan dapat lebih mudah menentukan usulan pembangunan yang sesuai dengan tingkat urgensi dan kebutuhan masyarakat.



Gambar 2.1 Diagram Kerangka Pemikiran

D. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah adanya perbedaan tingkat kepentingan antar kriteria dalam menentukan prioritas pembangunan infrastruktur di Kecamatan Cibinong. Melalui metode Analytical Hierarchy Process (AHP), diasumsikan bahwa setiap kriteria memiliki bobot yang berbeda sesuai dengan tingkat pengaruhnya terhadap proses pengambilan keputusan pembangunan. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini meliputi volume pekerjaan, kebutuhan anggaran, jumlah penduduk terdampak, kondisi jalan rusak, dan jumlah rumah tidak layak huni.

Dengan demikian, hipotesis penelitian ini menyatakan bahwa faktor-faktor tersebut tidak memiliki tingkat kepentingan yang sama, melainkan terdapat satu atau beberapa kriteria yang memiliki bobot lebih dominan dibandingkan

kriteria lainnya dalam menentukan prioritas pembangunan infrastruktur di Kecamatan Cibinong. Hasil pengolahan data melalui metode AHP diharapkan dapat membuktikan perbedaan tingkat kepentingan antar kriteria tersebut dan menghasilkan urutan prioritas yang paling objektif untuk mendukung pengambilan keputusan pembangunan wilayah.