

Model *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam Penentuan Strategi Pemilihan Lokasi Mata Air untuk Pembangunan Infrastruktur Irigasi di Kota Batu

Vanadani Pranantya^{1,*}, Mahendra Andiek Maulana¹, Nastasia Festy Margini¹

Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya¹

Koresponden*, Email: danipranantya@gmail.com

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	03 Juli 2023	<i>Potential of springs at Batu City which use for irrigation has no irrigation infrastructure at all so, need developing the springs. Developing of springs can be use with build irrigation infrastructure. Total 15 springs was identified by parameters that include discharge, quality, flows discharge, and range of waterflows. The parameters that identified can use for guiding to chose the location of springs that can build infrastructure of irrigation. The 15 locations of springs chosen by using Analytic Hierarchy Process (AHP). AHP Method can use for calculating weighting value from parameters and alternative. Based on weighting each parameter and alternatives can use for prioritizing priority scale by using Synthesize of AHP Method. The result of Synthesize AHP from 15 springs the high value of priority is MA-15 (Rembyung Springs) has value 0,119. The value of Modelling AHP is scale priority that can use for determining of springs that can develop it first.</i>
Diperbaiki	26 Juli 2023	
Disetujui	31 Juli 2023	

Keywords: *Analytic Hierarchy Process* (AHP), irrigation, infrastructure, priority

Abstrak

Potensi mata air di Kota Batu yang digunakan sebagai sumber air irigasi secara keseluruhan belum memiliki infrastruktur irigasi sehingga perlu adanya pengembangan mata air. Pengembangan dilakukan dengan melakukan pembangunan infrastruktur irigasi. Mata air sejumlah 15 lokasi diidentifikasi berdasarkan aspek dari parameter yang meliputi kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan jarak. Aspek parameter-parameter yang diidentifikasi digunakan sebagai pedoman dalam pemilihan lokasi mata air yang akan dibangun infrastruktur irigasi. Pemilihan lokasi mata air yang akan dibangun infrastruktur irigasi dilakukan dengan menggunakan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Metode AHP digunakan untuk menentukan nilai bobot dari setiap parameter dan alternatif. Berdasarkan nilai bobot dari setiap parameter dan alternatif kemudian dilakukan tahapan Sintesis Model AHP. Hasil dari sintesis menunjukkan bahwa dari ke-15 mata air nilai prioritas tertinggi berada di MA-15 (Mata Air Rembyung) dengan nilai 0,119. Hasil dari pemodelan AHP ini yang berupa nilai skala prioritas dapat digunakan dalam penentuan mata air yang akan dikembangkan terlebih dahulu.

Kata kunci: *Analytic Hierarchy Process* (AHP), irigasi, infrastruktur, prioritas

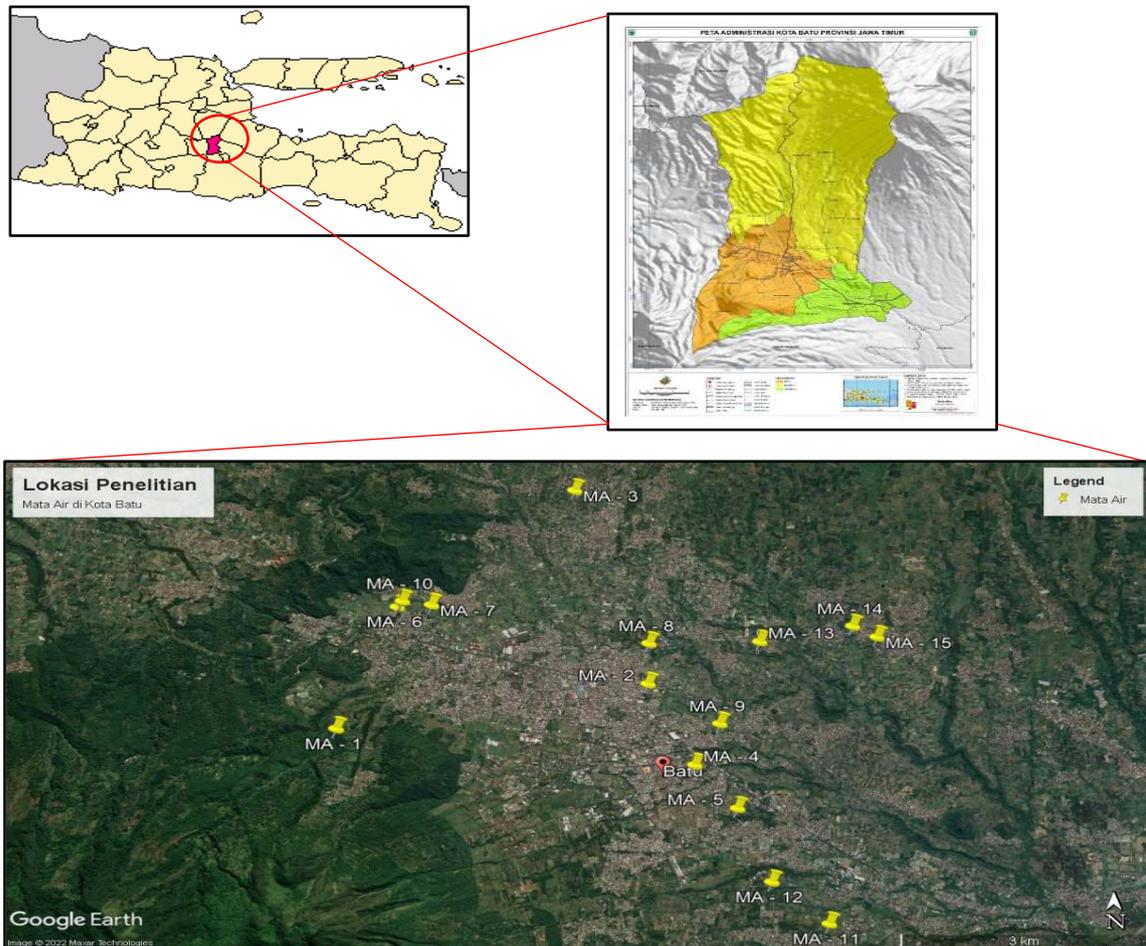
1. Pendahuluan

Pengelolaan mata air yang digunakan sebagai sumber air irigasi dapat memberikan dampak yang besar dalam pemanfaatannya sebagai sumber air irigasi. Kota Batu memiliki mata air yang sangat berlimpah dimana mata air dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber air irigasi. Jumlah keberadaan mata air ini berbeda-beda dari setiap daerah dikarenakan adanya faktor karakteristik seperti geomorfologi, presipitasi, tata guna lahan serta hal lainnya[1]. Mata air yang diteliti di Kota Batu sejumlah 15 mata air dengan pemanfaatannya sebagai sumber air irigasi. Kota Batu berada di Provinsi Jawa Timur dengan berbatasan dengan Kabupaten Malang di sebelah Timur, Barat, dan Selatan, dan berbatasan dengan Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Pasuruan di sebelah Utara. Detail dari lokasi penelitian dapat ditunjukkan dalam **Gambar 1**. Mata air dikelola untuk menjamin ketersediaan air sebagai sumber air

irigasi baik secara kuantitas maupun kualitasnya. Mata air yang dikelola selain memperhatikan aspek utama kuantitas dan kualitas juga memperhatikan aspek kontinuitas dan jarak layanan[2]. Aspek kuantitas ditinjau berdasarkan nilai debit dan nilai kualitas dinilai berdasarkan potensi bahaya alkalinitas dan potensi bahaya salinitas. Aspek kontinuitas ditinjau dari ketersediaan aliran air dari mata air dan aspek jarak layanan ditinjau berdasarkan jarak aliran air dari mata air ke petak sawah terdekat.

Mata air yang akan dikelola dipilih dengan cara melakukan penilaian dengan menggunakan Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Metode AHP ini akan meranking nilai dari setiap mata air yang ada sehingga diperoleh nilai mata air mana terlebih dahulu yang layak dikelola. Penggunaan Metode AHP ini dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu seperti penelitian mengenai pengambilan keputusan mengenai kebijakan manajemen sumber daya air

terpadu[3]. Penelitian mengenai sumber daya air dengan menggunakan Metode AHP juga digunakan dalam manajemen bahaya terhadap sistem air minum[4].



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Metode AHP yang dimodifikasi beserta model APLIS juga digunakan untuk mendeteksi potensi dari sumber daya air di formasi batuan karst[5]. Penggunaan Metode AHP dikombinasikan dengan Metode GIS juga dilakukan untuk mengevaluasi kualitas air irigasi di Delta Kizilirmak Turki[6] serta penelitian tentang pemetaan potensi air tanah di India[7]. Penelitian menggunakan Metode AHP dilakukan juga dalam penilaian aspek teknis bendungan kecil[8]. Penelitian mengenai Metode AHP cukup banyak digunakan dalam bidang sumber daya air hal ini dijelaskan seperti penggunaannya dalam pengambilan kebijakan dalam manajemen sumber daya air terpadu.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut dapat disimpulkan bahwa Metode AHP merupakan metode yang

cocok digunakan dalam pengambilan keputusan dengan skala ranking prioritas. Tujuan dari penggunaan Model AHP ini sebagai penentuan prioritas mata air yang akan dikelola terlebih dahulu sehingga, hasil dari pemodelan AHP yang berupa skala prioritas dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan oleh dinas terkait untuk mengembangkan mata air yang digunakan sebagai sumber air irigasi sesuai dengan tingkat kepentingan prioritas mata air.

2. Metode

Pengidentifikasian mata air dilakukan untuk mengetahui kondisi mata air yang diteliti yang meliputi aspek parameter kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan jarak layanan. Pengidentifikasian dilakukan dengan cara melakukan pe-

ngambilan data di lokasi penelitian dan pengujian laboratorium. Identifikasi mata air ini bertujuan untuk mengetahui kondisi yang kemudian didapatkan nilai-nilai dari aspek parameter mata air.

Pengambilan data parameter kuantitas dilakukan dengan cara mengukur debit dari setiap lokasi mata air yang diteliti. Pengukuran debit dilakukan dengan metode volumetrik. Tahapan perhitungan dengan metode volumetrik dapat dilakukan menggunakan persamaan 1.

$$Q = \frac{V}{T} \tag{1}$$

- dimana =
- Q = Debit (liter/detik)
- V = Volume (liter)
- T = Waktu (detik)

Metode volumetrik merupakan metode perhitungan paling sederhana dengan cara menghitung berapa volume air yang mengisi penampung persatuan detik, Pengambilan data parameter kualitas air dilakukan dengan cara mengukur nilai suhu dan konduktivitas di setiap lokasi mata air yang diteliti, kemudian dilakukan pengambilan contoh air dari setiap mata air untuk kemudian dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui kandungan ion-ion terlarut yang meliputi ion Natrium (Na⁻), Kalsium (Ca²⁺), dan Magnesium (Mg²⁺). Tujuan dari pengujian air dari mata air tersebut untuk mendapatkan nilai potensi bahaya alkalitas (SAR) dimana potensi bahaya alkalinitas sangat berpengaruh terhadap permeabilitas tanah. Tahapan perhitungan nilai rasio serapan natrium (SAR) dapat ditunjukkan dengan menggunakan persamaan 2.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \tag{2}$$

- dimana =
- SAR = Rasio Serapan Natrium
- Na⁺ = Natrium (meq/L)
- Ca²⁺ = Kalsium (meq/L)
- Mg²⁺ = Magnesium (meq/L)

Kualitas air juga ditinjau berdasarkan nilai daya hantar listrik (DHL) yang mempengaruhi potensi bahaya salinitas dimana potensi bahaya salinitas dapat mempengaruhi penyerapan air oleh tanaman. Perhitungan nilai potensi bahaya salinitas yang diakibatkan oleh nilai DHL dengan menggunakan persamaan 3.

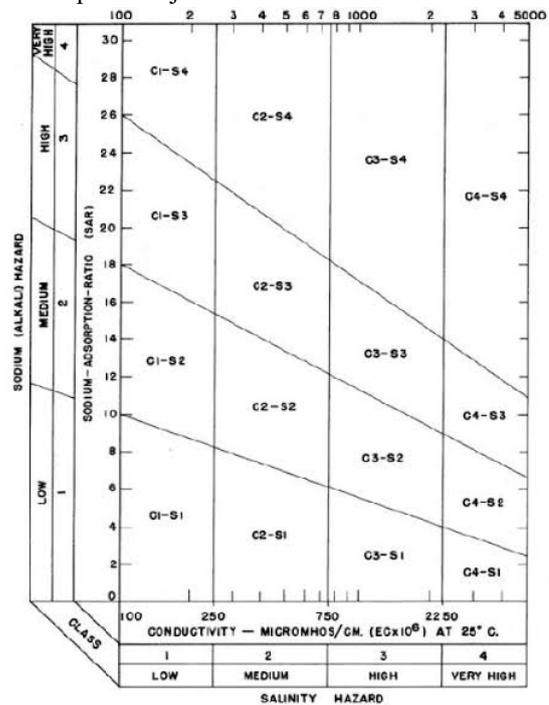
$$DHL_{25^{\circ}C} = DHL_t - (0,02 \times (T - 25) \times DHL_t) \tag{3}$$

- dimana =
- DHL_{25°C} = Daya Hantar Listrik pada Suhu 25°C

DHL_t = Nilai Daya Hantar Listrik di Lapangan

T = Suhu (°C)

Berdasarkan hasil dari pengukuran suhu, konduktivitas, dan pengujian laboratorium dapat diperoleh nilai kualitas air. Kualitas air ditinjau berdasarkan potensi bahaya alkalinitas (SAR) yang mempengaruhi permeabilitas tanah dan daya hantar listrik (DHL) yang mempengaruhi potensi bahaya salinitas dimana potensi bahaya salinitas dapat mempengaruhi penyerapan air oleh tanaman. Hasil dari nilai SAR dan DHL kemudian dimodelkan ke dalam Diagram Wilcox. Diagram Wilcox mengakomodir dalam penentuan nilai kualitas air yang digunakan sebagai sumber air irigasi[9]. Diagram Wilcox dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Wilcox

Berdasarkan Grafik Wilcox nilai rasio serapan natrium (SAR) yang mengindikasikan potensi bahaya alkalinitas terdiri dari 4 kriteria yang meliputi kelas S1 (0-10) merupakan nilai potensi bahaya alkalinitas rendah, kelas S2 (>10-18) merupakan nilai potensi bahaya alkalinitas sedang, kelas S3 (>18-26) merupakan nilai potensi bahaya alkalinitas tinggi, dan kelas S4 (>26-30) merupakan potensi bahaya alkalinitas sangat tinggi dimana air tidak layak digunakan sebagai air irigasi. Nilai DHL dalam Grafik Wilcox mengindikasikan potensi bahaya salinitas dalam air yang terbagi dalam 4 kriteria potensi bahaya yang meliputi, kelas C1 (100-250 μmhos/cm) merupakan kondisi air dengan potensi bahaya salinitas rendah, kelas C2 (>250-750 μmhos/cm) merupakan kondisi air dengan potensi bahaya salinitas sedang, kelas C3 (>750-2250 μmhos/cm) merupakan kondisi

air dengan potensi bahaya salinitas tinggi yang hanya bisa digunakan untuk tanaman dengan kadar nilai toleransi tinggi terhadap garam, dan kelas C4 ($>2250 \mu\text{mhos/cm}$) merupakan kondisi air dengan potensi bahaya salinitas sangat tinggi yang tidak cocok untuk irigasi.

Pengambilan data parameter kontinuitas dinilai berdasarkan ketersediaan aliran dari setiap mata air yang diteliti.

Kondisi ketersediaan aliran dari setiap mata air dapat diketahui dengan dilakukannya wawancara terhadap warga di sekitar lokasi mata air yang memanfaatkan aliran dari mata air. Pengambilan data jarak layanan mata air ditinjau berdasarkan jarak dari mata air ke daerah layanan terdekat. Data jarak diperoleh dengan cara mengukur langsung di lokasi mata air yang diteliti serta digitasi menggunakan bantuan program paket komputer *ArcGIS*.

Tabel 1. Skala Nilai Perbandingan Berpasangan

Derajat Nilai Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Sama Penting	Dua aktivitas yang berkontribusi sama penting
3	Sedikit Lebih penting	Hasil dan penilaian lebih kuat satu daripada lainnya
5	Lebih Penting	Hasil dan penilaian lebih jkuat satu daripada yang lain
7	Sangat Penting	Aktivitas lebih kuat dan mendominasi
9	Mutlak Lebih Penting	Kondisi satu aktivitas paling tinggi dari kondisi lain
2,4,6,8	Nilai tengah diantara dua penilaian	Kondisi ketika diperlukan kompromi
Resiprokal	Jika aktivitas i memiliki nilai diatas yang digunakan untuk membandingkan aktivitas j, kemudian j adalah nilai resiprokal ketika dibandingkan dengan i	
Rasional	Perbandingan peningkatan nilai dari skala	Jika konsistensi berada dalam kondisi dipaksa untuk memperoleh nilai n pada matriks

Data-data yang telah diperoleh kemudian disusun untuk memodelkan struktur hirarki dari AHP. Struktur hirarki ini bertujuan untuk mendeskripsikan tujuan (*goal*), parameter atau kriteria (*criteria*), dan alternatif (*alternative*). Berdasarkan hasil pemodelan hirarki tersebut kemudian dapat dilakukan penilaian terhadap setiap parameter/kriteria.

Data-data berupa kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan jarak layanan yang merupakan data parameter utama. Data-data tersebut merupakan data yang akan dinilai oleh pengambil keputusan (*stakeholder*) atau *expert* di Kota Batu. Penilaian dilakukan dengan melakukan wawancara beserta penyebaran kuesioner kepada dinas/instansi terkait meliputi, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kota Batu, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Batu, Dinas Kecamatan Batu, Dinas Kecamatan Bumiaji, Dinas Kecamatan Junrejo, dan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A). Penilaian dilakukan dengan mengacu pada skala penilaian dapat ditunjukkan dalam **Tabel 1**.

Berdasarkan hasil penilaian kemudian dilakukan perhitungan Rerata Geometrik untuk mendapatkan nilai akhir

dari penilaian ke-10 narasumber. Perhitungan Rerata Geometrik dapat ditunjukkan dengan menggunakan persamaan 4.

$$Geomean = \sqrt[N]{a \times b \times c \times \dots \times n} \quad (4)$$

dengan:

$$\begin{aligned} Geomean &= \text{rerata geometrik} \\ a, b, c, \dots n &= \text{skor penilaian} \\ N &= \text{jumlah narasumber} \end{aligned}$$

Tahapan Model AHP kemudian dilanjutkan dengan proses perhitungan Matriks *Pairwise Comparison* dengan cara membandingkan parameter dengan parameter dan parameter dengan alternatif. Perhitungan perbandingan matriks berpasangan dilakukan untuk mendapatkan nilai bobot dari setiap parameter dan alternatif. Nilai-nilai bobot tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai jumlah matriks perbandingan dan vektor prioritas untuk kemudian dilakukan uji nilai konsistensi. Perhitungan uji konsistensi digunakan sebagai bahan penilaian terhadap bobot nilai dari setiap parameter apakah penilaian yang diberikan konsisten atau

tidak. Perbandingan matriks berpasangan dapat ditunjukkan seperti dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Matriks Perbandingan Berpasangan

	Q1	Q2	Q3	Qn
Q1	Q1/Q1	Q1/Q2	Q1/Q3	Q1/Qn
Q2	Q2/Q1	Q2/Q2	Q2/Q3	Q2/Qn
Q3	Q3/Q1	Q3/Q2	Q3/Q3	Q3/Qn
Qn	Qn/Q1	Qn/Q2	Qn/Q3	Qn/Qn

dimana =
 Q1, Q2, Q3, ..., Qn = objek yang dibandingkan

Tahapan selanjutnya adalah perhitungan nilai vektor prioritas (*eigen value*). Perhitungan nilai vektor prioritas ini diperoleh dari hasil penjumlahan matriks perbandingan berpasangan. Perhitungan nilai *eigen value* atau vektor prioritas dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 5.

$$X = \frac{((\frac{Wij1}{\sum Wj1} + \frac{Wij2}{\sum Wj2} + \frac{Wij1}{\sum Wj1} + \frac{Wijn}{\sum Wjn}))}{n} \tag{5}$$

dimana =
 X = nilai vektor prioritas
 Wij1 ... n = nilai sel kolom pada satu baris (i, j = 1 ... n)
 $\sum Wj1 \dots n$ = jumlah total baris
 n = jumlah matriks yang dibandingkan

Tujuan dari perhitungan nilai vektor prioritas digunakan sebagai bahan perhitungan nilai dari λ maksimum. Perhitungan nilai λ maksimum bertujuan untuk menentukan nilai dari indeks konsistensi. Tahapan perhitungan nilai λ maksimum dapat ditunjukkan dengan persamaan 6.

$$\lambda \text{ maksimum} = (X_1 \times \sum Wj_1) + (X_2 \times \sum Wj_2) + (X_3 \times \sum Wj_3) \dots + (X_n \times \sum Wj_n) \tag{6}$$

dimana =
 $X_{1\dots n}$ = nilai vektor prioritas ke-1 – n
 $\sum Wj_{1\dots n}$ = jumlah total baris ke-1 – n

Tahapan selanjutnya dilakukan pengujian indeks konsistensi (*Consistency Index*). Perhitungan indeks konsistensi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 7.

$$CI = \frac{(\lambda_{maksimum} - n)}{(n - 1)} \tag{7}$$

dimana =
 CI = nilai indeks konsistensi
 n = jumlah matriks yang dibandingkan
 Hasil dari pengujian indeks konsistensi digunakan untuk melakukan pengujian rasio konsistensi (*Consistency Ratio*).

Pengujian rasio konsistensi dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 8.

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{8}$$

dimana =
 CR = nilai rasio konsistensi
 CI = indeks konsistensi
 RI = indeks rasio

Nilai indeks rasio ditentukan berdasarkan nilai matriks yang dibandingkan. Nilai indeks rasio dapat ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Nilai Rasio Indeks

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

Hasil dari rasio konsistensi ini merupakan pengujian dimana jika nilai CR < 0,1 maka pembobotan Model AHP dapat diterima. Hasil dari perhitungan rasio konsistensi (CR) jika menunjukkan nilai <0,1 maka nilai dapat diterima sedangkan jika nilai >0,1 maka nilai perlu dikalibarsi ulang dengan cara melakukan penilaian ulang oleh para ahli. Berdasarkan nilai dari CR yang konsisten dapat dilakukan perhitungan Sintesis AHP dengan menggunakan persamaan 9.

$$\text{Prioritas} = X1 \times a + X2 \times b + X3 \times c \dots + Xn \times n \tag{9}$$

dimana =
 $X1-Xn$ = Vektor Prioritas Alternatif ke-1 – n
 $a - n$ = Vektor Prioritas Parameter a-n

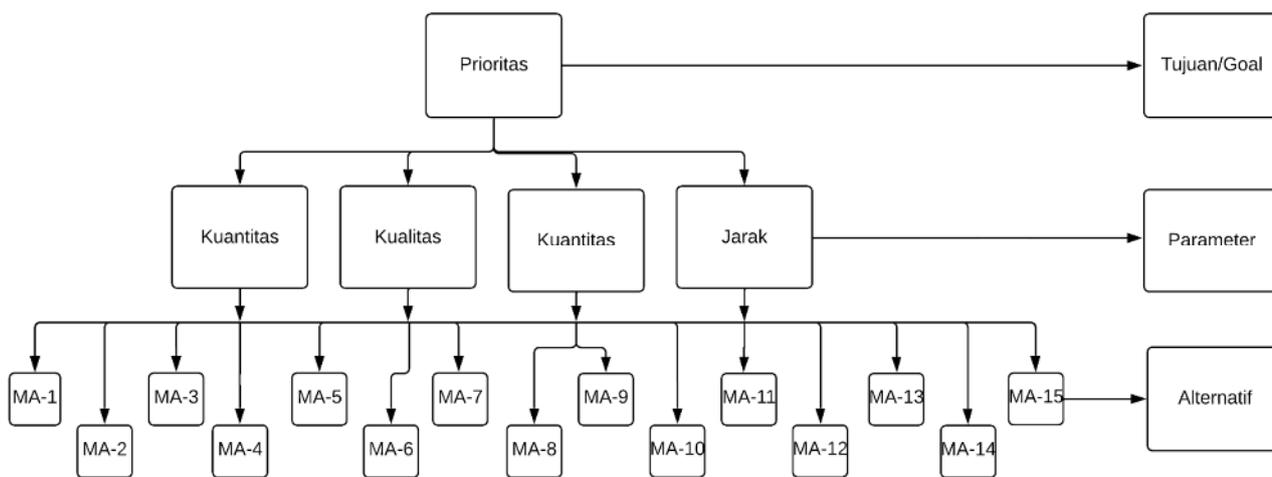
Berdasarkan hasil dari pengujian Model AHP diperoleh nilai skala prioritas. Nilai prioritas ini dipilih berdasarkan nilai terbesar dari pemodelan menggunakan Model AHP. Hasil dari nilai prioritas ini digunakan sebagai strategi untuk

memilih lokasi mata air yang layak dikembangkan terlebih dahulu dalam pemanfaatannya sebagai sumber air irigasi. Strategi pemilihan lokasi mata air digunakan dalam upaya pemrioritasan pemilihan mata air dalam pembangunan infrastruktur irigasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengidentifikasi mata air dilakukan berdasarkan skema struktur hirarki dari AHP. Mata air diidentifikasi berdasarkan aspek parameter yang meliputi kuantitas, kualitas, kontinuitas dan jarak layanan. Detail dari model hirarki AHP dapat ditunjukkan pada **Gambar 3**. Tahapan perhitungan nilai dari parameter kuantitas dilakukan dengan mengukur

debit secara volumetrik, dimana debit diukur dengan cara menampung debit dari pengeluaran mata air dan menghitung berapa volume yang terisi persatuan detik. Pengukuran secara volumetrik dilakukan dengan cara menggunakan persamaan 1 di setiap lokasi mata air yang diteliti. Perhitungan debit dilakukan dengan 3 kali perhitungan dan dilakukan perhitungan rata-rata debit untuk mendapatkan hasil akhir. Perhitungan 3 kali dilakukan untuk mengurangi ketidakkonsistenan pengukuran. Hasil dari perhitungan debit diperoleh nilai seperti yang tercantum dalam **Tabel 4**.



Gambar 3. Struktur Hirarki AHP

Tabel 4. Perhitungan Nilai Debit Mata Air

No	Mata Air	Kode	Debit liter /detik
1	Kasinan	MA-1	0,263
2	Torong	MA-2	0,905
3	Dolo	MA-3	0,909
4	Genengan	MA-4	0,561
5	Tenggulun	MA-5	0,407
6	Kali Cidek	MA-6	0,55
7	Jeding	MA-7	1,024
8	Belik Umbul	MA-8	0,581
9	Pandhe	MA-9	0,802
10	Watugudik	MA-10	0,034
11	Jeding	MA-11	0,638
12	Rejoso	MA-12	1,367
13	Dadapan	MA-13	0,1

14	Kijan	MA-14	1,173
15	Rembyung	MA-15	1,684

Terdapat perbedaan dalam nilai debit dari 15 mata air yang diteliti, hal ini disebabkan oleh faktor batuan penyusun akibat proses vulkanik dari pegunungan yang berada di Malang – Batu dimana terdapat Gunung Kawi, Gunung Panderman, Gunung Arjuno, dan Gunung Anjasmoro sehingga menyebabkan terjadinya perbedaan pada akuifer-akuifernya.

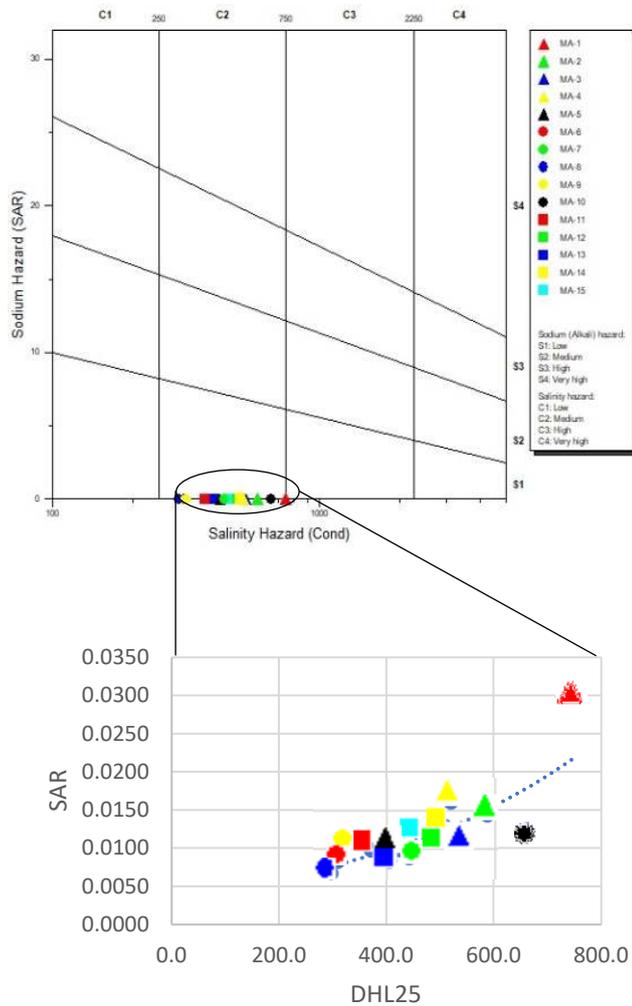
Identifikasi selanjutnya adalah penilaian kualitas air. Nilai kualitas air dinilai berdasarkan nilai daya hantar listrik (DHL) dan rasio serapan natrium (SAR). Hasil dari penilaian kualitas dapat ditunjukkan dalam Grafik Wilcox dalam **Gambar 4**.

Berdasarkan Grafik Wilcox nilai dari kualitas air dapat ditinjau melalui nilai rasio serapan natrium (SAR) yang merupakan nilai potensi bahaya alkalinitas dan nilai daya hantar listrik (DHL) yang merupakan potensi bahaya salinitas. Potensi bahaya alkalinitas ini mengakibatkan

terjadinya potensi tanah tidak mampu menyerap air, sedangkan potensi bahaya salinitas merupakan potensi dari air yang tidak dapat diserap oleh tanaman dikarenakan tingginya nilai kandungan ion terlarut dalam air.

air dimana mata air yang berada daerah yang lebih tinggi dapat menyebabkan tingginya kandungan ion terlarutnya.

Hasil dari pemodelan Grafik Wilcox dapat direkapitulasi ke dalam tabel nilai kualitas air sesuai urutan mata air dengan nilai SAR dan DHL terlampir pada **Tabel 5**.



Gambar 4. Grafik Wilcox

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kualitas air dapat diberikan penjelasan bahwa seluruh mata air berada dalam kelas kualitas C2-S1 dimana mata air tergolong dalam kategori layak atau dapat digunakan. Hal ini dikarenakan mata air memiliki kondisi salinitas sedang (C2), dimana kondisi ini masih memungkinkan air untuk diserap tanaman dan memiliki kondisi alkalinitas rendah (S1) sehingga proses penyerapan air ke dalam tanah tidak terganggu. Perbedaan nilai dari kualitas air juga dipengaruhi oleh kation yang mengakibatkan berubahnya nilai pengeluaran dari natrium (Na^+) dan penyerapan magnesium (Mg^{2+}). Nilai daya hantar listrik (DHL₂₅) yang berbeda juga dapat disebabkan oleh letak mata

Tabel 5. Nilai Kualitas Air Mata Air

Kode	DHL25	SAR	Klasifikasi Kelas
MA-1	748,3	0,0294	C2-S1
MA-2	658,9	0,0124	C2-S1
MA-3	371,9	0,0099	C2-S1
MA-4	476,1	0,0118	C2-S1
MA-5	405,5	0,0085	C2-S1
MA-6	505,4	0,0130	C2-S1
MA-7	453,6	0,0123	C2-S1
MA-8	585,6	0,0144	C2-S1
MA-9	529,4	0,0114	C2-S1
MA-10	518,5	0,0161	C2-S1
MA-11	423,7	0,0099	C2-S1
MA-12	309,7	0,0084	C2-S1
MA-13	441,5	0,0089	C2-S1
MA-14	297,2	0,0068	C2-S1
MA-15	316,4	0,0103	C2-S1

Nilai dari kualitas air akan mempengaruhi kondisi tanaman yang ditanam di sekitar lokasi mata air. Kualitas air dari mata air dapat mempengaruhi kondisi pertumbuhan tanaman yang ditanam dan tanah di lahan pertanian.

Pengidentifikasi selanjutnya adalah nilai kontinuitas aliran yang dinilai berdasarkan ketersediaan aliran air dari mata air. Kondisi aliran air ini diperoleh dari wawancara terhadap warga di sekitar lokasi mata air dengan jumlah narasumber 3 orang. Lokasi dari ke-15 mata air ini memiliki kondisi aliran air yang mengalir sepanjang tahun dan tidak memiliki pengurangan debit sepanjang musimnya. Mata air yang mengalir sepanjang musim tanpa mengalami penurunan debit dapat dikategorikan ke dalam mata air menahun. Mata air yang ketersediaan aliran airnya masuk ke dalam kategori menahun akan sangat berpengaruh dalam pemanfaatannya sebagai sumber air irigasi. Detail data kontinuitas aliran air dari mata air dapat ditunjukkan dalam **Tabel 6**.

Pengidentifikasi selanjutnya adalah mengidentifikasi jarak layanan mata air. Jarak layanan mata air ini meninjau aspek berapa jarak terdekat dari mata air ke daerah layanan atau petak sawah yang diairi. Data jarak layanan ini diperoleh dari pengukuran secara langsung di lapangan serta berdasarkan kondisi dengan menggunakan *Google Earth*.

Pengukuran di lapangan dilakukan dari titik awal keluarnya aliran air dari mata air hingga titik terdekat dari daerah yang terairi, sedangkan untuk pengukuran melalui *Google Earth* digunakan untuk memvalidasi pengukuran di lapangan. Detail data jarak layanan dapat ditunjukkan dalam **Tabel 7**.

Tabel 6. Kontinuitas Aliran Air Mata Air

Nama Mata Air	Kode	Ketersediaan Air
Kasinan	MA - 1	Sepanjang Musim
Torong	MA - 2	Sepanjang Musim
Dolo	MA - 3	Sepanjang Musim
Genengan	MA - 4	Sepanjang Musim
Tenggulun	MA - 5	Sepanjang Musim
Kali Cidek	MA - 6	Sepanjang Musim
Jeding	MA - 7	Sepanjang Musim
Belik Umbul	MA - 8	Sepanjang Musim
Pandhe	MA - 9	Sepanjang Musim
Watugudik	MA - 10	Sepanjang Musim
Jeding	MA - 11	Sepanjang Musim
Rejoso	MA - 12	Sepanjang Musim
Dadapan	MA - 13	Sepanjang Musim
Kijan	MA - 14	Sepanjang Musim
Rembyung	MA - 15	Sepanjang Musim

Tabel 7. Jarak Layanan Mata Air

Nama Mata Air	Kode	Jarak Layanan (meter)
Kasinan	MA - 1	384
Torong	MA - 2	187
Dolo	MA - 3	50
Genengan	MA - 4	824
Tenggulun	MA - 5	480
Kali Cidek	MA - 6	83
Jeding	MA - 7	31
Belik Umbul	MA - 8	83
Pandhe	MA - 9	76
Watugudik	MA - 10	32
Jeding	MA - 11	254
Rejoso	MA - 12	460
Dadapan	MA - 13	75
Kijan	MA - 14	311
Rembyung	MA - 15	41

Berdasarkan data jarak layanan dari ke-15 lokasi mata air jarak terjauh dimiliki MA-4. Perbedaan jarak terjadi diakibatkan oleh pemanfaatan lahan dan mata air oleh petani di sekitar lokasi mata air. Jarak dari setiap lokasi mata air ke daerah layanan atau petak sawah yang beragam akan mengakibatkan perbedaan nilai dalam pembobotan matriks.

Proses tahap selanjutnya setelah melakukan pengidentifikasian dari seluruh parameter adalah melakukan pemodelan dengan menggunakan Metode AHP. Tahap pertama adalah melakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan berdasarkan nilai perhitungan dari rerata geometrik dari setiap parameter. Hasil matriks perbandingan nilai rata-rata geometrik adalah jumlah nilai dari tiap kolom. Perhitungan matriks perbandingan berpasangan atau *matrix pairwise comparison* dapat ditunjukkan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Matriks Perbandingan Berpasangan Parameter

Parameter	Kuantitas	Kualitas	Kontinuitas	Jarak
Kuantitas	1	2,352	3	2,449
Kualitas	0,425	1	2,083	2,083
Kontinuitas	0,333	0,480	1	0,461
Jarak	0,408	0,480	2,169	1
Jumlah	2,167	4,312	8,252	5,993

Nilai-nilai dari jumlah setiap parameter digunakan untuk menghitung nilai vektor prioritas atau *eigen value*. Perhitungan nilai matriks perbandingan berpasangan digunakan untuk menentukan nilai dari vektor prioritas dari setiap parameter. Nilai vektor prioritas ini digunakan untuk mendapatkan nilai λ maksimum. Perhitungan nilai vektor prioritas dapat ditunjukkan dalam persamaan 5. Hasil dari vektor prioritas dari setiap parameter yang meliputi parameter kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan jarak layanan dapat ditunjukkan dalam **Tabel 9**. Hasil dari vektor prioritas kemudian digunakan untuk menghitung nilai dari λ maksimum dan diperoleh nilai λ maksimum sebesar 4,121. Nilai dari λ maksimum digunakan untuk menghitung nilai dari konsistensi. Nilai dari λ maksimum yang semakin besar dapat menyebabkan nilai akhir menjadi tidak konsisten.

Perhitungan nilai konsistensi dilakukan dengan tahapan awal menghitung nilai indeks konsistensi (*CI*) [10]. Nilai *CI* diperoleh dengan menggunakan persamaan 7. Nilai *CI* diperoleh sebesar 0,040. Hasil dari perhitungan *CI* digunakan untuk menghitung nilai rasio konsistensi (*CR*). Perhitungan rasio konsistensi bertujuan untuk mengetahui nilai dari pembobotan dan perhitungan matriks perbandingan berpasangan konsisten atau tidak. Nilai *CR* dihitung dengan menggunakan persamaan 8. Nilai *CR* diperoleh 0,045 yang berarti nilai *CR* = 0,045 < 0,1, sehingga nilai konsisten.

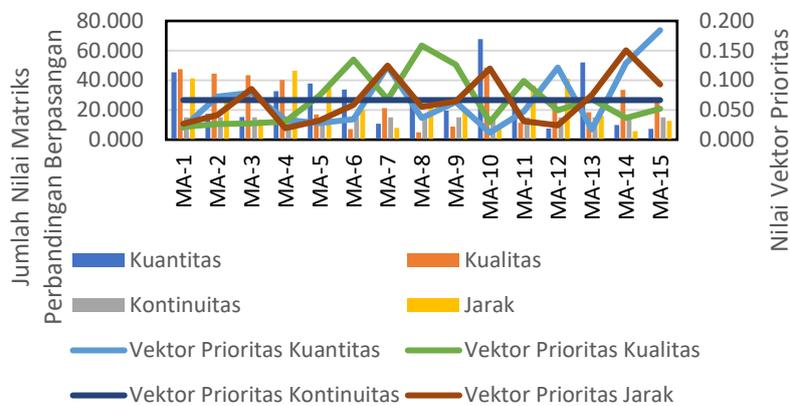
Tahapan selanjutnya adalah perhitungan nilai alternatif berdasarkan parameter-parameter menggunakan matriks perbandingan berpasangan. Perhitungan matriks perbandingan berpasangan dilakukan berdasarkan penilaian dari para ahli (*expert*) untuk mendapatkan nilai vektor prioritas. Vektor prioritas alternatif digunakan untuk melakukan perhitungan

nilai akhir atau Sintesis Model AHP. Hasil dari perhitungan dari parameter terhadap alternatif ditunjukkan dalam **Gambar 5**. Berdasarkan **Gambar 5** dapat diberikan penjelasan bahwa nilai-nilai dari vektor prioritas alternatif berbanding terbalik dengan nilai jumlah dari alternatif. Nilai-nilai dari vektor prioritas parameter dan vektor prioritas

alternatif digunakan untuk menghitung nilai akhir dari Model AHP. Perhitungan akhir dari Model AHP dilakukan dengan mensintesis seluruh vektor prioritas alternatif dengan vektor prioritas parameter. Perhitungan Sintesis AHP dilakukan dengan menggunakan persamaan 9. Hasil dari Sintesis Model AHP dapat ditunjukkan pada **Tabel 10**.

Tabel 9. Nilai Vektor Prioritas Setiap Parameter

Parameter	Kuantitas	Kualitas	Kontinuitas	Jarak	Vektor Prioritas
Kuantitas	1	2,352	3	2,449	0,445
Kualitas	0,425	1	2,259	2,083	0,257
Kontinuitas	0,333	0,480	1	0,461	0,116
Jarak	0,408	0,480	2,169	1	0,182
Jumlah	2,167	4,312	8,252	5,993	1



Gambar 5. Nilai Jumlah Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif dan Vektor Prioritas Alternatif

Tabel 10. Hasil Sintesis Model AHP

Kode	Nama Mata Air	Wilayah	Nilai Akhir
MA-15	Mata Air Rembyung	Sawahan	0,119
MA-7	Mata Air Jeding	Songgokerto	0,102
MA-14	Mata Air Kijan	Ngujung	0,101
MA-9	Mata Air Pandhe	Temas	0,081
MA-12	Mata Air Rejoso	Rejoso	0,078
MA-8	Mata Air Belik Umbul	Kaliputih	0,076
MA-6	Mata Air Kali Cidek	Songgoriti	0,069
MA-3	Mata Air Dolo	Tinjumulyo	0,065
MA-11	Mata Air Jeding	Jeding	0,060
MA-2	Mata Air Torong	Sisir	0,054
MA-13	Mata Air Dadapan	Pandan	0,047
MA-5	Mata Air Tenggulun	Besul	0,045
MA-10	Mata Air Watugudik	Tamboh	0,042
MA-4	Mata Air Genengan	Glonggong	0,034
MA-1	Mata Air Kasinan	Srebet	0,027

Berdasarkan **Tabel 10**, dapat diberikan penjelasan bahwa hasil sintesis dari Model AHP memiliki nilai akhir tertinggi di MA-15 (Mata Air Rembyung dengan nilai sebesar 0,119. Nilai terendah berada di MA-1 (Mata Air Kasinan). Perbedaan setiap nilai dari alternatif atau mata air diakibatkan oleh perbedaan penilaian sehingga menghasilkan bobot yang berbeda-beda. Nilai parameter kuantitas menjadi parameter dengan bobot tertinggi sehingga parameter kuantitas menjadi faktor utama dalam pengembangan mata air untuk pembangunan infrastruktur irigasi. Hal tersebut berlaku terhadap MA-15 dimana nilai debit dari MA-15 sebesar 1,648 liter/detik berbanding jauh dengan nilai debit MA-1, sehingga MA-15 layak menjadi mata air dengan ranking prioritas tertinggi untuk dikembangkan terlebih dahulu.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil inventarisasi dapat diketahui bahwa potensi ke-15 mata air memiliki debit yang berada di rentang nilai 0,034 liter/detik – 1,684 liter/detik dengan kualitas air berada di kelas 2 (C2-S1) yang berarti layak digunakan sebagai sumber air irigasi. Kontinuitas yang mengalir sepanjang musim dengan jarak layanan mata air berada di rentang 31 meter – 824 meter.

Nilai-nilai vektor prioritas parameter dari setiap parameter yang meliputi parameter kuantitas sebesar 0,445, parameter kualitas sebesar 0,257, parameter kontinuitas sebesar 0,0116, dan parameter jarak layanan sebesar 0,0182.

Nilai-nilai pemodelan dari parameter dapat diterima. Nilai rasio konsistensi $0,045 < 0,1$ yang berarti $CR < 0,1$ sehingga nilai dianggap konsisten.

Hasil pemodelan Metode AHP mendapatkan hasil skala prioritas pengembangan mata air yang layak dikembangkan terlebih dahulu adalah MA-15 (Mata Air Rembyung) dengan nilai 0,119. Nilai mata air paling terakhir untuk dikembangkan adalah MA-1 (Mata Air Kasinan) dengan nilai akhir 0,027.

Daftar Pustaka

- [1] Santosa, L.W and Narulita, R.L. "Study of Hydrogeomorphological Springs in Tlegung Watershed, Kulonprogo Regency". *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2020.
- [2] Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, *Modul Pengelolaan SDA Terpadu*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat: Bandung. 2017.
- [3] Thungngern, J., Wijitkosum, Saowanee., Sriburi, Thavivongse., and Sukhsri, Chaiyuth. "A Review of The Analytical Hierarchy Process (AHP): An Approach to Water Resources Management in Thailand". *Applied Environmental Research*. 2015.
- [4] Pagano, A., Giordano, R., and Vurro, M. "A Decision Support System Based on AHP for Ranking Strategies to Manage Emergencies on Drinking Water Supply Systems". *Water Research Institute, National Research Council (IRSA-CNR)*. Bari, Italy. 2021.
- [5] Zaree, M., Javadi, S., and Neshat, A. "Potential Detection of Water Resources in Karst Formations using APLIS Model and Modification with AHP and TOPSIS". *Journal Earth System Science*. 2019.
- [6] Sener, E., Sener, S., and Varol, S. "Evaluation of Irrigation Water Quality using GIS-Based Analytic Hierarchy Process (AHP) in Kizilirmak Delta (Turkey)". *Saudi Society for Geoscience*. 2022.
- [7] Patidar, N., Mohseni, U., Pathan, Askhan I., and Agnihotri, P.G. "Groundwater Potential Zone Mapping Using an Integrated Approach of GIS-Based AHP-TOPSIS in Ujjain District, Madhya Pradesh, India". *Water Conservation Science and Engineering*. 2022.
- [8] Shin, E.C., Kim, D.H., Lee, J.K., and Kang, J.K.. "Assessment of The Engineering Conditions of Small Dams using The Analytical Hierarchy Process". *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction of Civil Engineering*. 2020.
- [9] Wilcox, L.v, *Classification and Use of Irrigation Waters*. Washington D.C: United States Departement Of Agriculture.: 1955.
- [10] Saaty, T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, Inc. United States of America: 1980.