

**PEMBUATAN PETA POTENSI LAHAN MENGGUNAKAN METODE
FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS
(STUDI KASUS : KECAMATAN TUGU DAN KECAMATAN NGALIYAN
KOTA SEMARANG)**

Ary Nurhidayati Sugianto*) Andri Suprayogi, Moehammad Awwaluddin

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email: aryns.student@undip.ac.id*)

ABSTRAK

Kota Semarang merupakan kota metropolitan terbesar ke-5 se-Indonesia. Perkembangan wilayah yang semakin pesat, menyebabkan terjadinya alih fungsi lahan. Alih fungsi lahan menyebabkan pembangunan yang tidak sesuai peruntukan lahannya dan menimbulkan kerawanan terhadap bencana. Pembangunan harus mengacu kepada Perda RTRW agar lebih fokus dan terarah. Selain itu, pembangunan juga harus memperhatikan kondisi fisik lahan. Pembuatan peta potensi lahan perlu dilakukan, agar dapat digunakan sebagai acuan pembangunan dimasa yang akan datang. Penelitian ini menggunakan metode penilaian, pembobotan, dan tumpang tindih (*overlay*). Pembobotan pada setiap parameter menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* dan pengolahan di ArcGIS menggunakan metode *Weighted Overlay*. Evaluasi kesesuaian potensi lahan dengan RTRW dan lahan *existing* menggunakan metode *intersect*. Hasil persentase untuk potensi ketiga peruntukan (permukiman, pertanian, dan industri) adalah 89,54% dan mendominasi wilayah penelitian. Hasil perbandingan evaluasi antara lahan *existing* dan rencana 2011-2031 pada permukiman adalah luas kelas Sangat Sesuai (S1) meningkat cukup banyak, yaitu 262,734 Ha pada permukiman *existing* menjadi 279,664 Ha pada permukiman rencana. Pada pertanian adalah luas kelas Sesuai (S2) menurun sangat drastis, yaitu 2185,672 Ha pada pertanian *existing* menjadi 575,859 Ha pada pertanian rencana. Pada industri adalah luas kelas Sangat Sesuai (S1) menurun cukup drastis, yaitu 205,794 Ha pada industri *existing* menjadi 159,15 Ha pada industri rencana.

Kata Kunci : *Fuzzy AHP, Kondisi Fisik Lahan, Potensi Lahan, Weighted Overlay.*

ABSTRACT

Semarang is the 5th largest metropolis of Indonesia. The rapid development of the region, causing land-function over. Rather than land function causes development that is not suitable for the grounds and raises the insecurity of disasters. Development should refer to Perda RTRW to be more focused and directed. In addition, development should also pay attention to the physical condition of land. The creation of potential land map needs to be done, so it can be used as a reference for future development. The research uses a method of scoring, weighted, and overlay. The Weighted parameters of each parameter are using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process method and the processing in ArcGIS using an overlay method. Evaluate potential land suitability with RTRW and existing land using the Intersect method. The percentage result for the third potential allocation (settlements, farms, and industries) is 89,54% and dominates the research area. The results of the comparison of the evaluation between the existing land and 2011-2031 plan in the settlement is the size of the class very suitable (S1) increased quite a lot, namely 262,734 Ha in the existing settlement to 279,664 Ha on the settlement of the plan. On the farm is an area of appropriate class (S2) decreased very drastically, namely 2185,672 Ha on existing farms to 575,859 Ha on agricultural plans. In the industry is an area of very suitable class (S1) decreased quite drastically, namely 205,794 Ha in the existing industry to 159,15 Ha on the plan industry.

Keywords: *Fuzzy AHP, land physical condition, potential land, Weighted Overlay.*

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi dan pertumbuhan penduduk, kebutuhan tanah akan terus meningkat dan menyebabkan alih fungsi lahan. Terjadinya alih fungsi lahan yang secara terus menerus dapat menimbulkan penggunaan ruang menjadi tidak sesuai dengan peruntukannya.

Dalam melakukan suatu pembangunan, tentunya harus mengacu kepada RTRW. Analisis kesesuaian potensi lahan terhadap RTRW dilakukan untuk mengetahui efektifitas pemanfaatan ruang atau implementasi RTRW yang telah dilaksanakan oleh masyarakat dan pemerintah. Semakin besar penggunaan lahan yang Sesuai dengan RTRW maka semakin baik pula pelaksanaan RTRW dalam Wilayah kabupaten / kota.

Suatu proses pengembangan wilayah, faktor yang sangat menentukan sebelum suatu kebijakan diambil adalah analisis berbagai faktor fisik dasar lahan (Riyanto, 2003). Pembangunan harus mengacu kepada kondisi fisik lahan, Agar dapat ditingkatkan pemanfaatan lahannya dan untuk kesejahteraan rakyat dan pengembangan daerah. Keterbatasan ini dapat dilihat dari kemampuan lahan antara lain kemiringan lahan, tekstur tanah, drainase, kedalaman efektif, erosi, fisiografi, geologi, dan jenis tanah.

Daerah yang dipilih pada penelitian ini adalah Kecamatan Ngaliyan dan Kecamatan Tugu. Kedua kecamatan tersebut termasuk kedalam kelas sangat rendah sampai tinggi untuk daerah rawan bencana gerakan tanah. Padahal, berbagai kegiatan seperti pertanian, perindustrian, dan permukiman juga banyak berada pada daerah penelitian.

Evaluasi kesesuaian potensi lahan dalam penelitian ini menggunakan metode *weighted overlay*. *Weighted overlay* mengkombinasikan berbagai macam input dalam bentuk peta grid dengan pembobotan (*weighted factor*) dari *fuzzy AHP*. *Fuzzy AHP* merupakan pengembangan dari AHP yang dinilai lebih baik dalam memberikan keputusan untuk memecahkan suatu masalah dirancang untuk menutupi kelemahan AHP, yaitu pada permasalahan jika terdapat kriteria bersifat subjektif lebih banyak (Rahardjo dkk, 2002).

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana potensi lahan untuk permukiman, industri, dan pertanian di Kecamatan Tugu, Kecamatan Ngaliyan?
2. Bagaimana perbandingan evaluasi kesesuaian potensi lahan *existing* dengan rencana untuk

masing-masing kawasan permukiman, pertanian, dan industri?

I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah: mengevaluasi kesesuaian lahan permukiman, pertanian, dan industri di Kecamatan Tugu dan Kecamatan Ngaliyan menggunakan metode sistem informasi geografis. Penelitian akan mendapatkan kesimpulan apakah lahan *existing* maupun rencana lahan (permukiman, pertanian, dan industri) telah sesuai peruntukannya atau tidak. Kesimpulan tersebut bisa menjadi alternatif arahan pengembangan wilayah permukiman, pertanian, dan industri di masa yang akan datang.

I.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah

1. Wilayah penelitian ini berada di Kecamatan Ngaliyan dan Kecamatan Tugu.
2. Kawasan peruntukan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kawasan permukiman, pertanian, dan industri.
3. Metode yang digunakan untuk pembobotan adalah *fuzzy AHP* serta metode dalam pengolahan arcgis adalah *weighted overlay*.
4. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kemiringan Lereng, Curah Hujan, Jenis Tanah, Hidrologi, Bencana Gerakan Tanah, dan Jaringan Jalan.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Lahan

Hubungan timbal balik antar manusia dengan lahan merupakan usaha manusia untuk memanfaatkan lahan tersebut dalam menopang kehidupan manusia itu sendiri (Bintarto, 1977). Dengan demikian setiap makhluk hidup pasti membutuhkan lahan untuk tumbuh dan berkembang, serta berbagai aktivitas manusia di bumi ini tidak lepas dari fungsi lahan yang berbeda.

II.2 Parameter Kriteria

II.2.1 Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng merupakan sudut yang dibentuk oleh perbedaan tinggi permukaan lahan (relief), yaitu antara bidang datar tanah dengan bidang horizontal. Klasifikasi kemiringan lereng dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kemiringan Lereng

Keterangan	Kelerengan(%)	Skor
Datar	0 – 2	5
Landai	2 – 15	4
Miring	15 – 25	3
Terjal	25 – 40	2
Sangat Terjal	>40	1

Sumber: (Sutikno, 1991) dengan modifikasi

II.2.2 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) diatas permukaan horizontal. Klasifikasi curah hujan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Curah Hujan

Curah Hujan (mm/tahun)	Skor
<1500	5
1501 – 2000	4
2001 – 2500	3
2501 – 3000	2
>3000	1

Sumber: (Puslit Tanah, 2004) dengan modifikasi

II.2.3 Jenis Tanah

Jenis tanah mempengaruhi tingkat kesuburan suatu wilayah. Tanah yang subur dan tidak peka terhadap erosi cocok untuk dijadikan kawasan pertanian dan lahan terbangun seperti permukiman dan industri. Klasifikasi jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Jenis Tanah

Jenis Tanah	Skor
Aluvial, Tanah Glei, Planosol, Hidromorf Kelabu, Laterit Air Tanah	5
Latosol	4
Brown Forest Soil, Non Calsic Brown, Mediteran	3
Andosol, Laterit, Grumosol, Pedsol, Pedsolit	2
Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	1

Sumber: (Sutikno, 1991) dengan modifikasi

II.2.4 Hidrologi

Hidrologi digambarkan dalam jenis akuifer. Secara umum, dalam ilmu hidrologi, akuifer merupakan suatu batuan / formasi yang mempunyai kemampuan menyimpan dan mengalirkan air tanah dengan jumlah yang berarti (signifikan). Klasifikasi hidrologi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hidrologi

Hidrologi	Skor
Akuifer Produktif Tinggi	5
Akuifer Produktif Sedang Luas	4
Akuifer Produktif Sedang Setempat	3
Akuifer Produktif kecil	2
Air Tanah Langka, Tambak Payau	1

Sumber: (Sutikno, 1991) dengan modifikasi

II.2.5 Jaringan Jalan

Aksesibilitas menjadi salah satu faktor penting dalam pemilihan lokasi misalnya tempat tinggal maupun industri. Suatu daerah dikatakan mempunyai

aksesibilitas yang baik jika dekat dengan jalan utama. Klasifikasi jaringan jalan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Jaringan Jalan

Jaringan Jalan (m)	Skor
0 – 500	5
501- 1000	4
1001 – 1500	3
1501 – 2000	2
>2000	1

Sumber: (Kencana, 2014) dengan modifikasi

II.2.6 Gerakan Tanah

Gerakan tanah dapat mengancam keselamatan penduduk disekitarnya. Tanah longsor yang dapat menimpa rumah warga, jalanan menjadi rusak, serta bangunan yang juga dapat mengalami kerusakan akibat gerakan tanah. Klasifikasi gerakan tanah dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Gerakan Tanah

Keterangan	Gerakan Tanah	Skor
Sangat Jarang Terjadi	Sangat Rendah	5
Jarang Terjadi	Rendah	4
Dapat Terjadi	Menengah	2
Sering Terjadi	Tinggi	1

Sumber: (Sutikno, 1991) dengan modifikasi

II.3 Kawasan Permukiman, Pertanian, dan Industri

Menurut Permen PU No.41 Tahun 2007, Kawasan Peruntukan Permukiman, Pertanian, dan Industri mempunyai beberapa fungsi utama, antara lain:

- a. Kawasan Peruntukan Permmukiman

Sebagai lingkungan tempat tinggal dan tempat kegiatan yang mendukung penghidupan masyarakat, sebagai kumpulan tempat hunian dan tempat berteduh serta sarana bagi pembinaan keluarga.
- b. Kawasan Peruntukan Pertanian

Menghasilkan bahan pangan, palawija, tanaman keras, hasil peternakan dan perikanan, Sebagai daerah resapan air hujan untuk kawasan sekitarnya.
- c. Kawasan Peruntukan Industri

Memfasilitasi kegiatan industri, mendukung penyediaan lapangan kerja, meningkatkan nilai tambah komoditas, mempermudah koordinasi pengendalian dampak lingkungan.

II.4 RTRW

Perencanaan tata ruang mencakup perencanaan pola pemanfaatan ruang yang meliputi tata guna lahan, air dan udara serta tata guna sumberdaya alam yang menurut Undang-Undang pokok Agraria No. 5 Tahun 1960, negara mengatur penggunaan tanah agar dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat.

II.5 Evaluasi Kesesuaian Lahan

Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan lahan tertentu. Kesesuaian lahan dapat dilakukan penilaian untuk kondisi saat ini (kesesuaian lahan aktual) atau setelah diadakan perbaikan (kesesuaian lahan potensial) (Sitorus, 1985). Kesesuaian lahan melalui penentuan nilai (kelas) lahan serta pola tata guna lahan yang dihubungkan dengan potensi wilayahnya, sehingga dapat diusahakan penggunaan lahan yang lebih terarah berikut usaha pemeliharaan kelestariannya.

II.6 Fuzzy AHP

Metode *Fuzzy AHP* merupakan metode analisis yang dikembangkan dari AHP. Walaupun AHP biasa digunakan dalam menangani kriteria kualitatif dan kuantitatif, namun *fuzzy AHP* dianggap lebih baik dalam mendeskripsikan keputusan yang samar-samar daripada AHP (Buckley, 1985).

Gambar 1 Skala *Triangular Fuzzy Number*

AHP	Himpunan Linguistik	TFN	Kebalikan
1	Perbandingan elemen yang sama (<i>Just Equal</i>)	(1,1,1)	(1,1,1)
2	Pertengahan (<i>Intermediate</i>)	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)
3	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya (<i>Moderately Important</i>)	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
4	Pertengahan (<i>Intermediate</i>) elemen satu lebih cukup penting dari yang lainnya	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
5	Elemen satu kuat pentingnya dari yang lain (<i>Strongly Important</i>)	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
6	Pertengahan (<i>Intermediate</i>)	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
7	Elemen satu lebih kuat pentingnya dari yang lain (<i>Very Strong</i>)	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
8	Pertengahan (<i>Intermediate</i>)	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
9	Elemen satu lebih mutlak pentingnya dari elemen yang lain (<i>Extremely Strong</i>)	(4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)

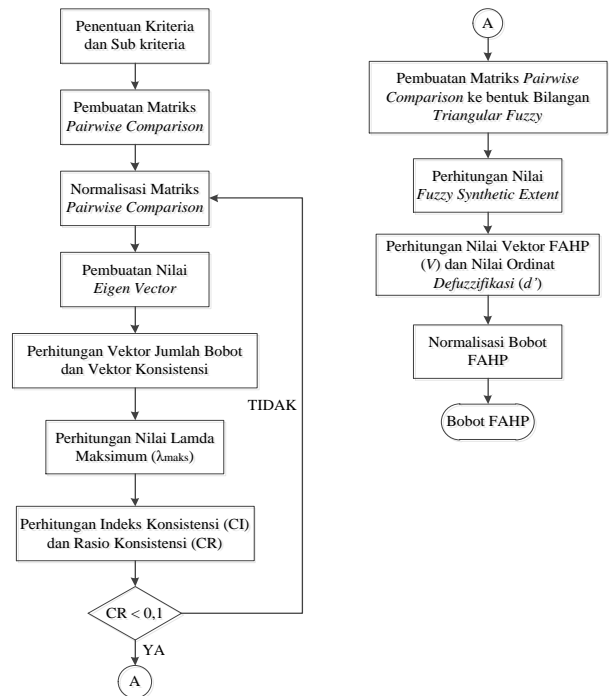
II.7 Weighted Overlay

Dalam penggunaannya, metode ini menggunakan data raster yang memiliki satuan terkecil berupa *pixel* sehingga skoring dan pembobotan setiap *pixel* akan memiliki nilainya masing-masing. *Weighted overlay* digunakan untuk memecahkan masalah multikriteria seperti pemilihan lokasi optimal atau pemodelan kesesuaian (Syofyan, dkk, 2010).

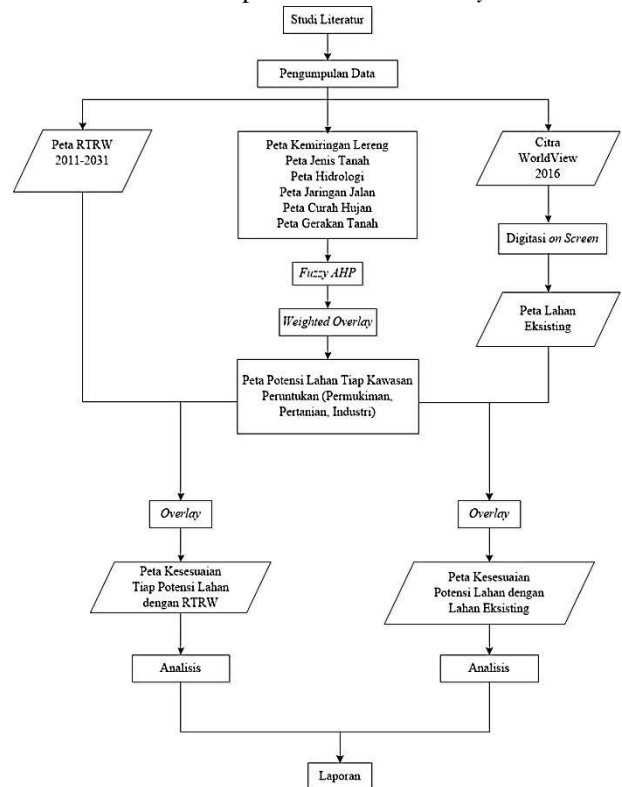
III. Data dan Metodologi

III.1 Diagram alir

Diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 2 Tahapan Pembobotan *Fuzzy AHP*



Gambar 3 Tahapan Penelitian

III.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Perangkat Keras yang digunakan:
 - a. Laptop Lenovo G40-70 RAM 6 GB
 - b. Printer
2. Perangkat Lunak yang digunakan :
 - a. ArcGIS 10.4.1

- b. Microsoft Word 2010
- c. Microsoft Excel 2010
- d. Microsoft Visio 2010
- e. Microsoft Powerpoint 2010
- f. Mobile Topographer

III.3 Bahan

Bahan penelitian berupa data-data yang digunakan dalam proses pengolahan data yaitu :

1. Peta RTRW Kota Semarang Tahun 2011-2031.
2. Peta Kemiringan Lereng Tahun 2011.
3. Peta Jenis Tanah Tahun 2011.
4. Peta Hidrologi Tahun 2011.
5. Peta Bencana Gerakan Tanah Tahun 2011.
6. Peta Jaringan Jalan Tahun 2011.
7. Citra WorldView Tahun 2016.
8. Data Curah Hujan Tahun 2017.

III.4 Tahap Persiapan

Tahapan persiapan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan:

1. Studi literatur
Dilakukan dengan mengumpulkan bahan pustaka terkait dengan penelitian sebelumnya.
2. Pengumpulan alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian.
3. Wawancara AHP dengan narasumber.
Wawancara AHP dengan narasumber di BAPPEDA Kota Semarang dan di Dinas Pertanian Kota Semarang.

III.5 Tahap Pemrosesan Data

Pemrosesan data penelitian ini adalah :

III.5.1 Pembuatan Peta Jaringan Jalan

Pembuatan peta jarak terhadap jaringan jalan utama dilakukan dengan fitur *multiple ring buffer* di ArcGIS. Parameter jalan utama yang digunakan adalah jalan arteri dan jalan kolektor.

III.5.2 Pembuatan Peta Curah Hujan

Pembuatan peta curah hujan dilakukan dengan metode *thiessen polygon* di ArGIS dari data curah hujan tahun 2017.

III.5.3 Pembobotan Fuzzy AHP

Tahapan Pembobotan menggunakan FAHP diantaranya sebagai contoh diambil tahapan untuk kawasan permukiman:

1. Pembuatan Matriks Perbandingan Berpasangan dari hasil wawancara berdasarkan skala AHP.

Tabel 7 Matriks *Pairwise* Permukiman

	K	CH	JT	JJ	H	GT
K	1	5	5	2	3	1/3
CH	1/5	1	1/3	1/5	1/2	1/5
JT	1/5	3	1	1/3	1/3	1/5
JJ	1/2	5	3	1	3	1/5
H	1/3	2	3	1/3	1	1/3
GT	3	5	5	5	3	1
Jumlah	5,233	21	17,333	8,867	10,833	2,267

2. Normalisasi matriks dilakukan dengan cara membagi setiap sel dengan jumlah pada kolomnya. Misal, untuk permukiman:

$$\text{Kolom K} = \frac{1}{5,233} = 0,191$$

$$\text{Kolom CH} = \frac{5}{21} = 0,238 \text{ ,dan begitu seterusnya.}$$

Tabel 8 Normalisasi Matriks *Pairwise* Permukiman

	K	CH	JT	JJ	H	GT
K	0,191	0,238	0,288	0,226	0,277	0,147
CH	0,038	0,048	0,019	0,023	0,046	0,088
JT	0,038	0,143	0,058	0,038	0,031	0,088
JJ	0,096	0,238	0,173	0,113	0,277	0,088
H	0,064	0,095	0,173	0,038	0,092	0,147
GT	0,573	0,238	0,288	0,564	0,277	0,441

3. Menghitung nilai rata-rata di setiap baris matriks ternormalisasi yang kemudian hasilnya dinyatakan sebagai vektor prioritas.

Tabel 9 Nilai Vektor Prioritas Permukiman

	K	CH	JT	JJ	H	GT	Vektor Prioritas
K	0,191	0,238	0,288	0,226	0,277	0,147	0,228
	$= \frac{(0,191+0,238+0,288+0,226+0,277+0,147)}{6} = 0,228$						
CH	0,038	0,048	0,019	0,023	0,046	0,088	0,044
	$= \frac{(0,038+0,048+0,019+0,023+0,046)}{6} = 0,044$						
JT	0,038	0,143	0,058	0,038	0,031	0,088	0,066
	$= \frac{(0,038+0,143+0,058+0,038+0,031+0,088)}{6} = 0,066$						
JJ	0,096	0,238	0,173	0,113	0,277	0,088	0,164
	$= \frac{(0,096+0,238+0,173+0,113+0,277+0,088)}{6} = 0,164$						
H	0,064	0,095	0,173	0,038	0,092	0,147	0,101
	$= \frac{(0,064+0,095+0,173+0,038+0,092+0,147)}{6} = 0,101$						
GT	0,573	0,238	0,288	0,564	0,277	0,441	0,397
	$= \frac{(0,573+0,238+0,288+0,564+0,277+0,44)}{6} = 0,397$						

4. Menghitung Estimasi Rasio Konsistensi.
 - a. Penentuan Vektor Jumlah Bobot dengan cara mengalikan matriks perbandingan berpasangan dengan vektor prioritas.

Tabel 10 Nilai Vektor Jumlah Bobot Permukiman

$$\text{VJB Permukiman} = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 5 & 2 & 3 & 1/3 \\ 1/5 & 1 & 1/3 & 1/5 & 1/2 & 1/5 \\ 1/5 & 3 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/5 \\ 1/2 & 5 & 3 & 1 & 3 & 1/5 \\ 1/3 & 2 & 3 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 3 & 5 & 5 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,228 \\ 0,044 \\ 0,066 \\ 0,164 \\ 0,101 \\ 0,397 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,541 \\ 0,274 \\ 0,411 \\ 1,078 \\ 0,650 \\ 2,754 \end{bmatrix}$$

b. Menghitung vektor konsistensi dengan cara membagi vektor jumlah bobot dengan vektor prioritas.

$$\text{VK Permukiman} = \begin{bmatrix} 1,541 & 0,274 & 0,411 & 1,078 & 0,650 & 2,754 \\ 0,228 & 0,044 & 0,066 & 0,164 & 0,101 & 0,397 \end{bmatrix}$$

$$\text{VK Permukiman} = [6,759 \quad 6,227 \quad 6,227 \quad 6,573 \quad 6,436 \quad 6,937]$$

c. Setelah itu, dilanjutkan dengan menghitung nilai rata-rata konsistensi (λ_{maks}) atau yang biasa disebut nilai *eigen* maksimal.

$$\lambda_{\text{maks Permukiman}} = \frac{6,759+6,227+6,227+6,573+6,436+6,937}{6} = \frac{39,159}{6} = 6,527$$

d. Menghitung *Consistency Index* (CI) dengan n bernilai 6 karena terdapat 6 kriteria.

$$\text{CI Permukiman} = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n-1} = \frac{6,527 - 6}{5} = 0,105$$

e. Menghitung *Consistency Ratio* (CR). RI=1,24 karena n=6

$$\text{CR Permukiman} = \frac{\text{CI}}{\text{RI}} = \frac{0,105}{1,24} = 0,0847$$

5. Konversi Skala AHP ke Bilangan *Triangular Fuzzy*. Jika rasio konsistensi telah memenuhi $\leq 10\%$ maka selanjutnya skala AHP dapat dikonversikan menjadi bilangan *triangular fuzzy*.

Tabel 11 Bilangan *Triangular Fuzzy* Permukiman

K			CH			JT			JJ			H			GT		
l_1	m_1	u_1	l_2	m_2	u_2	l_3	m_3	u_3	l_4	m_4	u_4	l_5	m_5	u_5	l_6	m_6	u_6
1	1	1	2	5/2	3	2	5/2	3	1/2	1	3/2	1	3/2	2	1/2	2/3	1
1/3	2/5	1/2	1	1	1	1/2	2/3	1	1/3	2/5	1/2	2/3	1	2	1/3	2/5	1/2
1/3	2/5	1/2	1	3/2	2	1	1	1	1/2	2/3	1	1/2	2/3	1	1/3	2/5	1/2
2/3	1	2	2	5/2	3	1	3/2	2	1	1	1	1	3/2	2	1/3	2/5	1/2
1/2	2/3	1	1/2	1	3/2	1	3/2	2	1/2	2/3	1	1	1	1	1/2	2/3	1
1	3/2	2	2	5/2	3	2	3/2	3	2	3/2	3	1	3/2	2	1	1	1

6. Menghitung nilai *fuzzy Synthetic Extent*

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \frac{1}{[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]} \quad (1)$$

Keterangan :

- S_i = Nilai sintesis *fuzzy*
- $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ = Menjumlahkan nilai sel pada kolom yang dimulai dari kolom 1 di setiap baris matriks

$\frac{1}{[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]}$ = Menjumlahkan nilai total keseluruhan bilangan *fuzzy* pada tiap kolom

Tabel 12 Nilai Jumlah Baris dan Jumlah Kolom Matriks Permukiman

Kriteria	Jumlah Baris		
	l	m	U
K	7,000	9,167	11,500
CH	3,167	3,867	5,500
JT	3,667	4,633	6,000
JJ	6,000	7,900	10,500
H	4,000	5,500	7,500
GT	9,000	11,500	14,000
Jumlah Kolom	32,833	42,567	55,000

Sehingga diperoleh nilai sintesis *fuzzy* (S_i) kriteria permukiman dengan rumus :

$$SK = (7 ; 9,167 ; 11,5) \times \left(\frac{1}{55,000} ; \frac{1}{42,567} ; \frac{1}{32,833} \right) = (0,127 ; 0,215 ; 0,351)$$

Tabel 13 Nilai *Sintesis fuzzy* (S_i) Permukiman

	l	m	u
S_K	0,127	0,215	0,350
S_{CH}	0,058	0,091	0,168
S_{JT}	0,067	0,109	0,183
S_{JJ}	0,109	0,186	0,320
S_H	0,073	0,129	0,229
S_{GT}	0,164	0,270	0,427

7. Menghitung nilai vektor FAHP (V) dan nilai ordinat *defuzzifikasi* (dmin).

$$V(S_2 \geq S_1) = \begin{cases} 1, & \text{jika } m_2 < m_1 \\ 0, & \text{jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2)$$

Keterangan:

$V(S_2 \geq S_1)$ = Nilai perbandingan *fuzzy synthetic extent*

l_1, m_1, u_1 = Komponen *triangular fuzzy* dari *fuzzy synthetic extent* perbandingan

l_2, m_2, u_2 = Komponen *triangular fuzzy* dari *fuzzy synthetic extent* yang dibandingkan

$$d' i = \min V(S_2 \geq S_1) \quad (3)$$

Keterangan:

$d' i$ = Nilai bobot *fuzzy* AHP

$\min V(S_2 \geq S_1)$ = Nilai terendah dari perbandingan *fuzzy synthetic extent*

Tabel 14 Nilai Perbandingan *Fuzzy Synthetic Extent* Permukiman

		V		V		V
S_K	S_{CH}	1	S_K	0,244	S_{JT}	S_K 0,342
	S_{JT}	1	S_{JT}	0,848		S_{CH} 1
	S_{JU}	1	S_{JU}	0,381		S_{JU} 0,490
	S_H	1	S_H	0,712		S_H 0,844
	S_{GT}	0,773	S_{GT}	0,021		S_{GT} 0,106
dmin		0,773	dmin	0,021		dmin 0,106

		V		V		V
S_{JU}	S_K	0,866	S_H	S_K 0,540	S_{GT}	S_K 1
	S_{CH}	1		S_{CH} 1		S_{CH} 1
	S_{JT}	1		S_{JT} 1		S_{JT} 1
	S_H	1		S_{JU} 0,679		S_{JU} 1
	S_{GT}	0,649		S_{GT} 0,315		S_H 1
dmin		0,649	dmin	0,315		dmin 1

8. Normalisasi Bobot FAHP.

Normalisasi bobot dilakukan dengan menjumlahkan semua nilai terkecil (dmin) masing-masing kriteria. Kemudian bobot FAHP adalah nilai dmin tiap baris dibagi nilai totalnya.

III.5.4 Pembuatan Peta Potensi Lahan Berdasarkan Kondisi Fisik Lahan

Pemetaan potensi lahan dilakukan dengan cara metode *weighted overlay* enam parameter peta di ArcGIS dengan penilaian dan pembobotan sebelumnya yang telah dibuat menggunakan metode FAHP pada Ms.Excel.

III.5.5 Pembuatan Peta Lahan Existing

Pembuatan peta lahan *existing* dilakukan dengan digitasi *on screen* pada citra worldview tahun 2016 yang telah terkoreksi dan dilakukan validasi lapangan untuk mengecek keadaan pada citra dan lapangan sebenarnya.

III.5.6 Evaluasi Kesesuaian Peta Potensi Lahan Existing dan Peta RTRW 2011-2031

Evaluasi kesesuaian peta potensi lahan dengan peta lahan *existing* dan peta rencana dilakukan dengan cara *intersect* masing – masing kawasan permukiman, pertanian, dan industri.

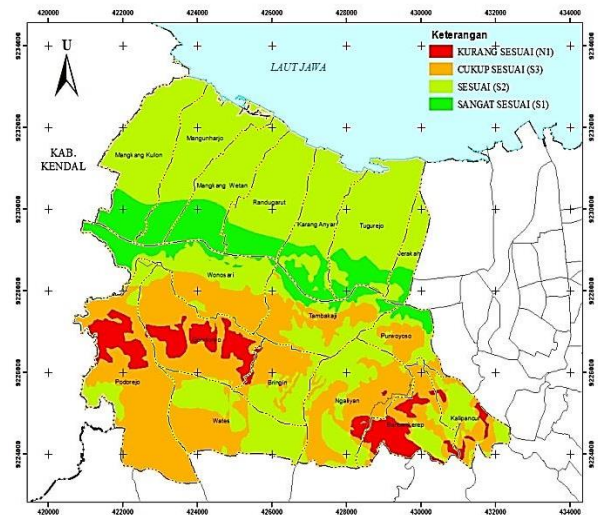
IV. Hasil dan Analisis

IV.1 Peta Potensi Lahan Untuk Kawasan Permukiman

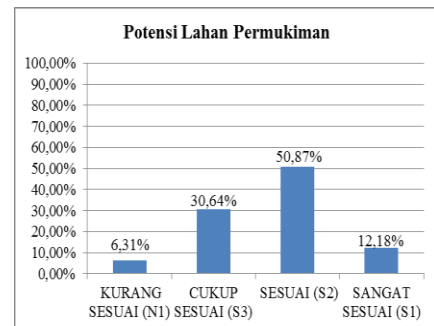
Tabel 15 Bobot FAHP Permukiman

Kriteria	BOBOT FAHP
Kelerengan	0,27
Curah Hujan	0,01
Jenis Tanah	0,04
Jaringan Jalan	0,23
Hidrologi	0,11
Gerakan Tanah	0,34
Total	1

Berdasarkan hasil dari *weighted overlay* peta potensi lahan permukiman dihasilkan 4 kelas kesesuaian yaitu (N1), (S3), Sesuai (S2), (S1).



Gambar 4 Peta Potensi Permukiman



Gambar 5 Diagram Persentase Potensi Pemukiman

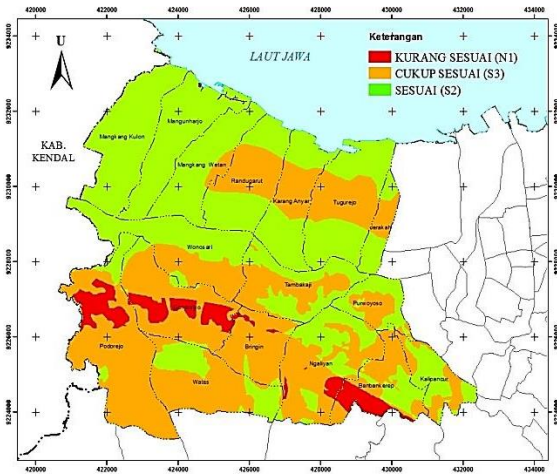
Persentase terbesar kesesuaian potensi lahan permukiman tergolong sesuai (S2) dengan 50,87% luas total 3793,542 Ha yang sebagian besar terletak di wilayah desa Kecamatan Tugu. Persentase terkecil yaitu kelas N1. Kelas kurang sesuai (N1) 6,31% dengan total luas 470,511 Ha. Kelas ini tersebar di sebagian desa di Kecamatan Ngaliyan. Yaitu Podorejo, Gondoriyo, Ngaliyan, Bambangkerop, dan Kalipancur. Adanya faktor penghambat yaitu gerakan tanah menengah sampai tinggi, Kelerengan cukup terjal (15-25%), letak kawasan permukiman yang sangat jauh dari jalan utama (>2km), hidrologi daerah air tanah langka.

IV.2 Peta Potensi Lahan Untuk Kawasan Pertanian

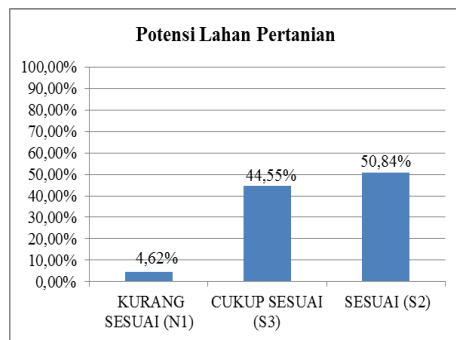
Tabel 16 Bobot FAHP Pertanian

Kriteria	BOBOT FAHP
Kelerengan	0,19
Curah Hujan	0,14
Jenis Tanah	0,10
Jaringan Jalan	0,04
Hidrologi	0,29
Gerakan Tanah	0,24
Total	1

Berdasarkan hasil dari *weighted overlay* peta potensi lahan pertanian dihasilkan 3 kelas kesesuaian yaitu (N1), (S3), (S2).



Gambar 6 Peta Potensi Pertanian



Gambar 7 Diagram Persentase Potensi Pertanian

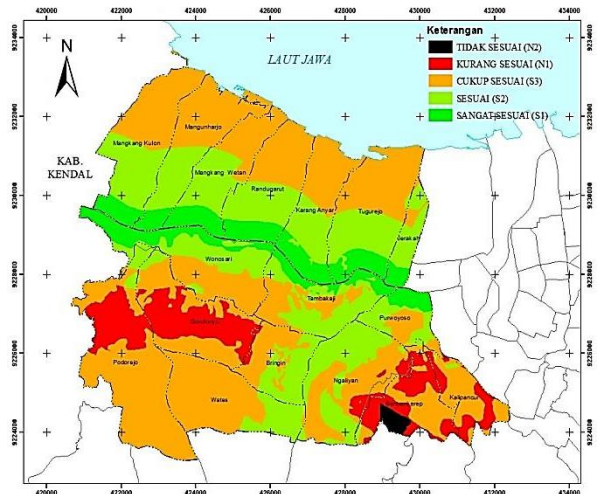
Persentase terbesar yaitu Sesuai (S2) dengan persentase 50,84% luas 3790,990 Ha. Kelas ini tersebar di Mangkang Kulon, Mangunharjo, sebagian desa Mangkang Wetan, Randugarut, Karang Anyar, Tugurejo, Jerakah, Wonosari, Podorejo, Gondoriyo, Wates, Bringin, Ngaliyan, Bambankerep, Kalipancur, Purwoyoso, Tambak Aji. Persentase terkecil yaitu kelas N1 4,62% dengan total luas 344,300 Ha. Kelas ini tersebar di sebagian desa(Podorejo, Gondoriyo, Bringin, Ngaliyan, Bambankerep). Faktor penghambat seperti hidrologi daerah air tanah langka dan produktifitas kecil setempat, kelerengan cukup terjal (15-25%), dan gerakan tanah yang tinggi.

IV.3 Peta Potensi Lahan Untuk Kawasan Industri

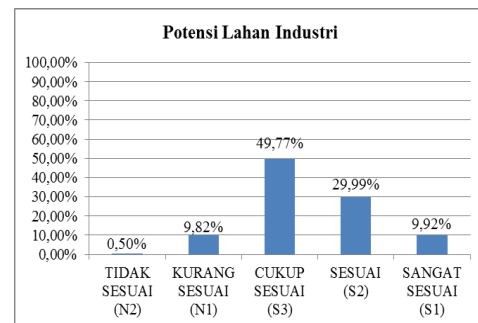
Tabel 17 Bobot FAHP Industri

Kriteria	BOBOT FAHP
Kelerengan	0,15
Curah Hujan	0,03
Jenis Tanah	0,02
Jaringan Jalan	0,35
Hidrologi	0,13
Gerakan Tanah	0,32
Total	1

Berdasarkan hasil dari *weighted overlay* peta potensi lahan industri dihasilkan 5 kelas kesesuaian yaitu (N2), (N1), (S3), (S2), (S1).



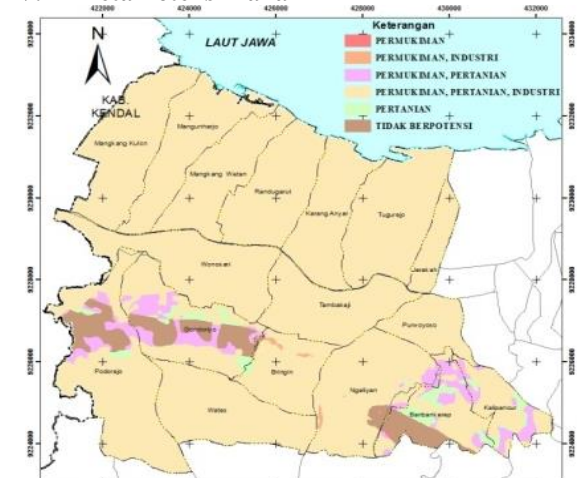
Gambar 8 Peta Potensi Industri



Gambar 9 Diagram Persentase Potensi Industri

Dari hasil yang didapatkan, terdapat kelas Tidak Sesuai (N2) dengan persentase kecil 0,50% dikarenakan faktor penghambat yang sangat berat yaitu hidrologi air tanah langka, dan gerakan tanah tinggi, serta jarak lahan yang sangat jauh dari jalan utama.

IV.4 Peta Potensi Lahan



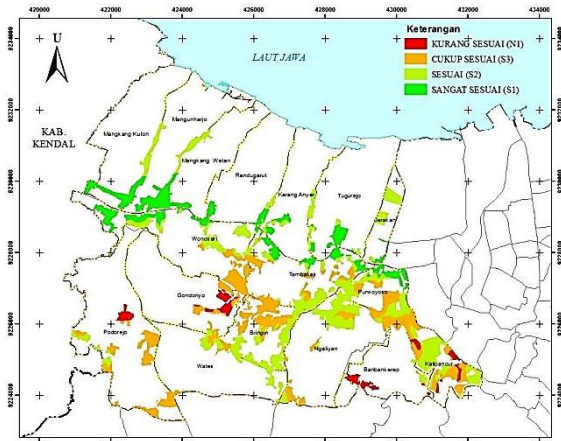
Gambar 10 Peta Potensi Lahan

Dari hasil Gambar 10 di atas, dapat diketahui bahwa dominasi wilayah Tugu dan Ngaliyan memiliki

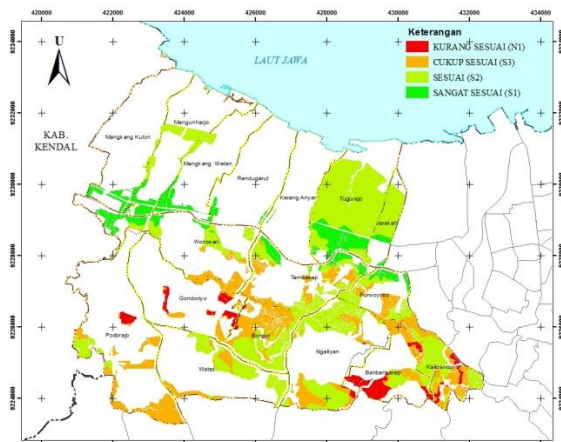
potensi untuk ketiga peruntukan (permukiman, pertanian, dan industri) dengan persentase 89,54%. Hal ini didukung karena topografi wilayah penelitian sebagian besar relatif datar sehingga cocok untuk didirikan lahan bangunan maupun lahan pertanian.

IV.5 Perbandingan Evaluasi Kesesuaian Lahan

1. Permukiman



Gambar 11 Peta Kesesuaian Lahan Existing Permukiman



Gambar 12 Peta Kesesuaian Rencana Permukiman

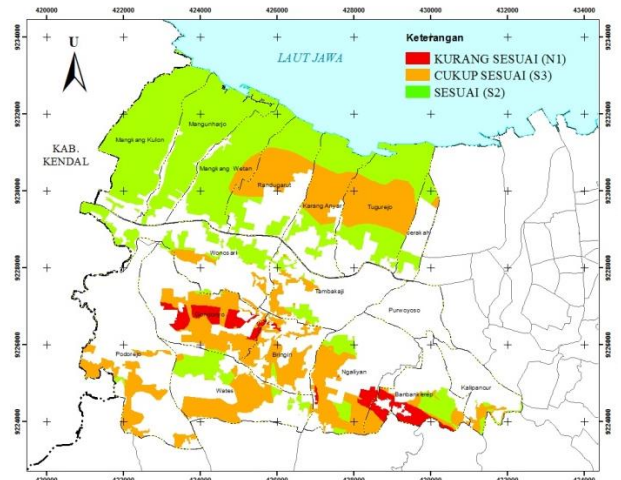
Tabel 18 Perbandingan Evaluasi Kesesuaian Lahan Existing dengan Rencana Permukiman

Tingkat Kesesuaian	Existing Permukiman		Rencana Permukiman	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
KURANG SESUAI (N1)	69,096	4,99%	111,966	5,07%
CUKUP SESUAI (S3)	480,234	34,71%	633,162	28,68%
SESUAI (S2)	571,501	41,31%	1182,917	53,58%
SANGAT SESUAI (S1)	262,734	18,99%	279,664	12,67%
Total Luas	1383,565	100,00%	2207,709	100,00%

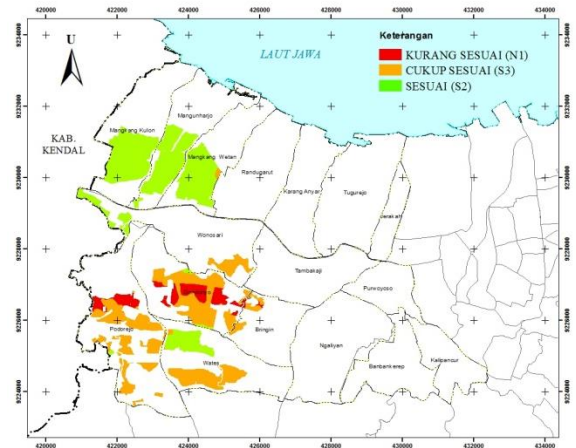
Pada Tabel 25, dapat diketahui perbandingan evaluasi kesesuaian permukiman, terdapat kenaikan luas lahan permukiman existing seluas 1383,565 Ha menjadi 2207,709 Ha pada lahan permukiman rencana. Sedangkan luas kelas lahan Sangat Sesuai (S1) meningkat cukup banyak, yaitu 262,734 Ha pada

permukiman existing menjadi 279,664 Ha pada permukiman rencana 2011-2031.

2. Pertanian



Gambar 13 Peta Kesesuaian Lahan Existing Pertanian



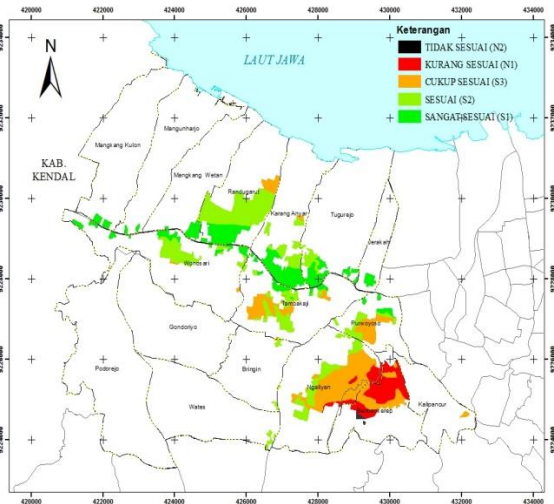
Gambar 14 Peta Kesesuaian Rencana Pertanian

Tabel 19 Perbandingan Evaluasi Kesesuaian Lahan Existing dengan Rencana Pertanian

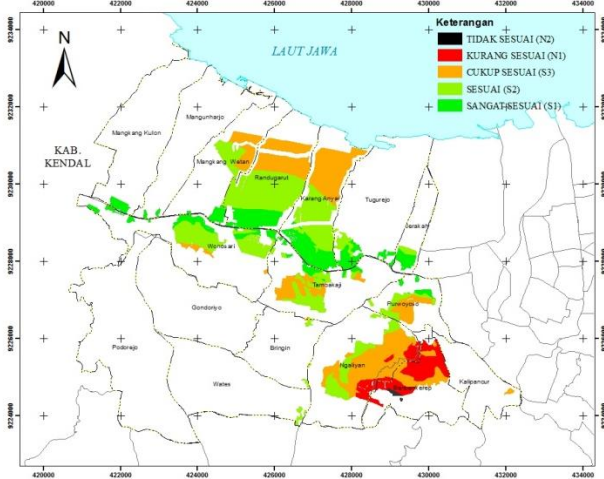
Tingkat Kesesuaian	Existing Pertanian		Rencana Pertanian	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
KURANG SESUAI (N1)	166,596	4,38%	98,497	9,03%
CUKUP SESUAI (S3)	1.451,922	38,17%	416,491	38,18%
SESUAI (S2)	2.185,672	57,45%	575,859	52,79%
Total Luas	3.804,190	100,00%	1.090,847	100,00%

Pada Tabel 26, dapat diketahui perbandingan evaluasi kesesuaian pertanian, terdapat penurunan luas lahan pertanian existing seluas 3804,190 Ha menjadi 1090,847 Ha pada lahan pertanian rencana. Sedangkan luas kelas lahan Sesuai (S2) menurun Sangat drastis, yaitu 2185,672 Ha pada pertanian existing menjadi 575,859 Ha pada pertanian rencana 2011-2031.

3. Industri



Gambar 15 Peta Kesesuaian Lahan Existing Industri



Gambar 16 Peta Kesesuaian Rencana Industri

Tabel 20 Perbandingan Evaluasi Kesesuaian Lahan Existing dengan Rencana Industri

Tingkat Kesesuaian	Existing Industri		Rencana Industri	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
TIDAK SESUAI (N2)	2,848	0,31%	2,304	0,19%
KURANG SESUAI (N1)	106,924	11,54%	107,054	8,67%
CUKUP SESUAI (S3)	281,559	30,39%	476,128	38,55%
SESUAI (S2)	329,3	35,55%	490,501	39,71%
SANGAT SESUAI (S1)	205,794	22,21%	159,15	12,89%
Total Luas	926,425	100,00%	1235,137	100,00%

Pada Tabel 27, dapat diketahui perbandingan evaluasi kesesuaian industri, terdapat kenaikan luas lahan industri *existing* seluas 926,425 Ha menjadi 1235,137 Ha pada lahan industri rencana. Sedangkan luas kelas lahan sangat Sesuai (S1) menurun cukup drastis, yaitu 205,794 Ha pada industri *existing* menjadi 159,15 Ha pada industri rencana 2011-2031.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil *weighted overlay* dihasilkan peta potensi lahan untuk masing-masing kawasan permukiman, pertanian, dan industri. Dari hasil *union* ketiga peta potensi tersebut hasil yang paling mendominasi wilayah penelitian adalah potensi untuk ketiganya sebesar 89,54%.
2. Perbandingan Evaluasi Kesesuaian Lahan *Existing* dengan Rencana adalah:
 - a. Kesesuaian lahan permukiman yang masuk kategori “cocok” atau yang bisa dijadikan lahan permukiman, pada permukiman *existing* adalah 834,25 Ha (60,30%) dan pada permukiman rencana adalah 1462,581 Ha (66,25%).
 - b. Kesesuaian lahan pertanian yang masuk kategori “cocok” atau yang bisa dijadikan lahan pertanian, pada pertanian *existing* adalah 2185,672 Ha (57,45%) dan pada pertanian rencana adalah 575,859 Ha (52,79%).
 - c. Kesesuaian lahan industri yang masuk kategori “cocok” atau yang bisa dijadikan lahan industri, pada industri *existing* adalah 535,094 Ha (57,76%) dan pada industri rencana adalah 649,651 Ha (52,60%).

V.2 Saran

Saran-saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya ditambahkan parameter-parameter lagi sehingga hasilnya akan lebih akurat. seperti: litologi, jarak lahan terhadap sungai, jarak lahan terhadap infrastruktur perdagangan, dan lain-lain.
2. Diperlukan data yang lebih *update* agar hasil penelitian mewakili kondisi lapangan yang nyata.

Daftar Pustaka

Bintarto, R. (1977). *Beberapa Aspek Geografi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Buckley, J. J. (1985). *Fuzzy Hierarchy Analysis*. Fuzzy Sets and Systems.

Kencana. (2014). *Pemanfaatan SIG Untuk Menentukan Lokasi Potensial Pengembangan Kawasan Perumahan dan Permukiman* (Skripsi). Universitas Diponegoro, Semarang.

Puslit Tanah. (2004). *Klasifikasi Intensitas Curah Hujan*. Bogor: Puslit Tanah.

Peraturan Pemerintah PU No.41 Tahun 2007 Tentang Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budidaya

Rahardjo, Jani dan Nyoman Sutapa, ”Aplikasi Fuzzy Analytical Hierarchy Process dalam Seleksi Karyawan,” *Jurnal Teknik Industri*. Vol. 4, no. 2, hal. 82-92, Desember 2002.

Riyanto, A. (2003). *Kajian Kemampuan Lahan Untuk Arahkan Kegiatan Permukiman Berdasarkan Aspek Fisik Dasar (Studi Kasus: Sub Wilayah Pembangunan I Kabupaten Cirebon)* (Tesis). Universitas Diponegoro, Semarang.

- Sitorus, R. P. (1985). *Evaluasi Sumberdaya Lahan*. Bandung: Tarsito.
- Sutikno. (1991). *Evaluasi Medan Klasifikasi Dan Penilaian Terhadap Medan*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Syofyan, I., Jhonerie, R., & Siregar, Y. I. (2010). *Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Penentuan Kesesuaian Kawasan Keramba Jaring Tancap Dan Rumput Laut Di Perairan Pulau Bunguran Kabupaten Natuna*. 10.
- Undang-Undang Pokok Agraria No. 5 Tahun 1960
Tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok
Agraria