

## **BAB 4**

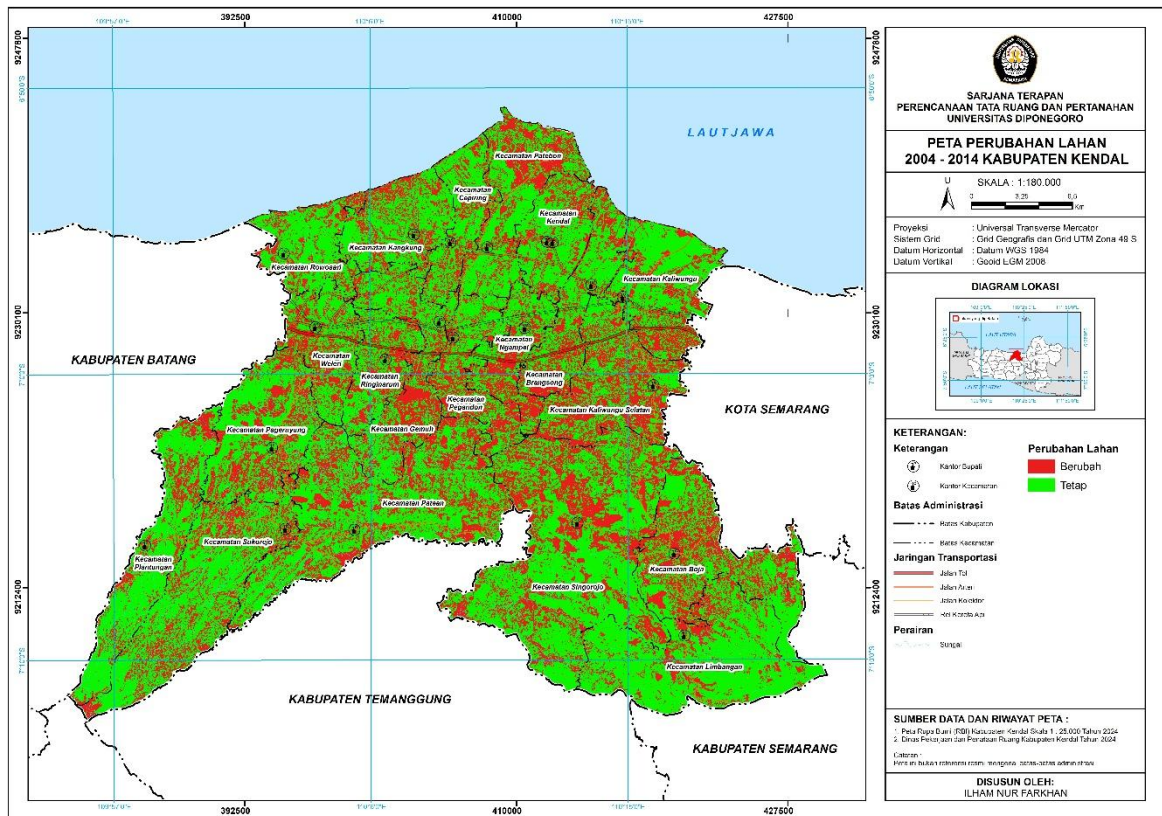
### **ANALISIS ARAHAN LOKASI PENGEMBANGAN PERMUKIMAN**

#### **4.1 Analisis Perubahan Tutupan Lahan**

Analisis perubahan tutupan lahan dilakukan untuk mengetahui dinamika tutupan lahan yang terjadi di Kabupaten Kendal selama periode tahun 2004 hingga 2024. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan kondisi tutupan lahan pada dua periode waktu, yaitu tahun 2004-2014 dan 2014-2024. Perbandingan tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi pola perubahan tutupan lahan yang terjadi serta mengetahui kecenderungan perkembangan kawasan terbangun dalam kurun waktu dua dekade terakhir. Perubahan tutupan lahan merupakan salah satu indikator penting dalam menggambarkan perkembangan suatu wilayah (Kipkulei et al., 2025). Perubahan tersebut umumnya dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pertumbuhan penduduk, perkembangan aktivitas ekonomi, pembangunan infrastruktur, serta peningkatan kebutuhan ruang untuk kegiatan permukiman. Oleh karena itu, analisis perubahan tutupan lahan perlu dilakukan untuk memahami dinamika perkembangan wilayah sekaligus sebagai dasar dalam proses pemodelan prediksi penggunaan lahan menggunakan model *Future Land Use Simulation* (FLUS).

##### **4.1.1 Perubahan Lahan 2004-2014**

Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Kendal pada periode tahun 2004 hingga 2014 dapat diidentifikasi melalui analisis perbandingan data tutupan lahan pada kedua tahun tersebut dengan memanfaatkan perangkat lunak *ArcGIS*. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan data tutupan lahan tahun 2004 dan tahun 2014 untuk mengetahui perubahan luas pada masing-masing kelas tutupan lahan yang terjadi selama periode sepuluh tahun. Melalui proses tersebut dapat diidentifikasi jenis penggunaan lahan yang mengalami peningkatan maupun penurunan luas. Berikut merupakan peta perubahan tutupan lahan pada periode tahun 2004-2014 di Kabupaten Kendal.



Sumber: Penyusun, 2026

**Gambar 4.1** Peta Perubahan Lahan 2004-2014

Berdasarkan gambar 4.1, terlihat bahwa sebagian wilayah mengalami perubahan yang cukup signifikan, terutama di bagian utara dan tengah yang memiliki aksesibilitas tinggi. Perubahan tersebut umumnya mengarah pada peningkatan kawasan terbangun, dipengaruhi oleh pertumbuhan aktivitas ekonomi dan industri. Sementara itu, wilayah selatan cenderung didominasi oleh area yang tidak mengalami perubahan karena kondisi topografi yang lebih terbatas. Untuk mengetahui besaran perubahan pada masing-masing kelas tutupan lahan, dilakukan perbandingan luas antara tahun 2004 dan 2014 yang disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 4.1** Luas Perubahan Lahan 2004-2014

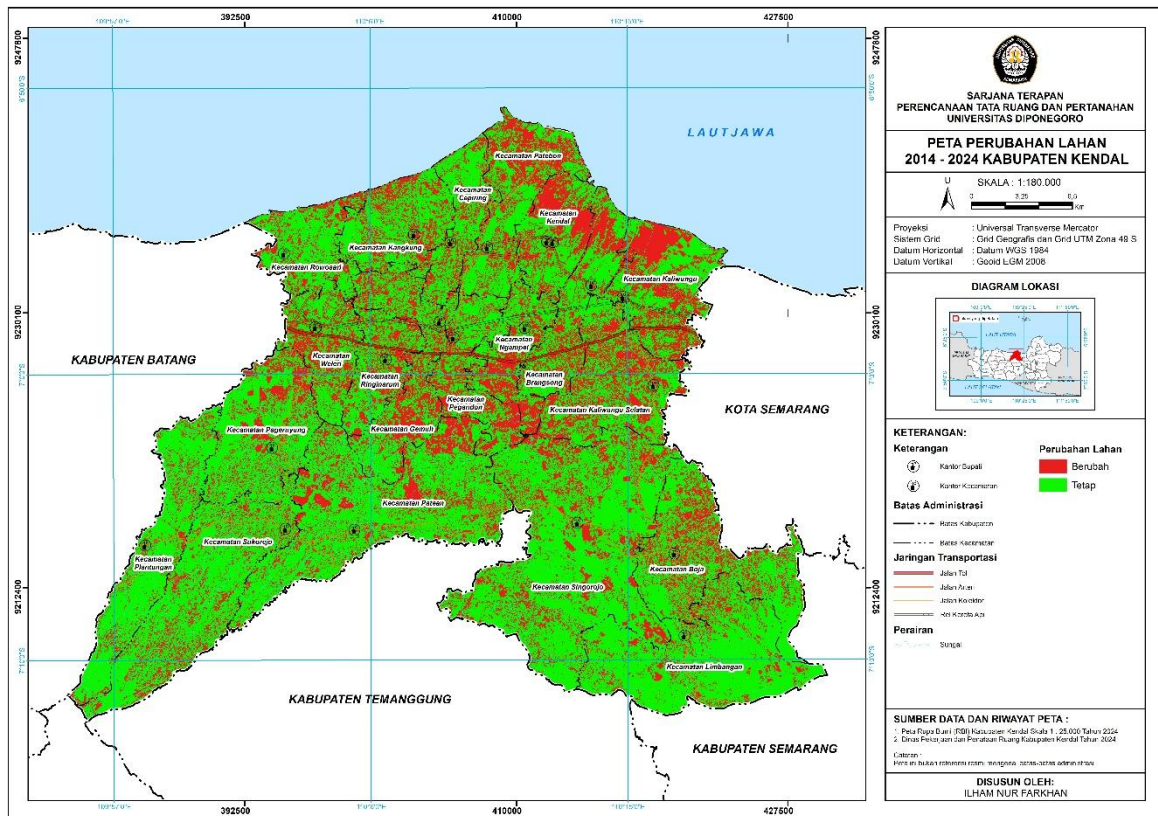
No.	Tutupan Lahan	Tahun 2004	Tahun 2014	Perubahan
1.	Badan Air	1.452,76	2.239,33	786,57
2.	Hutan	36.649,37	38.888,29	2.238,92
3.	Sawah	28.140,69	21.931,42	-6.209,27
4.	Permukiman	7.168,07	7.430,41	262,34
5.	Industri	168,65	650,89	482,24
6.	Lahan Terbuka	22.082,36	26.828,82	4.746,46
7.	Tambak	4.734,10	2.426,83	-2.307,27
<b>Luas (ha)</b>		<b>100.396,00</b>	<b>100.396,00</b>	<b>0,00</b>

Sumber: Penyusun, 2026

Berdasarkan Tabel 4.1, perubahan tutupan lahan di Kabupaten Kendal pada periode 2004-2014 menunjukkan kecenderungan pergeseran pemanfaatan lahan dari sektor pertanian menuju kawasan terbangun. Hal ini ditunjukkan oleh berkurangnya luas sawah sebesar 6.209,27 ha dan tambak sebesar 2.307,27 ha, yang diikuti peningkatan kawasan industri sebesar 482,24 ha, permukiman sebesar 262,34 ha, serta lahan terbuka sebesar 4.746,46 ha. Meskipun pertumbuhan permukiman belum terlalu signifikan, perkembangan industri berpotensi mendorong peningkatan kebutuhan hunian di wilayah sekitarnya. Kondisi ini mengindikasikan perlunya arahan lokasi pengembangan permukiman yang terencana agar pertumbuhan kawasan terbangun dapat mengakomodasi kebutuhan ruang tanpa mengurangi lahan produktif secara signifikan.

#### **4.1.2 Perubahan Lahan 2014-2024**

Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Kendal pada periode tahun 2014 hingga 2024 dianalisis dengan membandingkan data tutupan lahan pada kedua tahun tersebut menggunakan perangkat lunak *ArcGIS*. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui perubahan luas pada masing-masing kelas tutupan lahan yang terjadi selama periode sepuluh tahun. Melalui perbandingan tersebut dapat diidentifikasi kecenderungan perubahan penggunaan lahan serta dinamika perkembangan wilayah yang terjadi. Berikut merupakan peta perubahan tutupan lahan pada periode tahun 2014-2024 di Kabupaten Kendal.



Sumber: Penyusun, 2026

**Gambar 4.2** Peta Perubahan Lahan 2014-2024

Terlihat bahwa perubahan lahan semakin intensif dibandingkan periode sebelumnya, terutama di wilayah utara dan tengah Kabupaten Kendal yang merupakan kawasan dengan aktivitas pembangunan yang relatif tinggi. Perubahan tersebut ditunjukkan oleh beberapa kelas tutupan lahan terbangun, seperti permukiman dan industri, serta berkurangnya sebagian kelas tutupan lahan. Sementara itu, wilayah selatan relatif masih didominasi oleh kawasan yang tidak mengalami perubahan signifikan karena kondisi topografi yang berbukit. Untuk mengetahui besaran perubahan pada masing-masing kelas tutupan lahan, dilakukan perbandingan luas antara tahun 2014 dan 2024 yang disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 4.2** Luas Perubahan Lahan 2014-2024

No.	Tutupan Lahan	Tahun 2014	Tahun 2024	Perubahan
1.	Badan Air	2.239,33	1.852,11	-387,22
2.	Hutan	38.888,29	42.661,45	3.773,16
3.	Sawah	21.931,42	21.228,84	-702,58
4.	Permukiman	7.430,41	9.724,59	2.294,18
5.	Industri	650,89	1.185,21	534,32
6.	Lahan Terbuka	26.828,82	19.896,39	-6.932,43
7.	Tambak	2.426,83	3.847,41	1.420,58
<b>Luas (ha)</b>		<b>100.396,00</b>	<b>100.396,00</b>	<b>0,00</b>

Sumber: Penyusun, 2026

Berdasarkan Tabel 4.2, perubahan tutupan lahan periode 2014-2024 menunjukkan bahwa luas permukiman mengalami peningkatan sebesar 2.294,18 ha. Selain itu, luas kawasan industri juga meningkat sebesar 534,32 ha. Di sisi lain, luas sawah mengalami penurunan sebesar 702,58 ha, sedangkan lahan terbuka berkurang sebesar 6.932,43 ha. Secara umum, perubahan tutupan lahan pada periode ini menunjukkan adanya peningkatan kawasan terbangun yang tercermin dari bertambahnya luas permukiman dan industri. Temuan tersebut menjadi salah satu dasar dalam menganalisis dinamika pemanfaatan ruang serta menyusun arahan lokasi pengembangan permukiman di Kabupaten Kendal tahun 2034, dengan tetap mempertimbangkan faktor perkembangan dan pembatas permukiman.

#### 4.2 Analisis Uji Akurasi Tutupan Lahan

Uji akurasi tutupan lahan dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian hasil klasifikasi citra dalam merepresentasikan kondisi tutupan lahan dengan kondisi aktual di lapangan. Tahap ini menjadi langkah penting sebelum data tutupan lahan digunakan dalam analisis pemodelan prediksi perkembangan permukiman. Pengujian akurasi menggunakan metode *confusion matrix* untuk membandingkan kelas tutupan lahan hasil klasifikasi dengan data referensi (Li et al., 2023). Metode tersebut digunakan untuk menghitung nilai *Overall Accuracy* dan *Koefisien Kappa* sebagai indikator tingkat ketelitian hasil klasifikasi. Nilai *Overall Accuracy* menunjukkan tingkat ketepatan klasifikasi secara keseluruhan dalam proses interpretasi citra. Sementara itu, nilai *Koefisien Kappa* menunjukkan tingkat kesesuaian antara hasil klasifikasi dengan data referensi dengan mempertimbangkan kemungkinan kesesuaian yang terjadi secara kebetulan.

Penentuan jumlah sampel validasi dalam penelitian ini menggunakan rumus Cochran, yang digunakan untuk menentukan ukuran sampel minimum pada penelitian berbasis estimasi proporsi. Rumus Cochran dinyatakan sebagai berikut:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1 - p)}{e^2}$$

Keterangan:

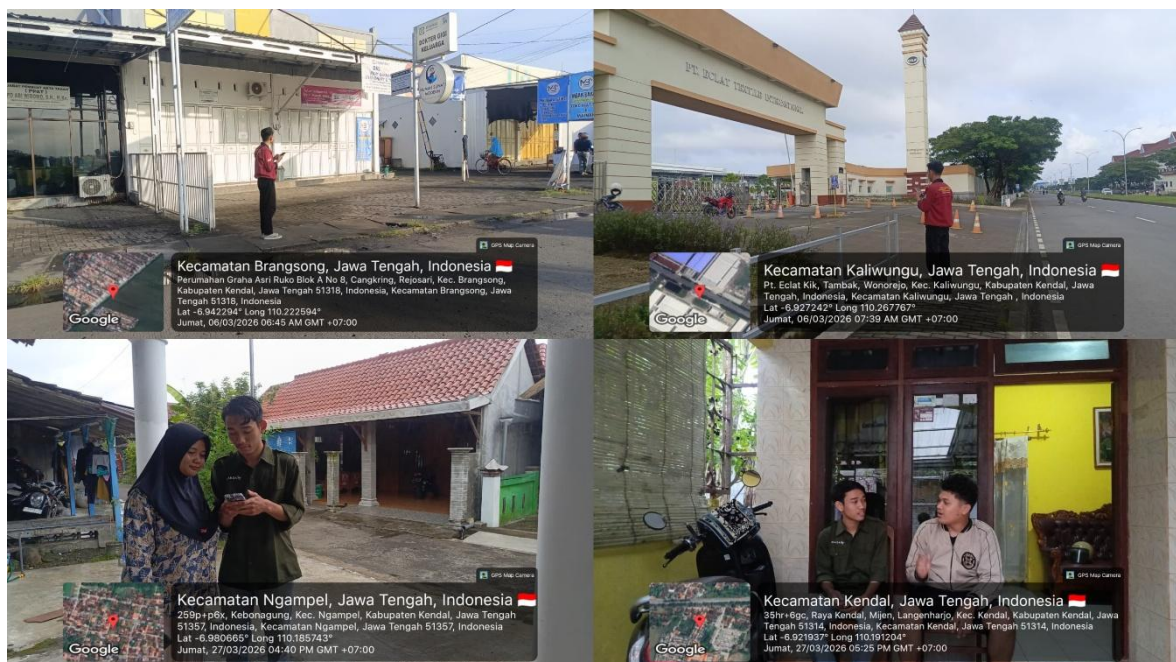
n = jumlah sampel minimum

Z = tingkat kepercayaan

p = estimasi proporsi akurasi yang diharapkan

e = tingkat kesalahan (margin of error)

Dalam penelitian ini digunakan parameter tingkat kepercayaan sebesar 95% (Z-1,96), estimasi akurasi klasifikasi sebesar 85% (0,85), serta *margin of error* sebesar 5% (0,05). Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus *Cochran* diperoleh jumlah sampel minimum sebesar 196 titik sampel. Pengambilan sampel menggunakan metode *stratified random sampling*, yaitu pengambilan sampel secara acak dengan memastikan setiap kelas tutupan lahan memiliki jumlah sampel yang representatif. Metode ini digunakan agar seluruh kelas tutupan lahan dapat terwakili dalam proses evaluasi akurasi. Dalam penelitian ini terdapat tujuh kelas tutupan lahan, yaitu badan air, hutan, sawah, permukiman, industri, lahan terbuka, dan tambak. Proses validasi model dilakukan menggunakan plugin Acatama pada perangkat lunak QGIS. Sampel yang diperoleh kemudian digunakan untuk menyusun *confusion matrix*, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai *Overall Accuracy* dan *Koefisien Kappa* sebagai indikator tingkat ketelitian hasil klasifikasi tutupan lahan. Validasi lapangan dilakukan untuk memastikan kesesuaian antara hasil interpretasi tutupan lahan dengan kondisi aktual di lapangan. Proses ini dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara pada beberapa titik sampel yang mewakili masing-masing kelas tutupan lahan. Dokumentasi kegiatan validasi lapangan disajikan pada gambar berikut.



Sumber: Penyusun, 2026

**Gambar 4.3 Kegiatan Validasi Lapangan**

Berdasarkan Gambar 4.3, kondisi tutupan lahan pada beberapa lokasi sampel menunjukkan kesesuaian dengan hasil interpretasi citra yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil observasi lapangan memperlihatkan bahwa area yang teridentifikasi sebagai

permukiman dan industri memiliki karakteristik fisik yang sesuai dengan klasifikasi pada citra. Kesesuaian tersebut menunjukkan bahwa proses interpretasi tutupan lahan telah mampu merepresentasikan kondisi aktual di lapangan dengan cukup baik. Adapun pada kelas hutan, verifikasi tidak hanya dilakukan melalui pengamatan visual, tetapi juga perlu didukung dengan wawancara kepada pihak terkait atau masyarakat setempat untuk memperoleh informasi yang lebih akurat mengenai kondisi dan fungsi lahannya. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa interpretasi tutupan lahan memiliki tingkat keandalan yang baik dan layak digunakan sebagai dasar dalam proses uji akurasi.

#### **4.2.1 Uji Akurasi Tutupan Lahan 2004**

Pengujian akurasi interpretasi tutupan lahan tahun 2004 dilakukan dengan membandingkan antara data hasil interpretasi tutupan lahan dengan citra resolusi tinggi tahun 2004, validasi lapangan, dan wawancara. Metode uji akurasi ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana hasil interpretasi merepresentasikan kondisi tutupan lahan pada tahun 2004. Berikut merupakan tabel *Confusion Matrix* tahun 2004.

Tabel 4.3 Uji Akurasi Tutupan Lahan 2004

<b>Tutupan Lahan 2004</b>	<b>Badan Air</b>	<b>Sawah</b>	<b>Hutan</b>	<b>Permukiman</b>	<b>Industri</b>	<b>Lahan Terbuka</b>	<b>Tambak</b>	<b>Total</b>	<b>User Accuracy (%)</b>
Badan Air	19	0	0	0	0	0	3	22	86,36
Sawah	0	46	2	0	0	2	0	50	92,00
Hutan	0	0	34	0	0	1	0	35	97,14
Permukiman	0	0	0	20	1	1	0	22	90,91
Industri	0	0	0	1	7	0	0	8	87,50
Lahan Terbuka	0	2	1	1	0	22	0	26	84,62
Tambak	0	1	0	0	0	0	32	33	96,97
<b>Jumlah</b>	19	49	37	22	8	26	35	196	<b>Overall Accuracy (%)</b>
<b>Producer Accuracy (%)</b>	100,00	93,88	91,89	90,91	87,50	84,62	91,43		91,84

Sumber: Penyusun, 2026

Perhitungan nilai *Overall Accuracy* dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$OA = \frac{\sum D}{N} \times 100\%$$

keterangan:

OA = *Overall Accuracy*

D = Jumlah nilai diagonal pada *confusion matrix* (jumlah klasifikasi yang benar)

N = Jumlah total sampel

Selanjutnya perhitungan Koefisien Kappa dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{(N \times \sum D) - \sum (R_i \times C_i)}{N^2 - \sum (R_i \times C_i)}$$

Keterangan:

K = Koefisien Kappa

N = Jumlah sampel

D = Jumlah nilai diagonal

R<sub>i</sub> = Jumlah sampel pada baris ke-i

C<sub>i</sub> = Jumlah sampel pada kolom ke-i

Berdasarkan tabel dan perhitungan yang telah dilakukan, hasil uji akurasi menggunakan teknik *overall accuracy* menunjukkan nilai yang sangat baik yaitu 91,84%. Selain itu, uji akurasi menggunakan teknik *koefisien kappa* menghasilkan nilai sebesar 0,9016 atau 90,16%, yang menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat kuat antara hasil interpretasi tutupan lahan dengan data referensi. Dengan demikian, hasil interpretasi tutupan lahan tahun 2004 dapat dianggap memiliki tingkat ketelitian yang baik dan dapat digunakan dalam analisis perubahan tutupan lahan pada tahap selanjutnya.

#### 4.2.2 Uji Akurasi Tutupan Lahan 2014

Uji akurasi interpretasi tutupan lahan tahun 2014 dilakukan dengan membandingkan antara data hasil interpretasi tutupan lahan dengan data citra resolusi tinggi tahun 2014, survei lapangan dan wawancara. Metode uji akurasi ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana hasil interpretasi mampu menggambarkan tutupan lahan yang sebenarnya. Berikut merupakan tabel *Confusion Matrix* tahun 2014.

Tabel 4.4 Uji Akurasi Tutupan Lahan 2014

<b>Tutupan Lahan 2014</b>	<b>Badan Air</b>	<b>Sawah</b>	<b>Hutan</b>	<b>Permukiman</b>	<b>Industri</b>	<b>Lahan Terbuka</b>	<b>Tambak</b>	<b>Total</b>	<b>User Accuracy (%)</b>
Badan Air	22	1	0	0	0	0	3	26	84,62
Sawah	0	35	0	0	0	0	0	35	100,00
Hutan	0	0	35	1	0	0	0	36	97,22
Permukiman	0	1	0	23	1	0	0	25	92,00
Industri	0	0	0	1	11	0	0	12	91,67
Lahan Terbuka	0	2	0	0	0	28	1	31	90,32
Tambak	0	0	0	0	0	0	31	31	100,00
<b>Jumlah</b>	22	39	35	25	12	28	35	196	<b>Overall Accuracy (%)</b>
<b>Producer Accuracy (%)</b>	100,00	89,74	100,00	92,00	91,67	100,00	88,57		94,39

Sumber: Penyusun, 2026

Perhitungan nilai *Overall Accuracy* dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$OA = \frac{\sum D}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

OA = *Overall Accuracy*

D = Jumlah nilai diagonal pada confusion matrix (jumlah klasifikasi yang benar)

N = Jumlah total sampel

Selanjutnya perhitungan Koefisien Kappa dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{(N \times \sum D) - \sum (R_i \times C_i)}{N^2 - \sum (R_i \times C_i)}$$

Keterangan:

K = Koefisien Kappa

N = Jumlah sampel

D = Jumlah nilai diagonal

R<sub>i</sub> = Jumlah sampel pada baris ke-i

C<sub>i</sub> = Jumlah sampel pada kolom ke-i

Berdasarkan tabel dan perhitungan yang telah dilakukan, hasil uji akurasi menggunakan teknik *overall accuracy* menunjukkan nilai sebesar 94,39%, yang menunjukkan tingkat ketelitian klasifikasi yang baik. Selain itu, nilai *koefisien kappa* sebesar 0,9335 atau 93,35%, yang menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat kuat antara hasil interpretasi dengan data referensi. Dengan demikian, data tutupan lahan tahun 2014 dapat digunakan sebagai dasar dalam analisis perubahan tutupan lahan dan pemodelan prediksi perkembangan wilayah.

#### 4.2.3 Uji Akurasi Tutupan Lahan 2024

Uji akurasi interpretasi tutupan lahan tahun 2024 dilakukan dengan membandingkan antara data hasil interpretasi tutupan lahan dengan data citra resolusi tinggi tahun 2024 dan validasi lapangan. Metode uji akurasi ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana hasil interpretasi mampu menggambarkan tutupan lahan yang sebenarnya. Berikut merupakan tabel *Confusion Matrix* tahun 2024.

Tabel 4.5 Uji Akurasi Tutupan Lahan 2024

<b>Tutupan Lahan 2024</b>	<b>Badan Air</b>	<b>Sawah</b>	<b>Hutan</b>	<b>Permukiman</b>	<b>Industri</b>	<b>Lahan Terbuka</b>	<b>Tambak</b>	<b>Total</b>	<b>User Accuracy (%)</b>
Badan Air	26	0	0	0	0	1	1	28	92,86
Sawah	0	25	1	0	0	2	0	28	89,29
Hutan	0	1	25	1	0	1	0	28	89,29
Permukiman	0	0	1	24	2	1	0	28	85,71
Industri	0	0	0	2	25	1	0	28	89,29
Lahan Terbuka	0	1	1	0	0	25	1	28	89,29
Tambak	1	0	0	0	0	1	26	28	92,86
<b>Jumlah</b>	27	27	28	27	27	32	28	196	<b>Overall Accuracy (%)</b>
<b>Producer Accuracy (%)</b>	96,30	92,59	89,29	88,89	92,59	78,13	92,86		89,80

Sumber: Penyusun, 2026

Perhitungan nilai *Overall Accuracy* dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$OA = \frac{\sum D}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

OA = *Overall Accuracy*

D = Jumlah nilai diagonal pada *confusion matrix* (jumlah klasifikasi yang benar)

N = Jumlah total sampel

Selanjutnya perhitungan Koefisien Kappa dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{(N \times \sum D) - \sum (R_i \times C_i)}{N^2 - \sum (R_i \times C_i)}$$

Keterangan:

K = Koefisien Kappa

N = Jumlah sampel

D = Jumlah nilai diagonal

R<sub>i</sub> = Jumlah sampel pada baris ke-i

C<sub>i</sub> = Jumlah sampel pada kolom ke-i

Berdasarkan tabel dan perhitungan yang telah dilakukan, hasil uji akurasi menggunakan teknik *overall accuracy* menunjukkan nilai sebesar 89,80%, yang menunjukkan tingkat ketelitian klasifikasi yang tinggi. Selain itu, nilai *koefisien kappa* sebesar 0,8810 atau 88,10%, yang menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat kuat antara hasil klasifikasi dengan data referensi. Dengan demikian, hasil interpretasi tutupan lahan tahun 2024 dinilai memiliki tingkat ketelitian yang baik dan layak digunakan sebagai dasar dalam analisis perubahan tutupan lahan serta simulasi pemodelan menggunakan metode *Cellular Automata - Markov (CA Markov)*.

### 4.3 Analisis Faktor Perkembangan Permukiman

Analisis faktor perkembangan permukiman dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai variabel yang mempengaruhi pertumbuhan kawasan permukiman di wilayah penelitian. Pertumbuhan permukiman tidak hanya dipengaruhi oleh faktor fisik wilayah, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor aksesibilitas, ketersediaan infrastruktur, serta kedekatan terhadap pusat kegiatan ekonomi dan pelayanan masyarakat (Zhou et al., 2024). Dalam penelitian ini, faktor perkembangan permukiman dianalisis dengan mengelompokkan variabel menjadi dua kategori utama, yaitu faktor pendorong dan faktor pembatas. Faktor pendorong dan faktor pembatas dianalisis menggunakan analisis spasial berbasis Sistem

Informasi Geografis (SIG). Analisis dilakukan melalui teknik *proximity analysis* menggunakan pendekatan *raster distance* dengan metode *Euclidean Distance* untuk mengetahui tingkat kedekatan terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi perkembangan permukiman (Jalhoum et al., 2024).

#### 4.3.1 Faktor Pendorong Permukiman

Perkembangan permukiman di suatu wilayah dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti aksesibilitas, aktivitas ekonomi, ketersediaan infrastruktur, pelayanan publik, dan karakteristik fisik wilayah (Chandra & Warlina, 2023). Faktor-faktor tersebut direpresentasikan sebagai *Driving Factors* yang digunakan dalam pemodelan spasial menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN). Pemilihan variabel didasarkan pada kajian literatur serta karakteristik perkembangan wilayah Kabupaten Kendal yang dipengaruhi oleh pertumbuhan kawasan industri, jaringan transportasi, dan fasilitas pelayanan. Selain itu, pada wilayah yang memiliki potensi kerawanan bencana, kondisi geofisik turut menjadi pertimbangan dalam menentukan kelayakan pengembangan permukiman (Sudarto & Utami, 2021). Faktor perkembangan permukiman yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 4.6 Kajian Faktor Perkembangan Permukiman**

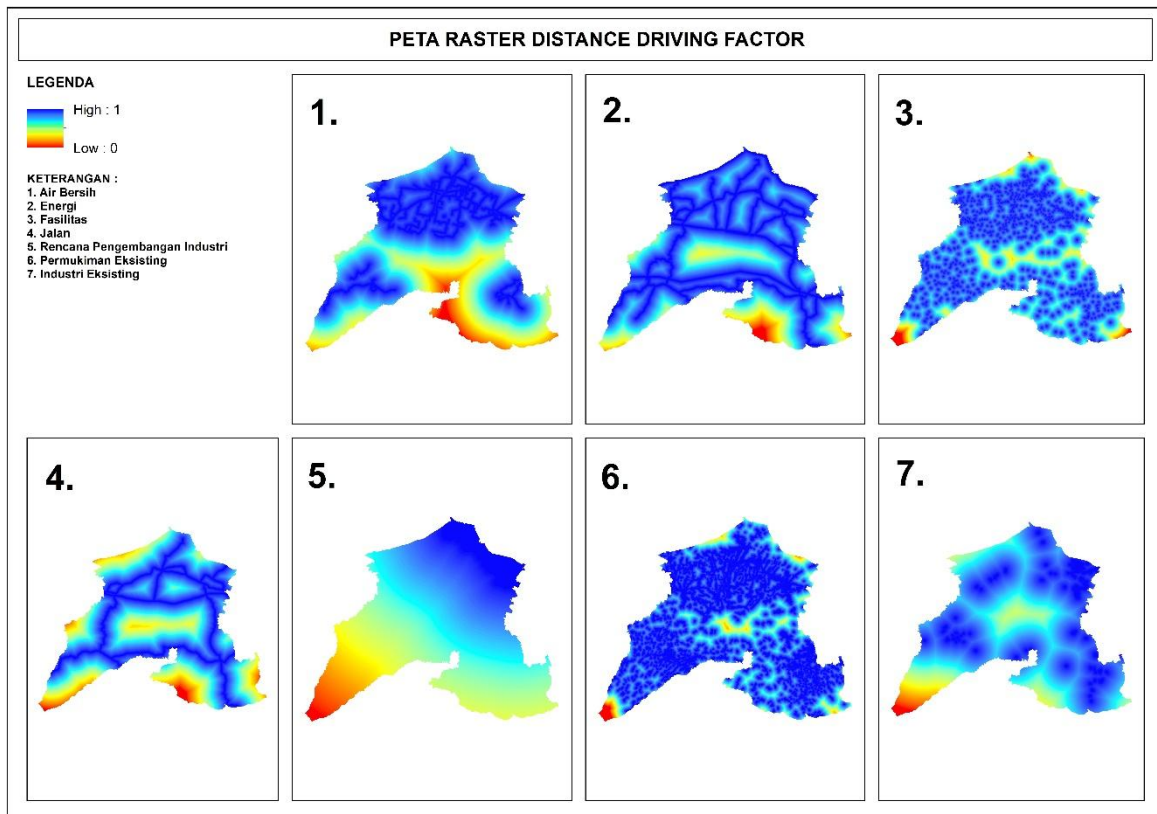
No	Variable	Justifikasi
1.	Rencana Pengembangan Industri.	Rencana pengembangan industri berpotensi meningkatkan aktivitas ekonomi dan penyerapan tenaga kerja sehingga mendorong kebutuhan hunian baru di wilayah sekitarnya (Siregar & Kustanto, 2021).
2.	Jaringan Jalan	Keberadaan jaringan jalan menjadi faktor kunci dalam mempercepat perkembangan permukiman. Akses jalan yang baik meningkatkan konektivitas antar wilayah dan menurunkan biaya mobilitas, sehingga mendorong konversi lahan menjadi kawasan hunian (Farida & Astuti, 2025).
3.	Jaringan Air Bersih	Ketersediaan air bersih menjadi penentu utama kelayakan kawasan permukiman. Wilayah dengan pasokan air yang stabil dan berkualitas memiliki potensi tinggi untuk berkembang sebagai kawasan hunian (Sumaryana et al., 2022).
4.	Jaringan Energi	Akses energi listrik yang memadai meningkatkan produktivitas dan kualitas hidup masyarakat, serta memperkuat daya tarik kawasan sebagai lokasi permukiman baru (Febianti et al., 2022).
5.	Permukiman Eksisting	Permukiman yang telah ada cenderung menarik tumbuhnya kawasan hunian baru di sekitarnya karena efek sosial dan jaringan ekonomi lokal (Amri et al., 2023).
6.	Industri Eksisting	Kedekatan dengan industri meningkatkan permintaan hunian karena kebutuhan pekerja. Hal ini mendorong perkembangan permukiman di wilayah pinggiran kota (Adeliana et al., 2023).
7.	Pusat Perdagangan	Pusat perdagangan mendorong pertumbuhan ekonomi dan memperkuat nilai tanah, sehingga meningkatkan intensitas pembangunan permukiman di sekitarnya (Puspamika et al., 2023).

No	Variable	Justifikasi
8.	Pusat Kesehatan	Akses terhadap layanan kesehatan yang mudah dijangkau menjadi salah satu indikator kualitas lingkungan permukiman yang layak huni (Rahmah et al., 2023).
9.	Pusat Pendidikan	Kehadiran fasilitas pendidikan seperti sekolah dan universitas meningkatkan daya tarik wilayah sebagai lokasi tempat tinggal bagi keluarga maupun mahasiswa (Sandra et al., 2023).

Sumber: Penyusun, 2026

Berdasarkan Tabel 4.6, sembilan variabel dipilih karena mampu mewakili faktor utama yang memengaruhi perkembangan permukiman di Kabupaten Kendal, meliputi aspek aksesibilitas, aktivitas ekonomi, infrastruktur dasar, pelayanan publik, dan pola perkembangan kawasan. Kombinasi variabel tersebut dinilai mampu menggambarkan karakteristik perkembangan permukiman secara komprehensif serta sesuai dengan kebutuhan pemodelan spasial menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN).

Setelah diperoleh data-data sebagaimana tercantum pada tabel di atas, tahapan selanjutnya adalah melakukan konversi data dari format vektor menjadi format *raster*. Proses ini dilakukan untuk menghasilkan analisis *Raster Distance*, yaitu perhitungan jarak antar variabel menggunakan metode *Euclidean Distance*. Pengolahan data dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak *ArcGIS 10.8*. Analisis *Raster Distance* berfungsi untuk mengetahui jarak antar faktor dalam satuan meter sehingga dapat digunakan untuk melihat tingkat kedekatan setiap variabel terhadap lokasi tertentu. Berikut merupakan peta hasil analisis *Raster Distance* pada masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian.



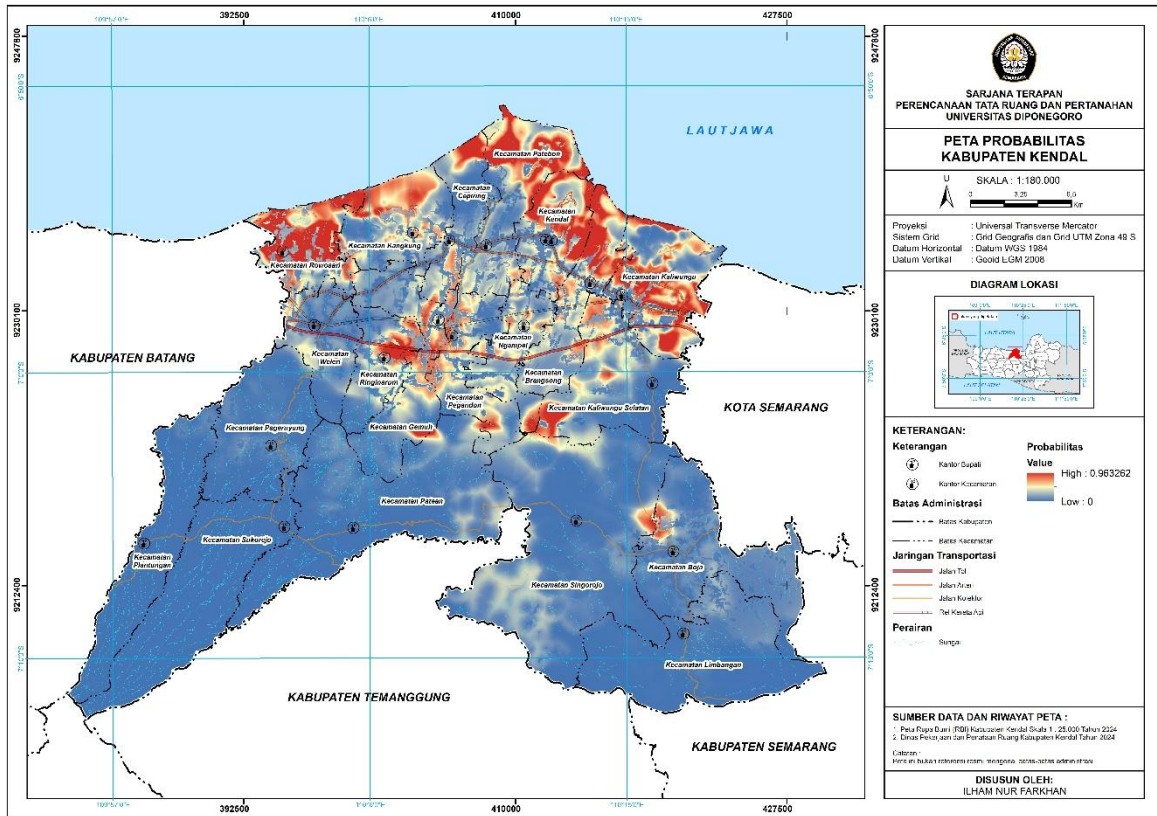
Sumber: Penyusun, 2026

**Gambar 4.4** *Peta Raster Distance* Faktor Pendorong Permukiman

Berdasarkan Gambar 4.4, wilayah bagian tengah hingga utara Kabupaten Kendal memiliki tingkat kedekatan yang lebih tinggi terhadap sebagian besar faktor pendorong dibandingkan wilayah selatan. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi jaringan jalan utama, kawasan industri, serta fasilitas pelayanan yang berada di koridor Pantura dan kawasan perkotaan. Sebaliknya, wilayah selatan memiliki aksesibilitas yang lebih rendah dan topografi yang lebih berbukit sehingga jaraknya terhadap berbagai faktor pendorong relatif lebih besar. Hasil ini menunjukkan bahwa perkembangan permukiman di Kabupaten Kendal cenderung mengikuti pola kedekatan terhadap pusat aktivitas dan infrastruktur.

Hasil analisis *Raster Distance* selanjutnya dinormalisasi pada rentang nilai 0-1 sebelum digunakan dalam proses pelatihan *Artificial Neural Network* (ANN) pada aplikasi GeoSOS-FLUS. Normalisasi bertujuan menyeragamkan skala seluruh variabel sehingga setiap faktor memiliki peluang yang sama dalam memengaruhi proses pembelajaran model serta meningkatkan stabilitas hasil prediksi (Demircioğlu, 2024). Nilai yang mendekati 1 menunjukkan kedekatan yang tinggi terhadap faktor pendorong, sedangkan nilai mendekati 0 menunjukkan lokasi yang semakin jauh dari faktor tersebut. Model ANN mempelajari hubungan antara faktor-faktor pendorong dan perubahan penggunaan lahan untuk menghasilkan nilai probabilitas perkembangan permukiman pada setiap piksel. Nilai

probabilitas tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta probabilitas perkembangan permukiman sebagaimana disajikan pada gambar berikut.



Sumber: Penyusun, 2026

**Gambar 4.5 Peta Probabilitas Perkembangan Permukiman**

Berdasarkan Gambar 4.5, nilai probabilitas perkembangan permukiman yang tinggi terkonsentrasi di Kecamatan Kaliwungu, Kendal, Brangsong, Ngampel, Patebon, dan Boja. Wilayah tersebut didukung oleh aksesibilitas yang baik, kedekatan dengan kawasan industri, serta fasilitas pelayanan yang relatif lengkap. Sebaliknya, Kecamatan Plantungan, Pugeruyung, Singorojo, dan Sukorejo menunjukkan probabilitas yang lebih rendah karena lokasinya relatif jauh dari pusat pertumbuhan dan memiliki kondisi topografi yang lebih berbukit. Perkembangan permukiman di Kabupaten Kendal cenderung mengikuti pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dan koridor transportasi. Peta probabilitas menggambarkan peluang perkembangan permukiman berdasarkan pengaruh gabungan seluruh faktor pendorong yang digunakan. Hasil ini menjadi dasar dalam proses simulasi perubahan penggunaan lahan menggunakan model *Cellular Automata* pada aplikasi GeoSOS-FLUS.

Untuk mengetahui tingkat keakuratan model *probabilitas* tersebut, dilakukan proses evaluasi menggunakan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) pada aplikasi GEO-SOS FLUS. RMSE merupakan ukuran statistik yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesalahan model prediksi (J. Zhao et al., 2025), dengan menghitung rata-rata selisih kuadrat

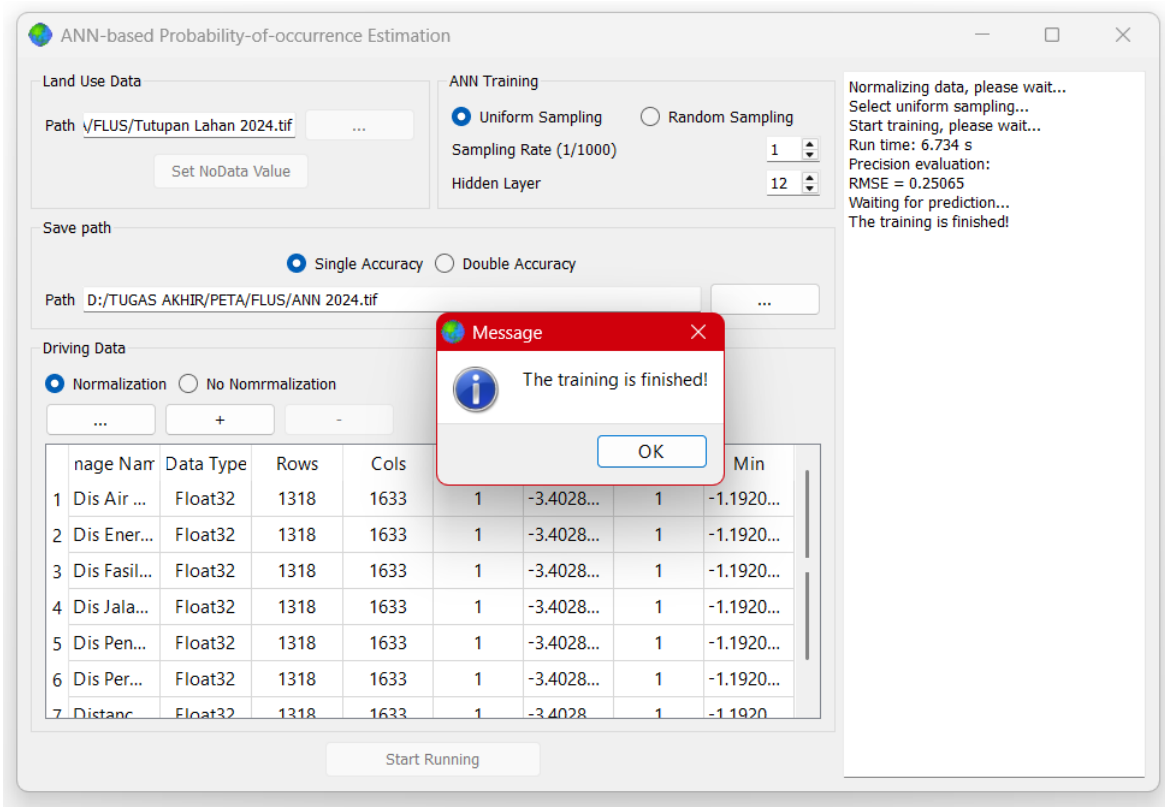
antara nilai prediksi dan nilai aktual, kemudian diambil akar kuadrat dari hasil tersebut. Semakin kecil nilai RMSE yang diperoleh, maka tingkat kesalahan model semakin rendah sehingga model yang digunakan dianggap semakin baik dalam memprediksi perubahan tutupan lahan. Secara matematis, nilai RMSE dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

Keterangan:

- $n$  = jumlah data atau sampel,
- $y_i$  = nilai aktual (observasi) ke- $i$ ,
- $\hat{y}_i$  = nilai hasil prediksi ke- $i$ .

Hasil pelatihan *Artificial Neural Network* (ANN) pada aplikasi GeoSOS-FLUS, diperoleh nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 0,25065. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat kesalahan model relatif rendah sehingga hubungan antara faktor pendorong dan perubahan penggunaan lahan dapat direpresentasikan dengan baik. Dengan demikian, model memiliki tingkat keandalan yang memadai untuk digunakan dalam simulasi perkembangan permukiman hingga tahun 2034. Hasil pelatihan ANN yang menghasilkan nilai RMSE tersebut ditampilkan pada gambar berikut.



Sumber: Penyusun, 2026

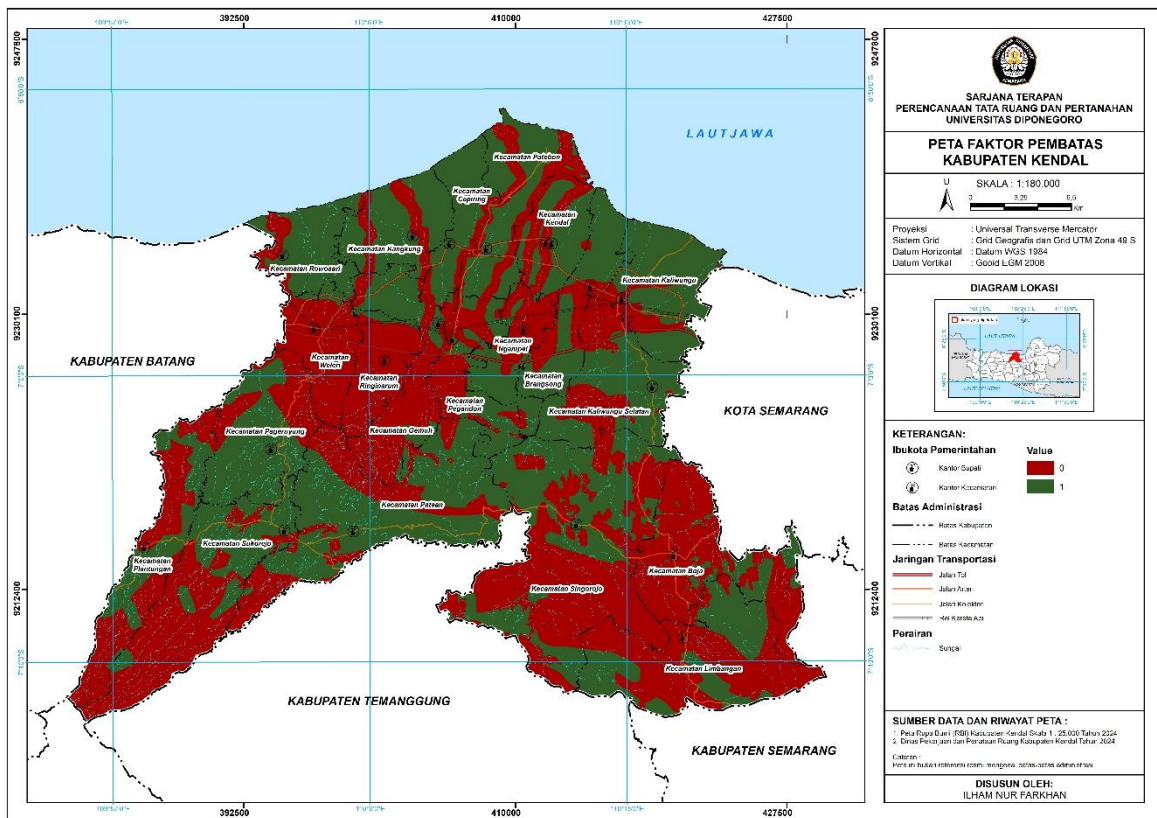
**Gambar 4.6 Nilai RMSE**

Nilai RMSE sebesar 0,25065 menunjukkan bahwa rata-rata penyimpangan antara hasil prediksi model dengan kondisi aktual relatif rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa model ANN mampu mempelajari hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan faktor-faktor pendorong perkembangan permukiman secara cukup baik. Meskipun masih terdapat selisih antara hasil prediksi dan kondisi aktual, tingkat kesalahan tersebut masih dapat diterima dalam pemodelan perubahan penggunaan lahan sehingga model dinilai memiliki tingkat keandalan yang memadai. Dengan demikian, hasil probabilitas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar dalam proses simulasi perkembangan permukiman hingga tahun 2034.

#### 4.3.2 Faktor Pembatas Permukiman

Faktor pembatas merupakan variabel yang digunakan untuk membatasi kemungkinan perubahan penggunaan lahan menjadi kawasan permukiman. Faktor pembatas yang digunakan meliputi kawasan rawan bencana, kemiringan lereng, serta kawasan lindung. Kawasan rawan bencana tidak direkomendasikan sebagai lokasi pengembangan permukiman karena berpotensi menimbulkan kerugian terhadap keselamatan jiwa dan kerusakan infrastruktur. kawasan lindung berfungsi menjaga keseimbangan ekosistem

sehingga pemanfaatannya untuk kegiatan budidaya termasuk pengembangan permukiman perlu dibatasi sesuai dengan ketentuan tata ruang. Faktor kemiringan lereng juga menjadi pertimbangan karena wilayah dengan lereng yang curam memiliki tingkat kesesuaian yang rendah untuk pembangunan permukiman serta memiliki potensi erosi dan longsor. Faktor pembatas digunakan sebagai variabel kontrol dalam pemodelan *Future Land Use Simulation* (FLUS) agar hasil simulasi pengembangan permukiman lebih realistis, aman dan sesuai dengan kondisi fisik serta kebijakan pemanfaatan ruang (Ye et al., 2024). Adapun peta faktor pembatas permukiman disajikan pada gambar berikut.



Sumber: Penyusun, 2026

**Gambar 4.7 Peta Faktor Pembatas**

Berdasarkan gambar 4.7, peta faktor pembatas terdiri atas dua kategori yaitu 0 dan 1, Dalam algoritma FLUS, nilai 1 menunjukkan wilayah yang diperbolehkan untuk mengalami perubahan penggunaan lahan khususnya permukiman karena tidak termasuk dalam kawasan pembatas. Sebaliknya, nilai 0 menunjukkan wilayah yang tidak diperbolehkan mengalami perubahan penggunaan lahan khususnya untuk arahan pengembangan permukiman. Dengan penerapan faktor pembatas tersebut, proses simulasi diarahkan untuk menghindari pengembangan permukiman pada wilayah yang memiliki keterbatasan fisik, fungsi lindung, maupun tingkat risiko bencana yang tinggi, sehingga hasil pemodelan lebih sesuai dengan prinsip pembangunan wilayah yang aman dan berkelanjutan.

#### **4.4 Analisis Prediksi Permukiman**

Analisis prediksi permukiman dilakukan untuk mengetahui kecenderungan perkembangan permukiman di Kabupaten Kendal pada tahun 2034. Analisis ini menggunakan *Framework Future Land Use Simulation* (FLUS) yang mengintegrasikan pembentukan peta probabilitas berbasis *Artificial Neural Network* (ANN), proyeksi perkembangan lahan atau *land use demand* menggunakan *Markov Chain*, serta simulasi alokasi spasial berbasis *Cellular Automata* (CA). Melalui tahapan tersebut, hasil prediksi tidak hanya menunjukkan perubahan luasan tutupan lahan, tetapi juga menggambarkan arah persebaran spasial perkembangan permukiman pada tahun proyeksi.

##### **4.4.1 Pembentukan Peta Probabilitas**

Pembentukan peta probabilitas merupakan tahap awal dalam analisis prediksi permukiman menggunakan *Framework FLUS*. Pada tahap ini, peta probabilitas dibentuk dari hasil analisis faktor pendorong yang telah dilakukan sebelumnya, kemudian diproses menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk mengetahui peluang perubahan setiap kelas tutupan lahan. Peta probabilitas menunjukkan tingkat kemungkinan suatu lokasi mengalami perubahan menjadi kelas tutupan lahan tertentu, termasuk permukiman, berdasarkan karakteristik spasial wilayah. Dalam penelitian ini, peta probabilitas digunakan sebagai salah satu input utama dalam proses simulasi, bersama dengan nilai *land use demand*, untuk menghasilkan prediksi tutupan lahan tahun 2034. Setelah peta probabilitas diperoleh, tahap selanjutnya adalah menghitung kebutuhan luasan masing-masing kelas tutupan lahan pada tahun proyeksi melalui proses *land use demand*. Proses ini dilakukan untuk menentukan jumlah piksel yang harus dialokasikan pada setiap kelas tutupan lahan dalam simulasi tahun 2034.

##### **4.4.2 Proyeksi *Land Use Demand***

Proyeksi *land use demand* dilakukan untuk mengetahui kebutuhan luasan masing-masing kelas tutupan lahan pada tahun 2034. Perhitungan *land use demand* dilakukan menggunakan *Markov Chain* dengan memanfaatkan data perubahan tutupan lahan pada periode sebelumnya. Hasil dari tahap ini berupa jumlah piksel setiap kelas tutupan lahan yang dibutuhkan pada tahun proyeksi. Nilai *land use demand* tersebut kemudian digunakan sebagai input dalam proses simulasi spasial menggunakan parameter *self adaptive inertia* dalam FLUS. Hasil perhitungan *land use demand* tahun 2034 di Kabupaten Kendal disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 4.7 Proyeksi *Land Use Demand***

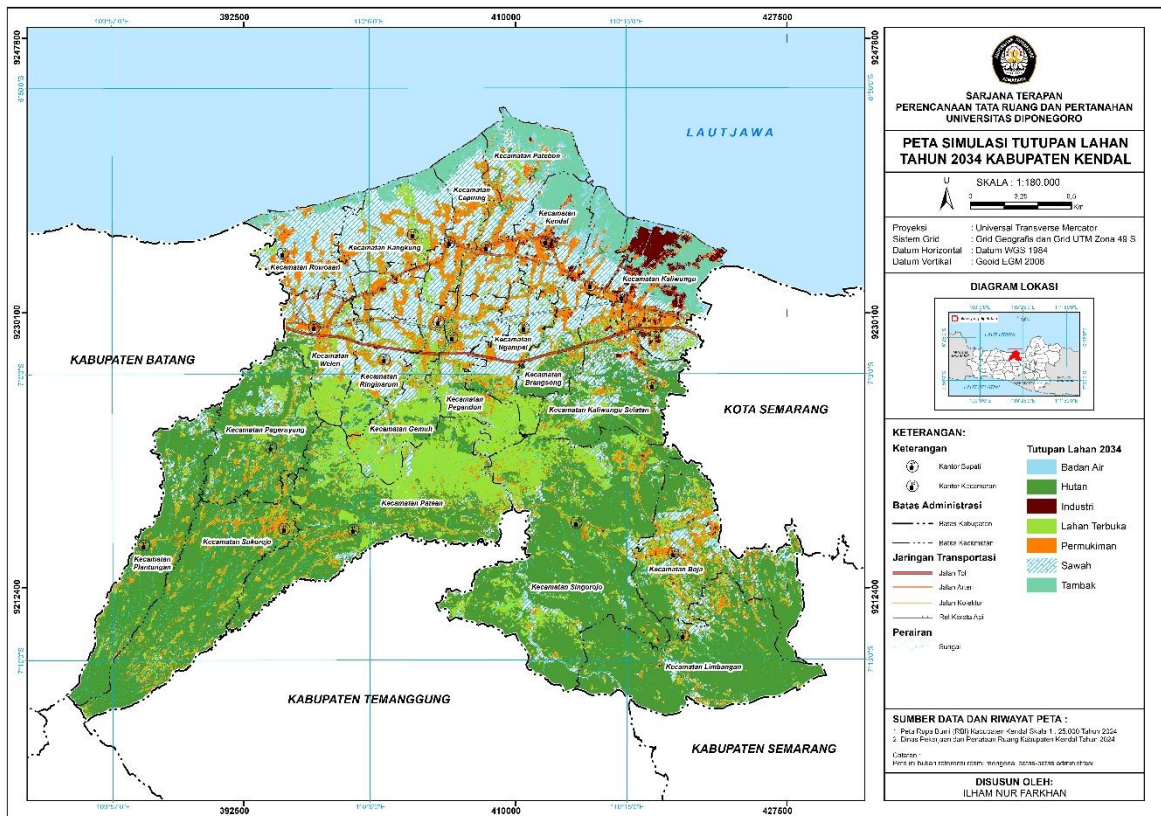
Tahun	Satuan	Badan Air	Hutan	Sawah	Permukiman	Industri	Lahan Terbuka	Tambak
2024	<i>Pixel</i>	20581	474071	235903	108064	13171	221097	42753
	Ha	1.852,11	42.661,45	21.228,84	9.724,59	1.185,21	19.896,39	3.847,41
2034	<i>Pixel</i>	23280	478212	221403	115051	17288	207920	52486
	Ha	2.094,96	43.034,06	19.923,93	10.353,37	1.555,74	18.710,67	4.723,27

Sumber: Penyusun, 2026

*Land use demand* pada model FLUS dinyatakan dalam satuan jumlah *pixel* karena digunakan sebagai dasar kebutuhan alokasi setiap kelas tutupan lahan dalam proses simulasi. Namun, untuk mempermudah interpretasi terhadap kebutuhan ruang secara spasial, nilai *land use demand* juga dikonversi ke dalam satuan hektar. Dengan demikian, tabel *land use demand* tidak hanya menunjukkan jumlah *pixel* yang dibutuhkan pada tahun proyeksi, tetapi juga menggambarkan luas ekuivalen setiap kelas tutupan lahan.

#### 4.4.3 Simulasi Spasial dengan *Cellular Automata*

Simulasi spasial dilakukan menggunakan pendekatan *Cellular Automata* (CA) untuk mengalokasikan perubahan tutupan lahan secara spasial pada setiap unit piksel. Tahap ini memanfaatkan peta probabilitas hasil ANN dan nilai *land use demand* hasil proyeksi *Markov Chain* sebagai *input* utama, yang bekerja secara terintegrasi melalui mekanisme kompetisi antarkelas lahan. Dalam proses simulasi, digunakan parameter *self adaptive inertia* untuk menyesuaikan bobot kompetisi antarkelas lahan secara adaptif selama iterasi berlangsung, serta efek ketetanggaan (*neighborhood effect*) agar pola spasial hasil simulasi mencerminkan dinamika perkembangan lahan yang lebih realistis. Sebagai pembatas spasial, diterapkan *constraint map* yang terdiri atas kemiringan lereng, kawasan lindung, dan kawasan rawan bencana sehingga piksel pada area tersebut tidak dapat mengalami perubahan kelas lahan selama simulasi berlangsung. Dengan demikian, hasil simulasi secara tidak langsung telah terbebas dari wilayah yang memiliki keterbatasan secara fisik, risiko bencana, dan menghasilkan peta tutupan lahan Kabupaten Kendal tahun 2034 sebagai dasar analisis arahan lokasi pengembangan permukiman.



Sumber: Penyusun, 2026

**Gambar 4.8** Peta Simulasi Tutupan Lahan Tahun 2034

Berdasarkan Gambar 4.8, perkembangan wilayah di Kabupaten Kendal menunjukkan kecenderungan penguatan aktivitas terbangun pada bagian utara hingga tengah. Hal ini terlihat dari persebaran permukiman yang mengikuti jaringan jalan utama, pusat-pusat kecamatan, dan kawasan permukiman eksisting, terutama di sekitar Kecamatan Kendal, Kaliwungu, Patebon, Brangsong, Weleri, dan Boja. Industri tampak terkonsentrasi kuat di wilayah timur laut, khususnya sekitar Kecamatan Kaliwungu, sehingga membentuk koridor perkembangan ruang terbangun yang berdekatan dengan jalur transportasi dan kawasan perkotaan. Sementara itu, wilayah utara pesisir masih didominasi oleh tambak dan badan air, sedangkan wilayah selatan seperti Plantungan, Sukorejo, Patean, Singorojo, dan Limbangan tetap didominasi oleh hutan dan lahan terbuka. Perbedaan pola tersebut menunjukkan bahwa perkembangan tutupan lahan tahun 2034 tidak menyebar merata, tetapi cenderung mengikuti faktor aksesibilitas dan kedekatan dengan pusat kegiatan. Dengan demikian, hasil simulasi ini mengindikasikan bahwa potensi pengembangan permukiman lebih besar berada pada wilayah utara dan tengah, sementara wilayah selatan relatif terbatas karena kondisi topografi dan dominasi lahan nonterbangun.

#### 4.4.4 Hasil Prediksi Permukiman

Hasil simulasi spasial menggunakan metode *Cellular Automata* (CA) menunjukkan bahwa luas permukiman di Kabupaten Kendal diproyeksikan mengalami peningkatan pada tahun 2034. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, luas permukiman bertambah dari 9.724,59 ha pada tahun 2024 menjadi 10.357,37 ha pada tahun 2034 atau meningkat sebesar 628,78 ha. Peningkatan tersebut mencerminkan bertambahnya kebutuhan ruang terbangun yang dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, perkembangan aktivitas ekonomi, dan ekspansi kawasan industri di Kabupaten Kendal. Dalam pemodelan *Cellular Automata*, perubahan ini terjadi pada sel-sel yang memiliki tingkat kesesuaian tinggi berdasarkan faktor pendorong, kedekatan terhadap kawasan terbangun eksisting, serta pengaruh lingkungan di sekitarnya memiliki peluang yang lebih besar untuk mengalami transisi menjadi kawasan permukiman. Secara spasial, perkembangan permukiman cenderung membentuk pola mengelompok dan mengikuti kawasan terbangun yang telah berkembang sebelumnya, terutama di wilayah utara dan tengah Kabupaten Kendal yang. Adapun perbandingan luas tutupan lahan tahun 2024 dan hasil simulasi tahun 2034 disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 4.8 Luas Tutupan Lahan 2024 dan Hasil Simulasi Tutupan Lahan 2034**

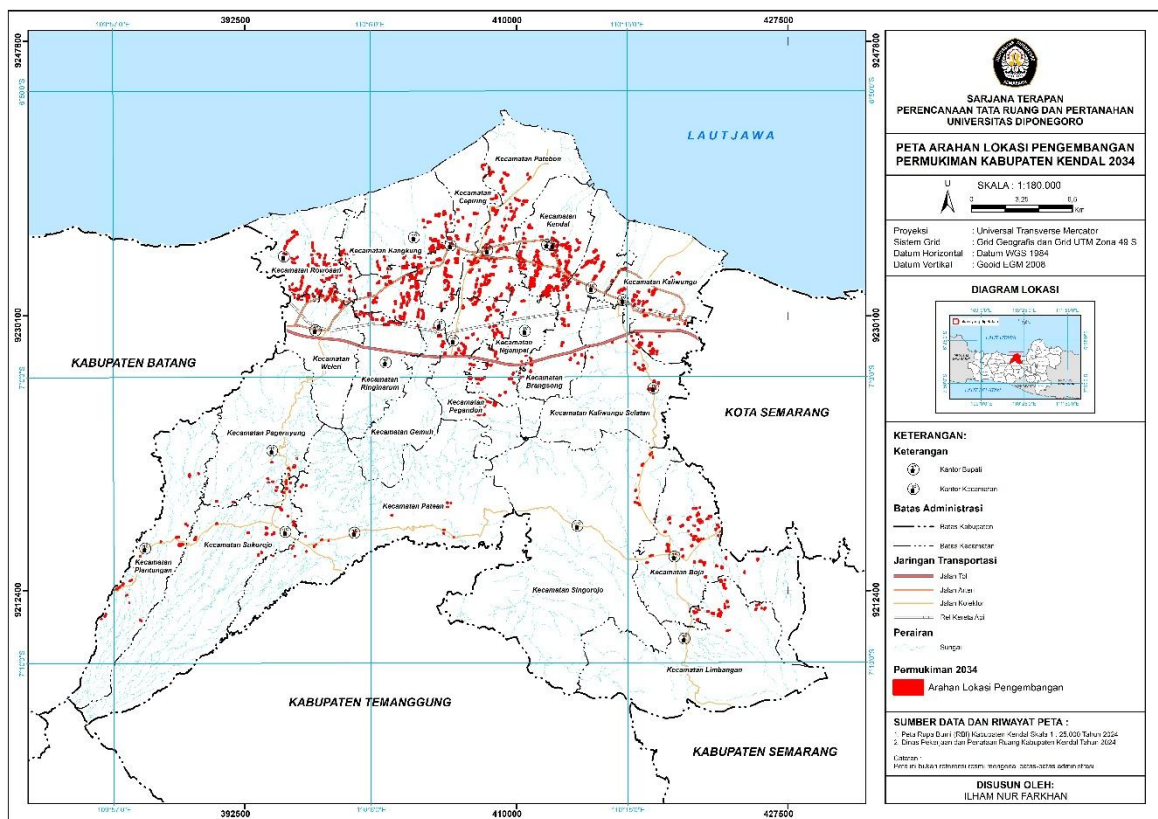
No.	Tutupan Lahan	Tahun 2024	Tahun 2034	Perubahan
1.	Badan Air	1.852,11	2.094,96	242,85
2.	Hutan	42.661,45	43.034,06	372,61
3.	Sawah	21.228,84	19.923,93	-1.304,91
4.	Permukiman	9.724,59	10.353,37	628,78
5.	Industri	1.185,21	1.555,74	370,53
6.	Lahan Terbuka	19.896,39	18.710,67	-1.185,72
7.	Tambak	3.847,41	4.723,27	875,86
<b>Luas (ha)</b>		<b>100.396,00</b>	<b>100.396,00</b>	<b>0,00</b>

Sumber: Penyusun, 2026

Berdasarkan Tabel 4.8, hasil simulasi menunjukkan bahwa beberapa kelas tutupan lahan mengalami peningkatan maupun penurunan selama periode 2024-2034. Kelas tambak mengalami peningkatan terbesar, yaitu sebesar 875,86 ha, diikuti permukiman sebesar 628,78 ha, hutan sebesar 372,61, dan industri sebesar 370,53 ha. Sebaliknya, sawah mengalami penurunan paling besar, yaitu sebesar 1.304,91 ha, diikuti lahan terbuka sebesar 1.185,72 ha. Perubahan tersebut menunjukkan adanya kecenderungan konversi lahan pertanian dan lahan terbuka menjadi kawasan terbangun, terutama untuk mendukung perkembangan permukiman dan industri. Dalam penelitian ini, peningkatan luas permukiman sebesar 628,78 ha menjadi dasar dalam penyusunan arahan lokasi pengembangan permukiman Kabupaten Kendal tahun 2034.

#### 4.5 Analisis Arahan Lokasi Pengembangan Permukiman

Hasil simulasi *Cellular Automata* menghasilkan peta tutupan lahan tahun 2034 yang mencakup seluruh sebaran kawasan permukiman, baik permukiman eksisting tahun 2024 maupun permukiman hasil prediksi tahun 2034. Mengingat tujuan analisis adalah mengidentifikasi lokasi yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman baru, maka diperlukan proses eliminasi terhadap area permukiman yang telah terbangun sebelumnya. Proses tersebut dilakukan melalui *overlay* antara peta permukiman hasil prediksi tahun 2034 dengan peta permukiman eksisting tahun 2024, di mana area yang telah terklasifikasi sebagai permukiman pada tahun 2024 dieliminasi dari hasil prediksi. Hasil *overlay* tersebut menghasilkan peta arahan lokasi pengembangan permukiman tahun 2034 di Kabupaten Kendal, sebagaimana disajikan pada gambar berikut.



Sumber: Penyusun, 2026

**Gambar 4.9 Peta Arahan Lokasi Pengembangan Permukiman**

Berdasarkan Gambar 4.9, arahan lokasi pengembangan permukiman tahun 2034 tersebar secara selektif pada beberapa wilayah di Kabupaten Kendal, terutama di bagian utara hingga tengah. Sebarannya cenderung mengikuti jaringan jalan dan pusat-pusat kegiatan, seperti di Kecamatan Kaliwungu, Brangsong, Kendal, Cepiring, Weleri, Ngampel, Gemuh, dan Patebon. Pola persebaran ini menunjukkan bahwa lokasi pengembangan tidak muncul secara acak, melainkan berada pada wilayah yang memiliki aksesibilitas baik, dekat

dengan fasilitas, kawasan permukiman dan industri eksisting, serta tidak berada pada kawasan lindung. Sementara itu, wilayah selatan memiliki potensi pengembangan yang lebih terbatas akibat kondisi kemiringan lereng yang tinggi serta pada kawasan rawan bencana longsor. Untuk mengetahui tingkat potensi pengembangan pada masing-masing kecamatan secara lebih rinci, luas arahan lokasi pengembangan permukiman tahun 2034 disajikan pada tabel berikut.

**Tabel 4.9 Luas Arahan Lokasi Pengembangan Permukiman Tahun 2034**

No	Kecamatan	Luas (Ha)
1.	Kecamatan Boja	33,11
2.	Kecamatan Brangsong	40,65
3.	Kecamatan Cepiring	47,92
4.	Kecamatan Gemuh	64,15
5.	Kecamatan Kaliwungu Selatan	10,74
6.	Kecamatan Kangkung	41,91
7.	Kecamatan Kendal	95,42
8.	Kecamatan Limbangan	12,98
9.	Kecamatan Ngampel	15,50
10.	Kecamatan Pageruyung	5,19
11.	Kecamatan Patean	4,96
12.	Kecamatan Patebon	69,18
13.	Kecamatan Pegandon	47,90
14.	Kecamatan Ringinarum	11,75
15.	Kecamatan Rowosari	42,56
16.	Kecamatan Singorojo	4,28
17.	Kecamatan Sukorejo	13,68
18.	Kecamatan Weleri	20,30
19.	Kecamatan Kaliwungu	33,77
20.	Kecamatan Plantungan	12,83
<b>Luas Total (Ha)</b>		<b>628,78</b>

Sumber: Penyusun, 2026

Berdasarkan Tabel 4.9, arahan lokasi pengembangan permukiman tahun 2034 memiliki luas total 628,78 ha yang tersebar pada 20 kecamatan di Kabupaten Kendal. Luasan terbesar berada di Kecamatan Kendal 95,42 ha, diikuti Kecamatan Patebon 69,18 ha, Kecamatan Gemuh 64,15 ha, Kecamatan Cepiring 47,92 ha, dan Kecamatan Pegandon 47,90 ha. Sebaran tersebut menunjukkan bahwa lokasi pengembangan permukiman cenderung berada pada wilayah utara hingga tengah Kabupaten Kendal yang memiliki aksesibilitas baik, kedekatan dengan fasilitas, kawasan permukiman eksisting serta aktivitas industri. Sebaliknya, kecamatan seperti Singorojo, Patean, dan Pageruyung memiliki luas arahan yang relatif kecil karena keterbatasan potensi pengembangan permukiman akibat pengaruh kondisi fisik wilayah dan faktor pembatas lainnya.