

BAB 4

ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN KEJADIAN BANJIR DI KOTA SEMARANG BERBASIS DAERAH ALIRAN SUNGAI

4.1 Analisis Tipologi Berdasarkan Tutupan Lahan, Kejadian Banjir, dan DAS di Kota Semarang

Analisis tipologi berdasarkan tutupan lahan, kejadian banjir, dan DAS di Kota Semarang ditujukan untuk mengetahui pengaruh perubahan tutupan lahan, kejadian banjir, dan DAS di Kota Semarang pada periode waktu tahun 2015 sampai dengan tahun 2022. Pengolahan data menggunakan Citra Satelit Sentinel, Citra Satelit Resolusi Tinggi, dan SPOT 6/ 7 melalui teknik *Supervised Classification* dengan tujuan untuk mengetahui pembagian klasifikasi kelas penutup lahan yang berupa perairan, area terbuka, lahan terbangun, pertanian dan peternakan, dan hutan. Perubahan tutupan lahan yang terjadi dalam rentang 2015 hingga 2022 memiliki implikasi langsung terhadap kemampuan Daerah Aliran Sungai (DAS) dalam menjalankan fungsi hidrologisnya. Pada konteks DAS di Kota Semarang, kejadian banjir tidak hanya ditentukan oleh intensitas curah hujan, tetapi juga oleh kemampuan DAS dalam mentransmisikan, menyimpan, dan mengalirkan air secara terkendali. Daerah Aliran Sungai dengan dominasi tutupan lahan kedap air di bagian hulu akan mengakibatkan waktu limpasan yang lebih singkat, sehingga puncak banjir lebih cepat dan dengan volume yang lebih besar.

4.1.1 Analisis Perubahan Tutupan Lahan

Analisis perubahan tutupan lahan di Kota Semarang dilakukan melalui proses *supervised* Citra Satelit Sentinel 2. *Supervised Classification* termasuk salah satu metode penginderaan jauh yaitu pengamatan dan pengumpulan informasi berkaitan dengan objek dipermukaan bumi, menggunakan sensor tertentu dan tanpa kontak langsung dengan objek yang diamati. Akurasi hasil klasifikasi dari pengolahan data citra satelit sangat dipengaruhi oleh kondisi lapangan, luas wilayah studi, serta karakteristik area yang dianalisis. Pengolahan dilakukan dengan mengambil 400 sampel setiap klasifikasi penutup lahan.

Pengambilan 400 sampel training pada *supervised classification* Citra Satelit Sentinel 2 di Kota Semarang menggunakan rumus *Slovin* guna menentukan ukuran sampel representatif berdasarkan populasi total piksel citra. Jumlah titik sampel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Di mana:

n = Jumlah Sampel

N = Jumlah Piksel

e = Persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan sampel yang masih dapat ditolerir (*error*)

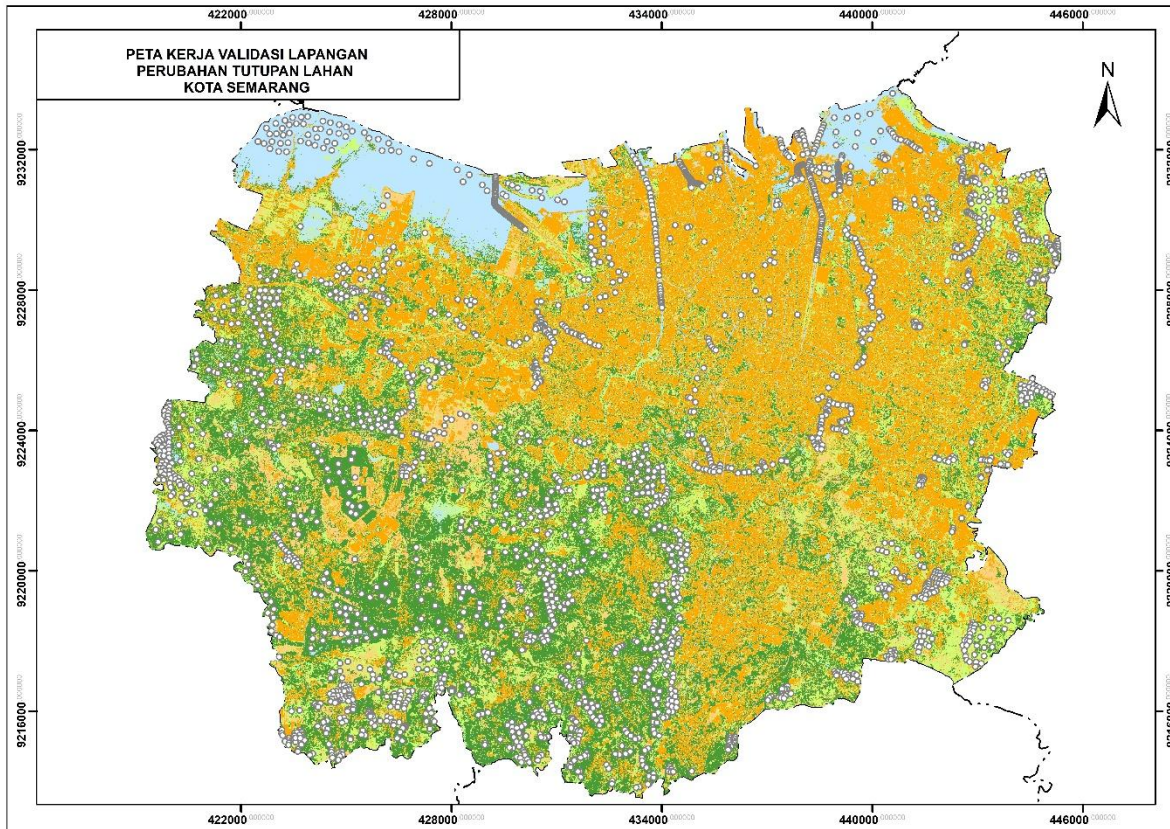
$$n = \frac{3.858.820}{1 + 3.858.820(0,05)^2}$$

$$n = \frac{3.858.820}{9.648,05}$$

$$n = 399,95$$

$$n \approx 400$$

Pada penelitian ini melalui tingkat kepercayaan yang ditetapkan sebesar 95%, sehingga memiliki taraf signifikansi mencapai 0,05. Dengan kata lain hasil sampel berpotensi memiliki kesalahan atau nilai *error* sebesar 5% saat diterapkan untuk generalisasi ke populasi. *Training Sample* tersebut dilakukan untuk masing – masing klasifikasi penutup lahan. Apabila proses *training sample* tersebut sudah selesai untuk masing – masing klasifikasi penutup lahan, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan klasifikasi menggunakan *Random Forest*. Metode ini merupakan salah satu algoritma klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) yang digunakan dalam penginderaan jauh, hal ini karena mempertimbangkan distribusi statistik dari setiap kelas penutup lahan berdasarkan data *training sample* yang telah dikumpulkan sebelumnya (Shi & Xue, 2017). Setiap piksel tersebut akan diklasifikasikan ke dalam kelas penutup lahan yang memiliki nilai probabilitas tertinggi, yaitu dihitung dengan memanfaatkan ukuran statistik yang mencakup nilai rata – rata (*mean*) dan kovarian dari nilai piksel setiap kelas sebagai distribusi normal dalam ruang multispektral (Andresi dkk., 2026). Sampel tersebut juga dilakukan validasi untuk membuktikan tingkat valid sampel yang diambil.



Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 1 Peta Kerja Validasi Tutupan Lahan Kota Semarang

Hasil dari proses klasifikasi ini berupa peta penutup lahan yang menampilkan distribusi spasial dari masing – masing kelas. Pada Tabel 4.1 merupakan hasil pengolahan perubahan tutupan lahan di Kota Semarang pada tahun 2015 dan 2022.

Tabel 4. 1 Luas Tutupan Lahan 2015 dan 2022

Tahun	Luas Tutupan Lahan (ha)				
	Badan Air	Hutan	Lahan Pertanian	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun
2015	2854,884	5422,982	8530,963	11435,144	10341,861
2022	2634,083	4831,622	5419,999	11017,396	14682,985

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Hasil analisis tutupan lahan Kota Semarang pada dua periode pengamatan (2015 dan 2022), teridentifikasi lima kelas tutupan lahan, yaitu badan air, hutan, lahan pertanian, lahan terbuka, dan lahan terbangun. Dinamika tutupan lahan selama periode tersebut mencerminkan kecenderungan konversi lahan vegetasi menuju lahan terbangun yang konsisten.

Lahan terbangun menunjukkan peningkatan yang paling signifikan, yakni dari 10.341,861 ha pada tahun 2015 menjadi 14.682,985 ha pada tahun 2022. Peningkatan luas

lahan terbangun sebesar 4.341,124 ha dalam rentang 2015–2022 mengindikasikan intensitas urbanisasi yang tinggi di wilayah Kota Semarang, sejalan dengan pertumbuhan kawasan permukiman dan infrastruktur perkotaan.

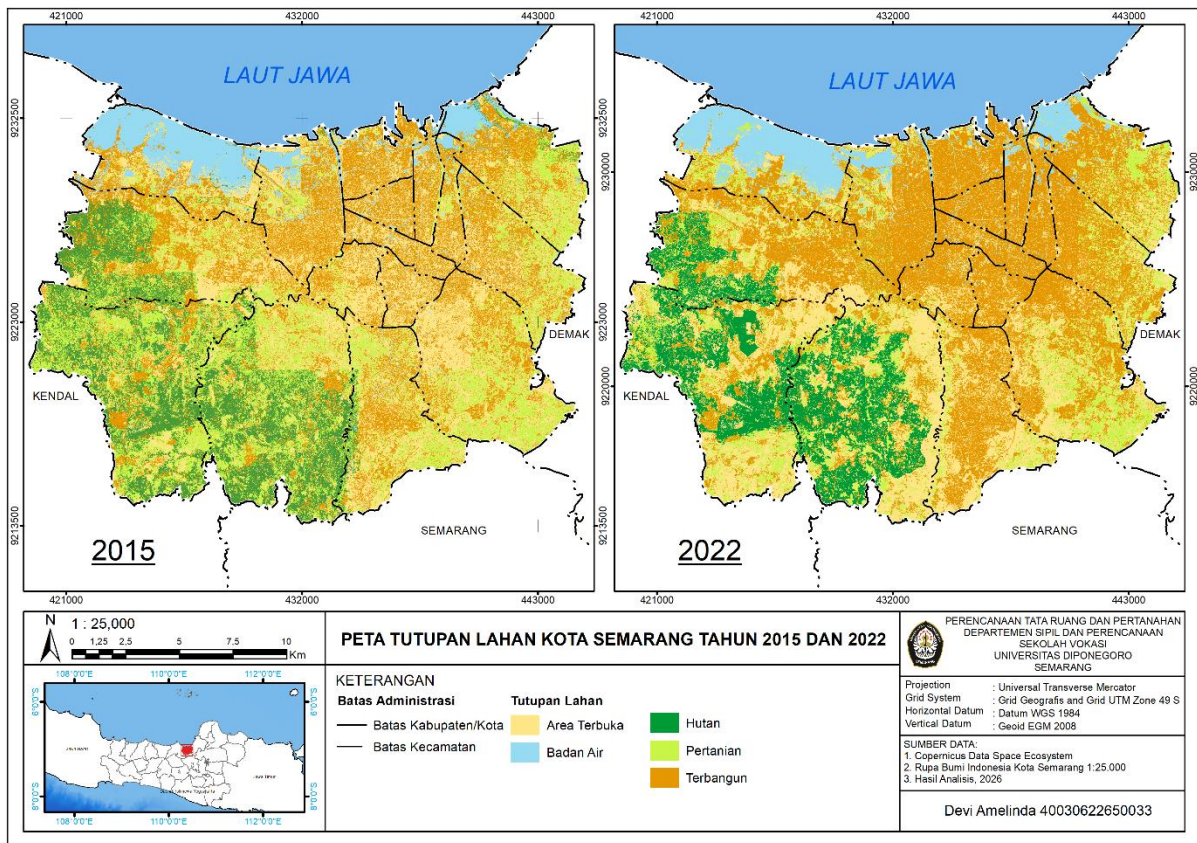
Lahan pertanian mengalami penurunan yang cukup drastis, dari 8.530,963 ha pada tahun 2015 menjadi 5.419,999 ha pada tahun 2022, dengan total pengurangan sebesar 3.110,964 ha. Penurunan ini mengindikasikan terjadinya alih fungsi lahan pertanian secara masif, yang umumnya dikonversi menjadi kawasan terbangun sebagai respons terhadap meningkatnya kebutuhan lahan perkotaan.

Kelas hutan juga mengalami penyusutan, dari 5.422,982 ha pada tahun 2015 menjadi 4.831,622 ha pada tahun 2022, dengan berkurangnya tutupan vegetasi seluas 591,360 ha. Penurunan luasan hutan ini berimplikasi pada melemahnya fungsi resapan air dan pengendalian limpasan permukaan, yang pada gilirannya dapat memperparah risiko banjir di wilayah hilir DAS.

Lahan terbuka mengalami sedikit penurunan, dari 11.435,144 ha pada tahun 2015 menjadi 11.017,396 ha pada tahun 2022, dengan selisih sebesar 417,748 ha. Kondisi ini kemungkinan berkaitan dengan sebagian lahan terbuka yang telah terkonversi menjadi lahan terbangun dalam periode tersebut.

Badan air turut mengalami penurunan, dari 2.854,884 ha pada tahun 2015 menjadi 2.634,083 ha pada tahun 2022, berkurang sebesar 220,801 ha. Penurunan luas badan air ini dapat dikaitkan dengan alih fungsi kawasan sempadan sungai maupun pendangkalan dan penyempitan badan air akibat tekanan pembangunan di sekitarnya.

Pola perubahan tutupan lahan yang terjadi menunjukkan dominasi konversi lahan pertanian dan hutan menjadi lahan terbangun, yang merupakan indikator tekanan urbanisasi terhadap kawasan hijau dan ruang terbuka. Kondisi ini berpotensi memperburuk kapasitas infiltrasi tanah dan meningkatkan risiko genangan serta banjir di wilayah hilir DAS. Guna memahami pola persebaran spasial dari tutupan lahan pada periode 2015 hingga 2022 tersebut secara komprehensif, perubahan tutupan lahan tersebut divisualisasikan melalui peta pada Gambar 4.1,



Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 2 Peta Tutupan Lahan Kota Semarang 2015 dan 2022

Analisis matriks perubahan tutupan lahan yang menyajikan informasi mengenai luasan lahan yang tetap maupun yang mengalami konversi dari satu kelas ke kelas lainnya selama periode 2015–2022. Matriks perubahan ini menjadi dasar dalam memahami dinamika penggunaan lahan yang terjadi di Kota Semarang serta mengidentifikasi kelas tutupan lahan yang mengalami perubahan paling dominan. Hasil perhitungan matriks perubahan tutupan lahan tahun 2015–2022 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

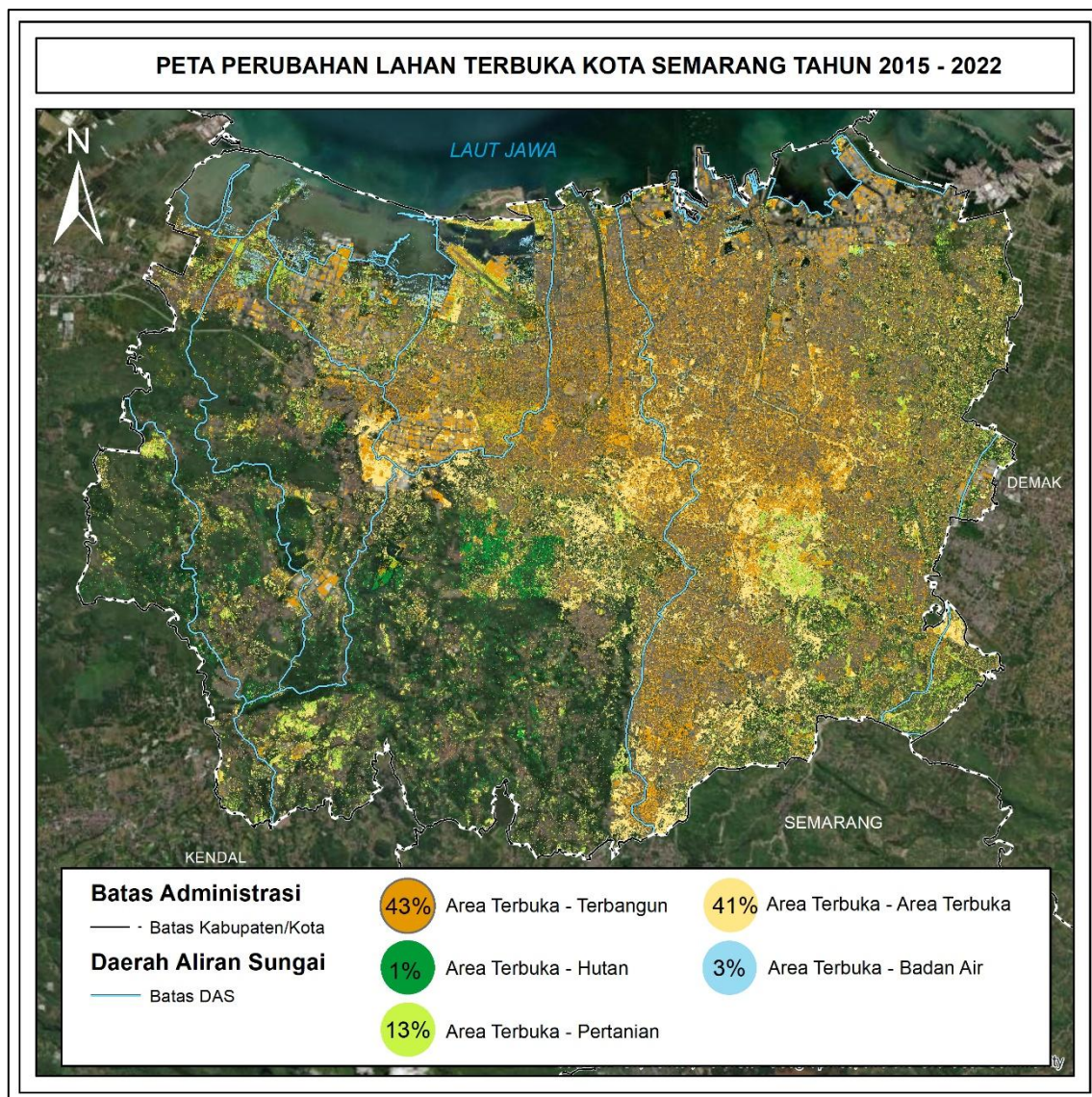
Tabel 4. 2 Luasan Perubahan Tutupan Lahan 2015 ke 2022

Kelas Tutupan Lahan	Tutupan Lahan 2022										Total (Ha)	
	Badan Air		Hutan		Lahan Pertanian		Lahan Terbuka		Lahan Terbangun			
Tutupan Tahun 2015	Badan Air	2067,31	72,40%	0,12	0,004%	117,63	4,12%	261,34	9,15%	407,58	14,28%	2854,9796
	Hutan	33,73	0,62%	2623,081	48,385%	656,83	12,12%	1579,631	29,14%	528,019	9,74%	5421,291
	Lahan Pertanian	67,55	0,80%	45,44	0,559%	3487,13	42,91%	3139,19	38,62%	1388,15	17,08%	8128,4597
	Lahan Terbuka	290,33	2,53%	75,99	0,665%	1494,41	13,07%	4685,085	40,98%	4887,621	42,75%	11434,436
	Lahan Terbangun	174,35	1,74%	29,92	0,298%	666,93	6,65%	1749,26	17,43%	7414,006	73,89%	10035,466
	Total (Ha)	2633,27		2774,551		6422,93		11414,506		14625,376		37870,633
Persentase (%)	6,95%		7,33%		16,96%		30,14%		38,62%		100,00%	

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Perubahan tutupan lahan pada rentang tahun 2015 hingga 2022 perlu dianalisis disetiap DAS di Kota Semarang guna memahami dinamika spasial tutupan lahan yang berimplikasi terhadap kondisi hidrologis kawasan. Pemahaman terhadap perubahan tutupan lahan menjadi krusial mengingat tutupan lahan merupakan salah satu faktor penentu utama dalam siklus hidrologi, khususnya dalam mengatur keseimbangan infiltrasi dan limpasan permukaan yang mempengaruhi besaran debit aliran sungai dan potensi terjadinya banjir. Gambar 4.2 merupakan analisis untuk masing masing kelas tutupan lahan.

A. Perubahan Lahan Terbuka



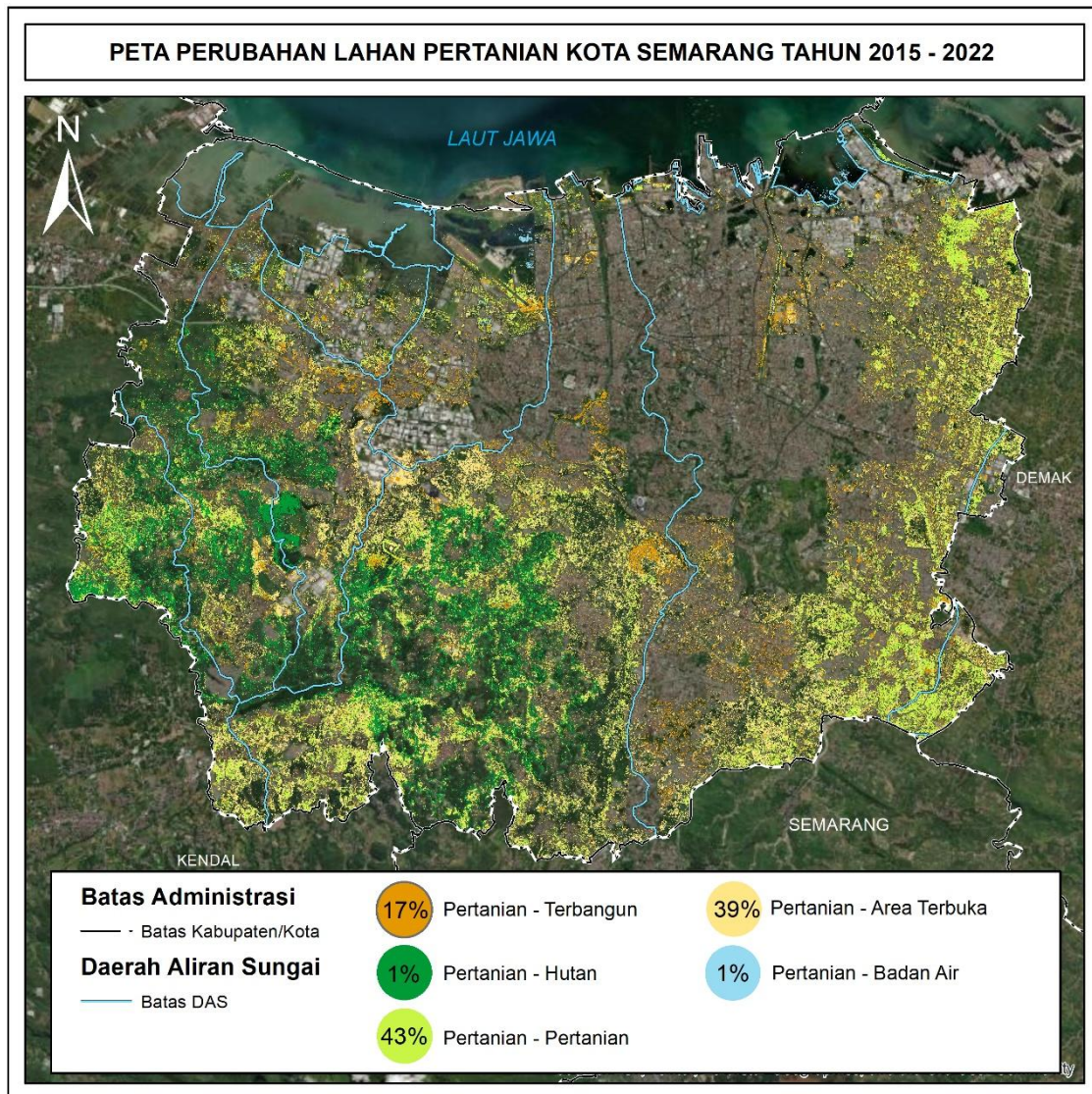
Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 3 Perubahan Lahan Area Terbuka 2015 - 2022

Hasil overlay perubahan tutupan lahan terbuka tahun 2015–2022, konversi lahan terbuka menjadi lahan terbangun merupakan perubahan yang paling dominan di sebagian besar DAS. Persentase tertinggi terjadi pada DAS Silandak sebesar 48,22%, diikuti DAS Dolok

sebesar 44,95% dan DAS Garang sebesar 42,75%. Tingginya perubahan tersebut menunjukkan adanya tekanan pembangunan yang intensif sehingga lahan terbuka banyak beralih fungsi menjadi kawasan terbangun. Pada DAS Babon, perubahan lahan terbuka menjadi lahan terbangun mencapai 36,13%, sedangkan 35,46% masih bertahan sebagai lahan terbuka. Sementara itu, DAS Bringin dan Plumbon menunjukkan tingkat konversi yang lebih rendah, masing-masing sebesar 26,13%, dengan sebagian lahan terbuka beralih menjadi lahan pertanian. Kondisi ini mengindikasikan bahwa urbanisasi lebih dominan terjadi pada DAS yang berada di kawasan perkotaan dibandingkan DAS yang masih didominasi aktivitas pertanian.

B. Perubahan Lahan Pertanian

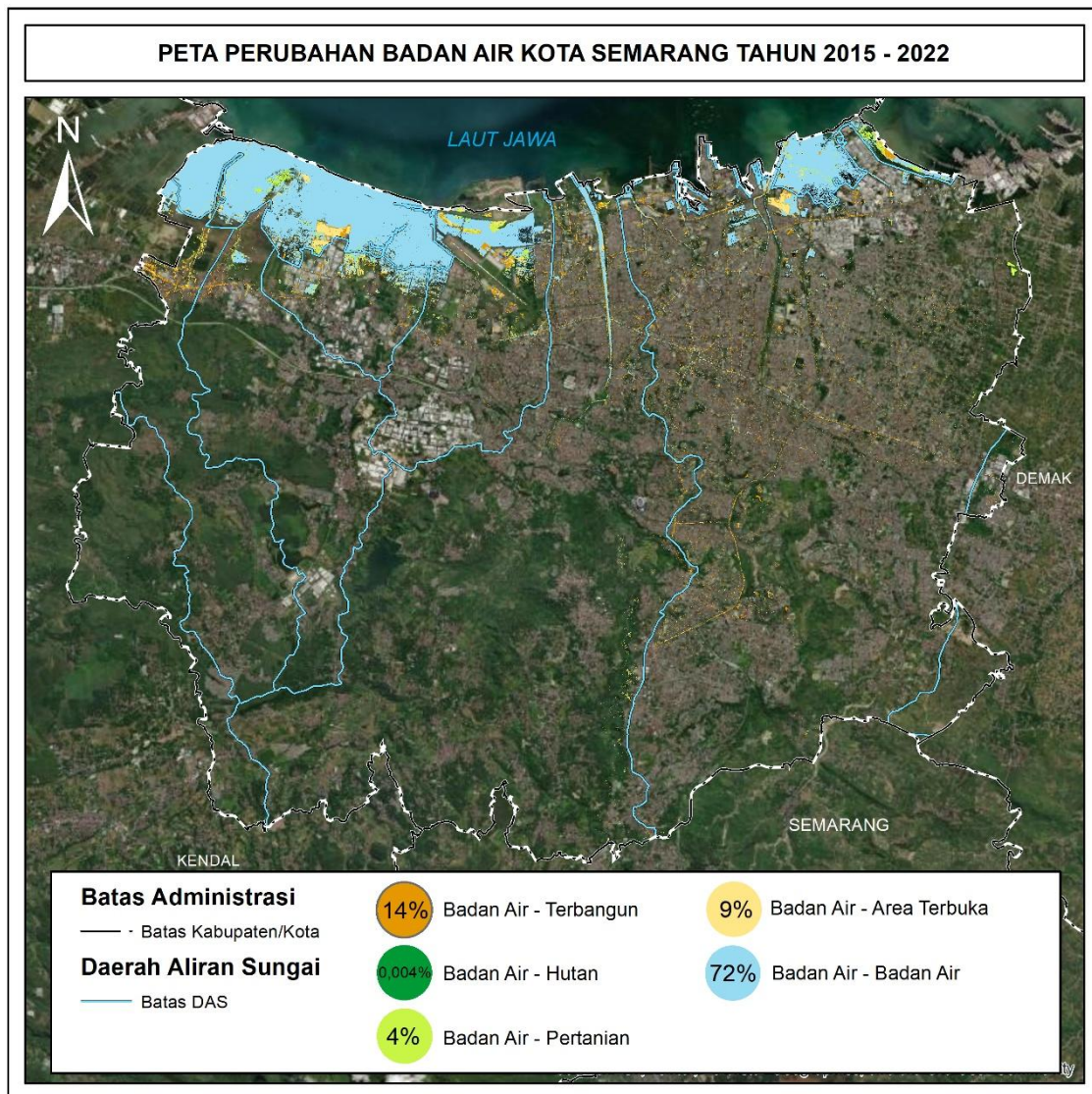


Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 4 Perubahan Lahan Pertanian 2015 - 2022

Perubahan lahan pertanian menjadi lahan terbuka merupakan perubahan yang paling dominan. Persentase tertinggi terjadi pada DAS Garang sebesar 43,66%, diikuti DAS Silandak sebesar 43,05% dan DAS Babon sebesar 39,61%. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar lahan pertanian pada DAS tersebut mengalami penurunan intensitas pemanfaatan atau beralih menjadi lahan yang belum dimanfaatkan secara permanen. Konversi lahan pertanian menjadi lahan terbangun menunjukkan tekanan urbanisasi yang cukup signifikan, terutama pada DAS yang berada di wilayah perkotaan. Persentase perubahan tertinggi terjadi pada DAS Silandak sebesar 20,79%, diikuti DAS Garang sebesar 17,08% dan DAS Babon sebesar 15,79%. Tingginya konversi tersebut mengindikasikan berkurangnya lahan produktif akibat perkembangan kawasan permukiman, perdagangan, maupun infrastruktur perkotaan.

C. Perubahan Badan Air

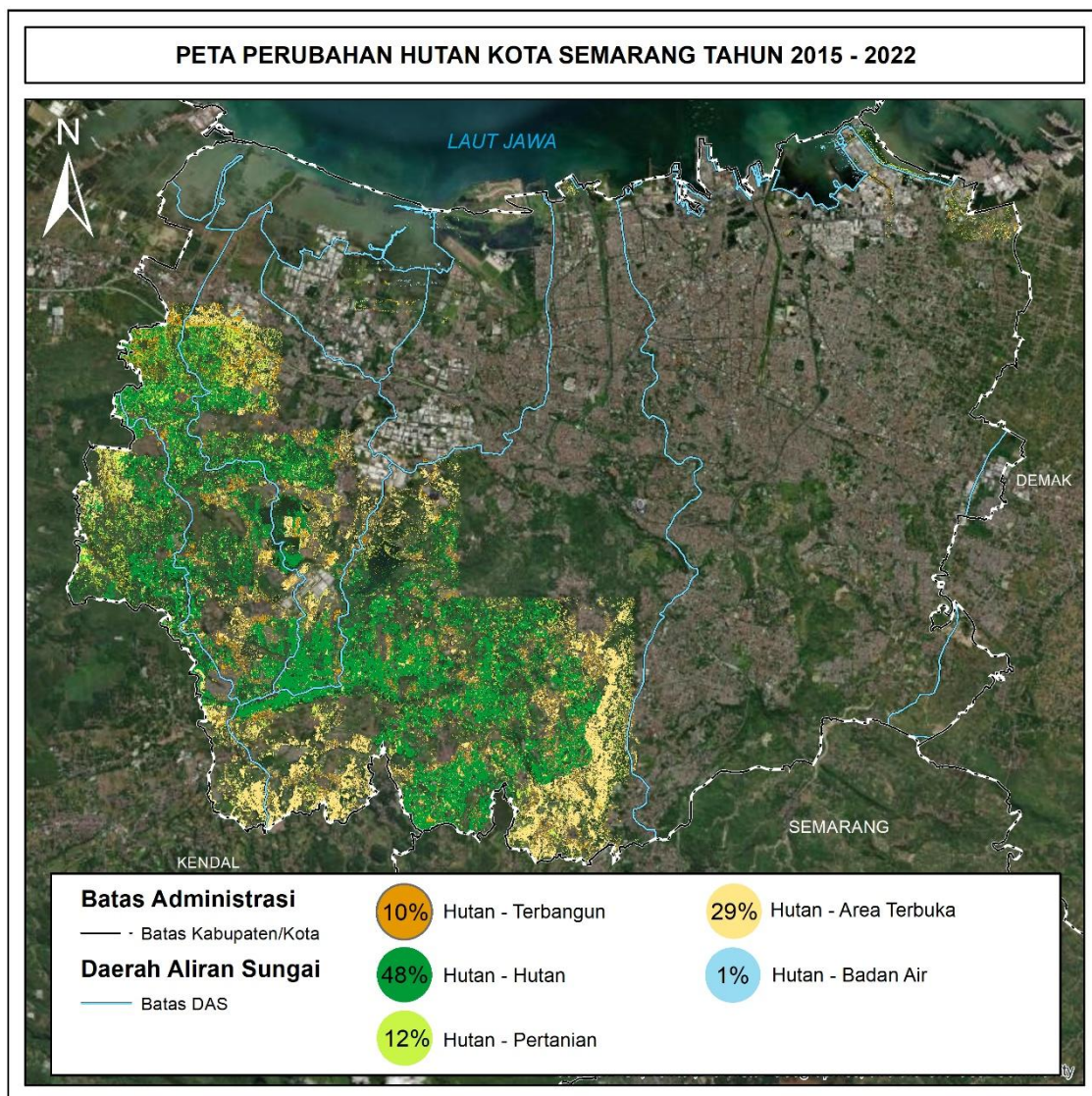


Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 5 Perubahan Badan Air 2015 - 2022

Perubahan ini paling dominan terjadi di DAS Babon (263,24 ha / 51,3% dari total konversi badan air ke lahan terbangun) dan DAS Garang (105,90 ha / 20,6%), yang secara bersama-sama menyumbang 71,9% dari total konversi tersebut. Tingginya konversi badan air menjadi lahan terbangun di DAS Babon secara khusus mencerminkan tekanan pembangunan yang sangat intensif di kawasan pesisir timur Kota Semarang, termasuk kegiatan reklamasi dan alih fungsi kawasan sempadan yang berdampak langsung pada berkurangnya kapasitas tampung air permukaan dan meningkatnya risiko banjir rob di wilayah hilir DAS.

D. Perubahan Lahan Hutan





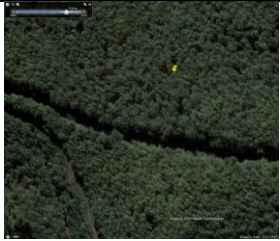



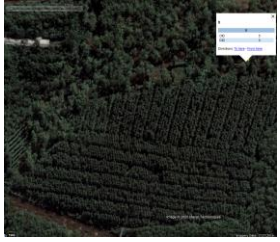

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 6 Perubahan Lahan Hutan 2015 - 2022

Sebagian besar kawasan hutan di DAS Bringin, Garang, Plumbon, dan Blorong masih mampu mempertahankan fungsinya sebagai hutan, dengan persentase 48,38% tetap menjadi

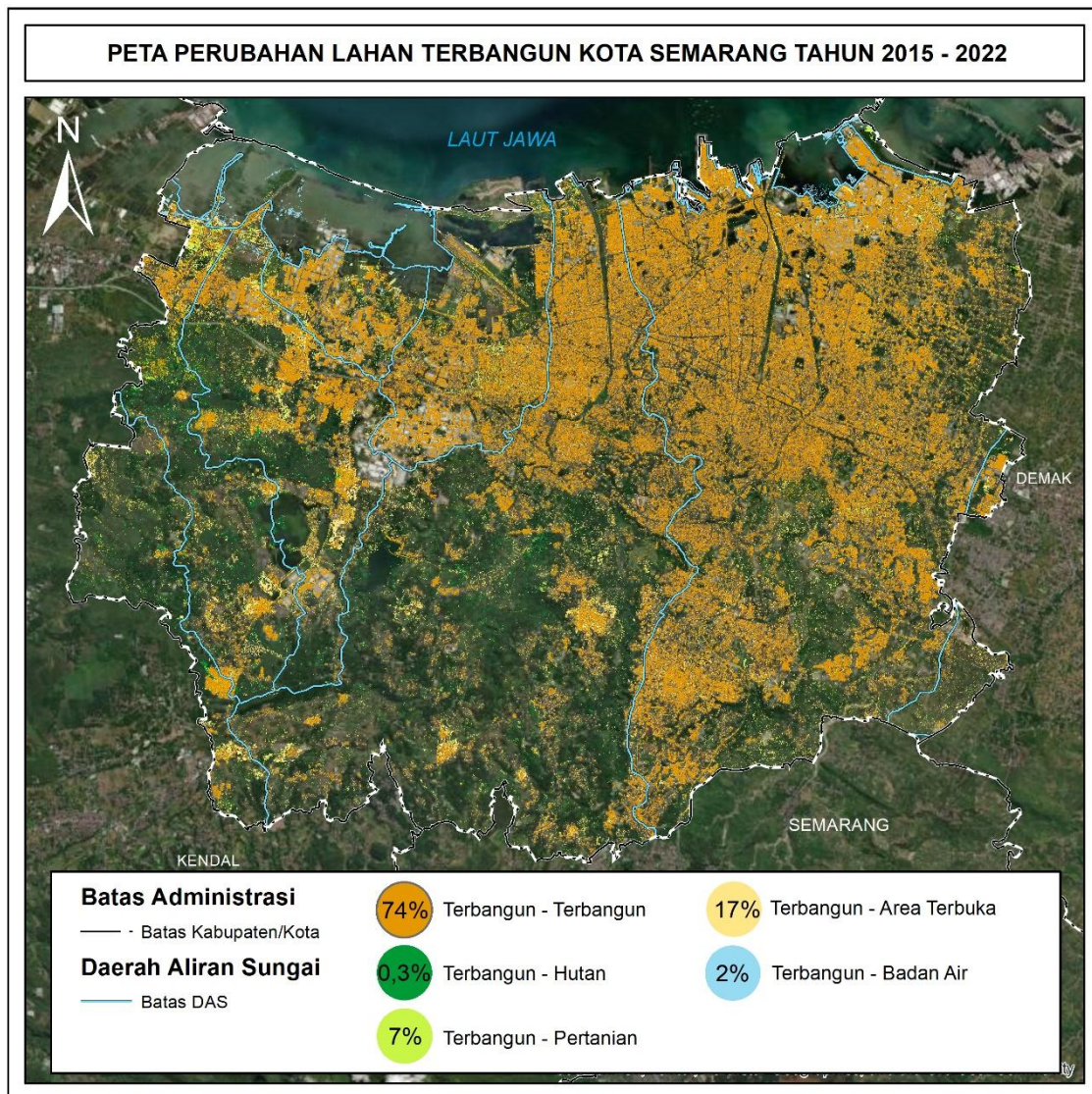
hutan hingga tahun 2022. Selain itu, pada DAS-DAS tersebut sekitar 29,14% hutan berubah menjadi lahan terbuka, 12,12% menjadi lahan pertanian, 9,74% menjadi lahan terbangun, dan 0,62% menjadi badan air. Perubahan hutan menjadi lahan terbuka merupakan konversi yang paling dominan pada seluruh DAS. Fenomena ini mengindikasikan berkurangnya tutupan vegetasi yang berfungsi sebagai daerah resapan air dan pengendali erosi. Selain itu, konversi hutan menjadi lahan terbangun yang mencapai hampir 19% pada DAS Babon, Karanganyar, dan Silandak menunjukkan adanya ekspansi aktivitas pembangunan ke wilayah yang sebelumnya masih memiliki tutupan vegetasi. Perubahan tersebut berpotensi menurunkan kapasitas infiltrasi tanah, meningkatkan limpasan permukaan, serta memperbesar risiko banjir dan degradasi lingkungan pada wilayah hilir DAS di Kota Semarang. Hasil validasi lapangan yang menunjukkan hutan di bagian barat Kota Semarang.

Tabel 4. 3 Validasi Lapangan Hutan

Tahun 2015	Tahun 2022	Koordinat
		7° 1'3.19"S 110°19'19.49"E
		6°59'34.35"S 110°18'1.12"E
		6°59'23.24"S 110°17'26.47"E
		7° 0'11.48"S 110°16'58.36"E

Sumber: Hasil Analisis, 2026`

E. Perubahan Lahan Terbangun



Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 7 Perubahan Lahan Terbangun 2015 - 2022

Dominasi area terbangun yang mendominasi seluruh wilayah di DAS Kota Semarang menunjukkan adanya intensifikasi lahan terbangun yang mendorong dalam pemenuhan perkembangan permukiman dan aktivitas perkotaan. Arah ekspansi kota juga mulai bergerak menuju wilayah pinggiran bagian selatan dan barat sebagai kawasan pengembangan baru. Terutama di bagian tengah hingga timur Kota Semarang yang mencakup DAS Babon, DAS Silandak, dan sebagian DAS Garang, mengindikasikan bahwa kawasan terbangun di Kota Semarang telah terkonsolidasi secara masif dan terus dipertahankan fungsinya sebagai kawasan lahan terbangun. Kondisi ini mencerminkan tingkat urbanisasi yang sangat tinggi di wilayah

tersebut, sekaligus mengonfirmasi minimnya ruang terbuka yang tersisa untuk fungsi resapan air.

Perubahan lahan terbangun di Kota Semarang selama periode 2015–2022 menunjukkan tingkat stabilitas yang sangat tinggi dibandingkan kategori tutupan lahan lainnya. Dari total luas lahan terbangun tahun 2015 sebesar 10.035,47 ha, sebanyak 7.414,01 ha atau 73,89% tetap mempertahankan fungsinya sebagai lahan terbangun hingga tahun 2022. Tingginya persentase tersebut menunjukkan bahwa kawasan yang telah terbangun cenderung bersifat permanen dan sulit kembali menjadi tutupan lahan alami maupun nonterbangun.

Konversi lahan terbangun menjadi lahan terbuka mencapai 1.749,26 ha atau 17,43% dari total luas lahan terbangun awal. Perubahan ini paling dominan terjadi pada DAS Babon dan DAS Garang yang merupakan kawasan dengan aktivitas pembangunan tertinggi di Kota Semarang. Besarnya perubahan tersebut mengindikasikan adanya lahan yang sedang berada pada fase transisi pembangunan, seperti lahan hasil pembongkaran, pengembangan kawasan baru, maupun area yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Selain itu, konversi lahan terbangun menjadi lahan pertanian mencapai 666,93 ha atau 6,65%, sedangkan perubahan menjadi badan air mencapai 174,35 ha atau 1,74%. Perubahan lahan terbangun menjadi badan air terutama ditemukan pada DAS Babon yang berada di kawasan pesisir utara Kota Semarang. Kondisi ini diduga berkaitan dengan meningkatnya genangan permanen, perluasan tambak, serta fenomena rob dan penurunan muka tanah yang banyak terjadi di wilayah pesisir.

Meskipun terdapat sejumlah perubahan ke kelas tutupan lahan lain, dominasi perubahan terbangun–terbangun menunjukkan bahwa proses urbanisasi di Kota Semarang berlangsung secara kuat dan berkelanjutan. Kondisi ini terlihat jelas pada DAS Babon yang tidak hanya mempertahankan kawasan terbangun yang telah ada, tetapi juga menerima konversi lahan terbesar dari kelas lahan terbuka dan lahan pertanian menjadi kawasan terbangun. Fenomena tersebut memperlihatkan bahwa DAS Babon merupakan pusat ekspansi perkotaan Kota Semarang selama periode 2015–2022, yang berdampak pada meningkatnya luas permukaan kedap air, berkurangnya kapasitas infiltrasi, dan meningkatnya potensi limpasan permukaan yang dapat memicu banjir pada wilayah hilir DAS.

4.1.2 Analisis Perubahan Kejadian Banjir

Perubahan tutupan lahan yang telah dianalisis pada sub bab sebelumnya memberikan implikasi langsung terhadap dinamika hidrologi di wilayah Daerah Aliran Sungai Kota

Semarang, salah satunya tercermin dari perubahan pola dan sebaran kejadian banjir. Sehubungan dengan mengkaji keterkaitan tersebut, pada sub bab ini membahas sebaran spasial kejadian bencana banjir yang terjadi di Kota Semarang berdasarkan data historis, sehingga dapat diketahui wilayah yang mengalami peningkatan risiko banjir seiring dengan perubahan tutupan lahan yang terjadi.

Pertimbangan untuk memperkuat analisis perubahan tutupan lahan dan kejadian banjir yaitu pengaruh kondisi iklim global yang turut mempengaruhi intensitas hujan pada periode penelitian. Salah satu indikator iklim global yang relevan yaitu *Southern Oscillation Index* (SOI), yang mencerminkan fase El Nino atau La Nina sebagai bagian dari siklus El Nino – Southern Oscillation (ENSO). Variasi kondisi ENSO pada tahun penelitian menunjukkan perbedaan fase yang cukup signifikan.

Tabel 4. 4 Nilai SOI

Bulan	Nilai SOI	Fase	Kategori
Oktober 2015	-1,7	El Nino	Kuat
Oktober 2022	1,7	La Nina	Kuat

Sumber: National Centers for Environmental Information, 2015 - 2022

Pada tahun 2015 berada pada fase El Nino kuat dan tahun 2022 pada fase La Nina kuat. Perbedaan fase ENSO tersebut berimplikasi pada variasi curah hujan. Perbedaan fase ENSO tersebut berimplikasi pada variasi curah hujan antar periode penelitian, sehingga fluktuasi kejadian banjir yang teramati tidak semata-mata dapat dikaitkan dengan perubahan tutupan lahan, melainkan juga dipengaruhi oleh dinamika iklim global. Oleh karena itu, data SOI pada bulan-bulan musim penghujan disajikan sebagai variabel kontrol untuk memberikan konteks iklim yang lebih komprehensif.

Pada tabel 4.5 merupakan data kejadian banjir di Kota Semarang pada periode 2015 – 2022 yang diakumulasikan dari kejadian banjir di setiap RW seluruh kecamatan,

Tabel 4. 5 Jumlah Kejadian Banjir 2015 - 2022

No	Kecamatan	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
1	Genuk	40	18	27	48	4	1	17	1	156
2	Pedurungan	47	16	16	44	0	16	0	13	152
3	Gayamsari	45	9	14	18	4	9	0	10	109
4	Semarang Utara	58	0	0	0	29	0	0	5	92
5	Semarang Timur	35	0	0	15	2	0	0	0	52
6	Ngaliyan	1	0	0	0	15	2	4	6	28
7	Tugu	1	0	0	5	1	5	7	9	28
8	Semarang Barat	23	0	0	0	0	0	0	1	24

No	Kecamatan	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
9	Tembalang	1	0	0	4	1	3	2	4	15
10	Banyumanik	0	0	0	0	0	0	0	3	3
11	Gunungpati	0	0	0	0	2	0	0	1	3
12	Gajahmungkur	0	0	0	0	1	0	0	0	1
13	Candisari	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Mijen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Semarang Selatan	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Semarang Tengah	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		251	43	57	134	59	36	30	53	663

Sumber: BPBD Kota Semarang, 2015 - 2022

Kejadian banjir di Kota Semarang berdasarkan 8 periode tahun tersebut tercatat 663 kejadian banjir yang diakumulasikan dari 16 Kecamatan. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa wilayah yang sering terdampak banjir merupakan kawasan pesisir atau dataran rendah yang berbatasan langsung dengan laut dan daerah aliran sungai utama. Pada tabel 4.6 dijelaskan sebaran kejadian banjir apabila diidentifikasi berdasarkan daerah aliran sungai di Kota Semarang,

Tabel 4. 6 Jumlah Kejadian Banjir Berdasarkan DAS

No	DAS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
1	Babon	224	46	60	129	23	43	19	32	576
2	Blorong	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Bringin	1	0	0	3	13	5	4	7	33
4	Dolok	0	0	0	0	0	1	1	1	3
5	Garang	42	0	0	0	29	0	0	5	76
6	Karanganyar	0	0	0	0	3	2	4	4	13
7	Plumbon	0	0	0	5	5	1	5	6	22
8	Silandak	1	0	0	0	0	1	0	2	4
TOTAL		268	46	60	137	73	53	33	57	727

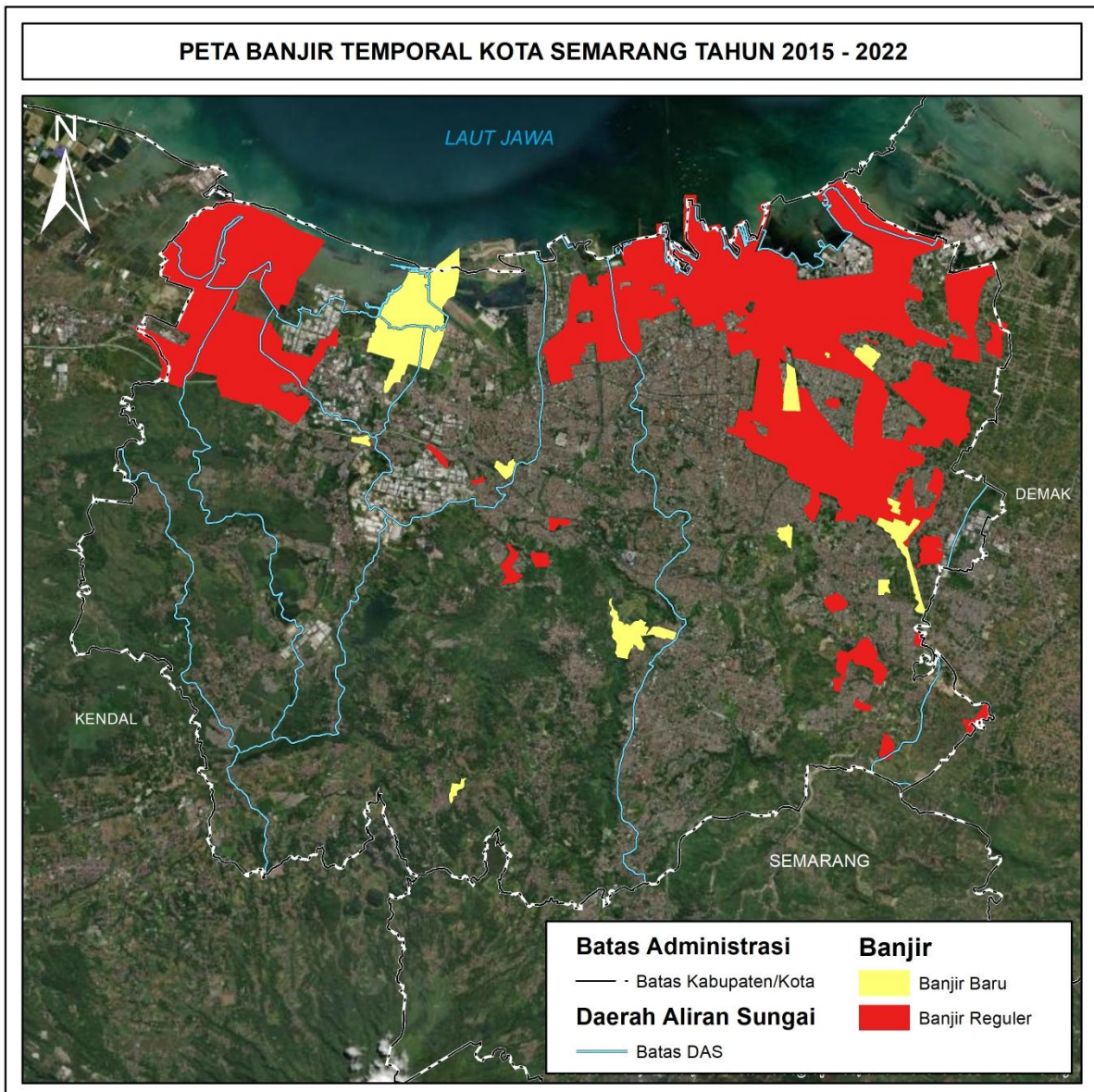
Sumber: BPBD Kota Semarang, 2015 - 2022

Sebaran kejadian banjir tersebut paling banyak mendominasi di DAS Babon yaitu sekitar 79,2% dari keseluruhan. Hal ini menunjukkan adanya permasalahan struktural seperti kapasitas tampung sungai yang tidak memadai, tingginya alih fungsi lahan di lulu, atau buruknya sistem drainase di kawasan tersebut DAS Garang dan DAS Bringin menempati urutan berikutnya dengan masing-masing 76 kejadian (10,5%) dan 33 kejadian (4,5%). Meskipun jumlahnya jauh lebih rendah dibandingkan DAS Babon, kedua DAS tersebut menunjukkan kejadian banjir yang relatif konsisten pada beberapa tahun pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua DAS masih memiliki tingkat kerentanan terhadap banjir yang perlu menjadi perhatian dalam upaya pengelolaan daerah aliran sungai dan pengendalian

pemanfaatan ruang. Pada DAS Plumbon perlu perhatian tersendiri mengingat frekuensi kejadian banjirnya menurun tapi tidak signifikan. Sebaliknya, DAS Blorong, Dolok, Silandak, dan Karanganyar diketahui memiliki frekuensi yang sangat rendah, selama periode pengamatan. Hal ini dapat diinterpretasikan wilayah tersebut masih ditopang oleh tutupan lahan yang masih terjaga maupun adanya kapasitas infrastruktur pengendali banjir yang memadai.

Kejadian banjir di Kota Semarang selama periode 2015–2022 dapat dikategorikan ke dalam dua pola temporal, yaitu banjir reguler dan banjir episodik. Banjir reguler merupakan banjir yang terjadi secara berulang hampir setiap tahun, dipicu oleh curah hujan musiman yang melebihi kapasitas tampung sungai dan sistem drainase, serta diperkuat oleh tingginya proporsi lahan kedap air akibat urbanisasi yang mengurangi waktu konsentrasi aliran dan meningkatkan debit puncak. Pola ini tercermin pada DAS Babon yang secara konsisten mencatatkan kejadian banjir setiap tahun selama periode pengamatan, sebagai akibat dari intensitas alih fungsi lahan yang tinggi di wilayah tersebut. Sementara itu, banjir episodik terjadi secara tidak rutin dan umumnya dipicu oleh anomali iklim seperti fenomena La Niña, yang ditandai dengan peningkatan suhu permukaan laut di Samudra Pasifik bagian barat sehingga secara signifikan meningkatkan intensitas curah hujan di wilayah Indonesia. Lonjakan kejadian banjir diduga berkaitan dengan anomali iklim pada periode tersebut, yang memperkuat tekanan hidrologis di seluruh DAS secara bersamaan.

Sebaran spasial kejadian banjir di Kota Semarang selama periode 2015–2022 dapat divisualisasikan melalui peta kejadian banjir tahunan yang disajikan pada Gambar 4.7 Peta tersebut menggambarkan distribusi titik dan area terdampak banjir yang direpresentasikan dengan warna merah, sehingga dapat diidentifikasi konsentrasi kejadian banjir secara spasial pada setiap tahun pengamatan. Secara visual, terlihat bahwa sebaran kejadian banjir tidak merata di seluruh wilayah Kota Semarang, melainkan cenderung terkonsentrasi di bagian timur laut kota yang merupakan wilayah cakupan DAS Babon. Intensitas sebaran yang paling luas dan masif terlihat pada tahun 2015, yang kemudian mengalami fluktuasi pada tahun-tahun berikutnya sesuai dengan dinamika curah hujan dan kondisi tutupan lahan yang terus berubah. Pola spasial ini memperkuat temuan analisis kuantitatif sebelumnya bahwa kejadian banjir di Kota Semarang memiliki keterkaitan erat dengan karakteristik dan perubahan tutupan lahan di masing-masing DAS.



Sumber: BPBD Kota Semarang, 2015 - 2022

Gambar 4. 9 Peta Banjir Temporal Kota Semarang 2015 - 2022

Berdasarkan peta sebaran kejadian banjir di Kota Semarang pada periode 2015– 2022 secara konsisten terjadi di wilayah bagian utara dan barat yang merupakan kawasan dataran rendah. Kejadian banjir mulai merambah wilayah bagian selatan Kota Semarang, khususnya di Kecamatan Tembalang, Banyumanik dan Gunungpati. Adanya pola sebaran banjir yang cenderung berulang di lokasi yang sama setiap tahunnya, serta perluasan ke arah selatan mengindikasikan bahwa permasalahan banjir di Kota Semarang semakin kompleks. Oleh karenanya, diperlukan analisis lebih lanjut guna mengetahui faktor dari dinamika banjir di Kota Semarang.

4.1.3 Hasil Tipologi Perubahan Tutupan Lahan, Kejadian Banjir, dan DAS di Kota Semarang

Analisis tipologi perubahan tutupan lahan, kejadian banjir, dan Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kota Semarang dilakukan untuk mengidentifikasi pola spasial dan temporal yang melatarbelakangi kerentanan wilayah terhadap bencana banjir. Pendekatan tipologi ini digunakan untuk pengelompokan wilayah berdasarkan karakteristik tutupan lahan yang dominan serta intensitas kejadian banjir yang tercatat dalam kurun waktu 2015 hingga 2022. Pemahaman tipologi tersebut, dapat diidentifikasi DAS mana yang berada pada kondisi kritis akibat konversi lahan yang masif, serta DAS mana yang masih relatif terlindungi oleh tutupan vegetasi yang memadai. Hasil tipologi yang memuat sebaran tutupan lahan, frekuensi kejadian banjir pada delapan Daerah Aliran Sungai di Kota Semarang disajikan pada tabel 4.7, yang menggambarkan dinamika kejadian banjir per jenis tutupan lahan dari tahun 2015 hingga 2022,

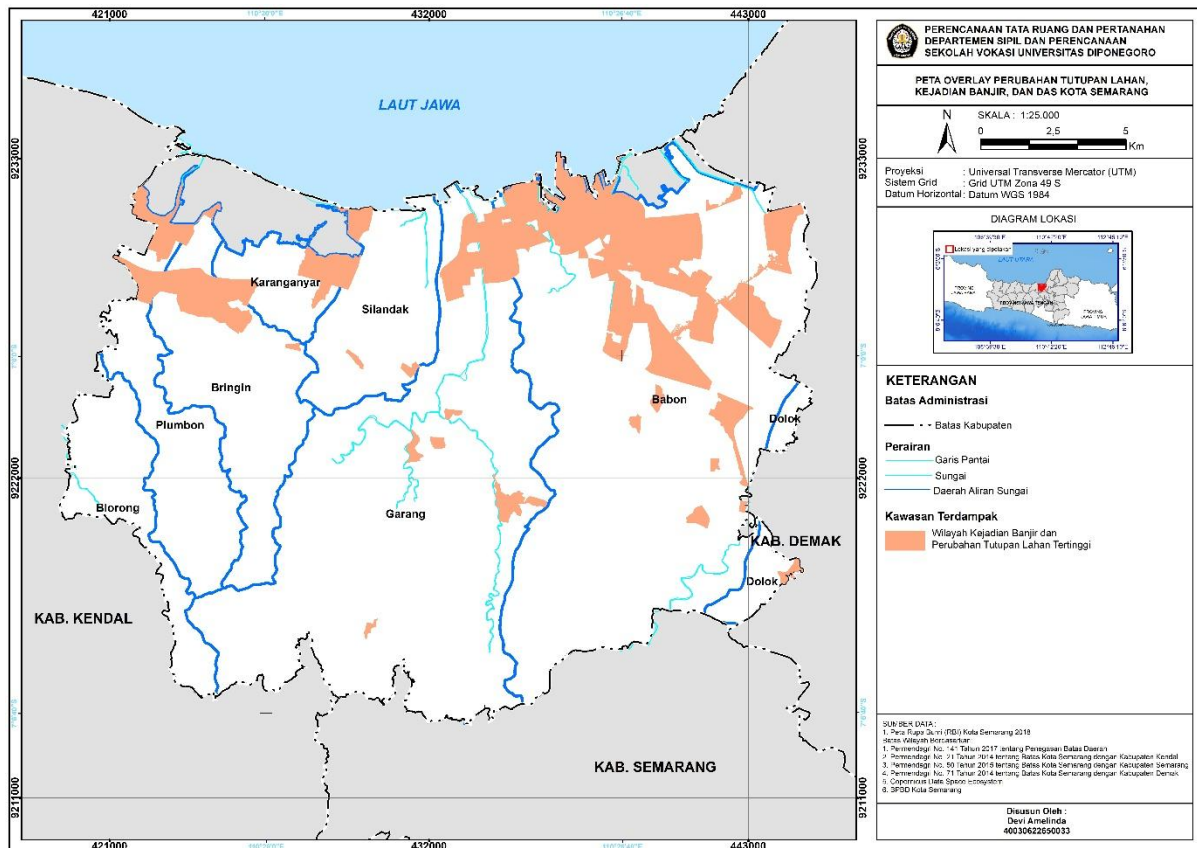
Tabel 4. 7 Matriks Tutupan Lahan, DAS, dan Kejadian Banjir 2015 dan 2022

DAS	TUTUPAN LAHAN	KEJADIAN BANJIR	
		2015	2022
Babon	Lahan Terbuka	219	32
	Lahan Terbangun	219	32
	Hutan	0	0
	Badan Air	203	31
	Lahan Pertanian	219	32
Garang	Lahan Terbuka	41	5
	Lahan Terbangun	42	5
	Hutan	0	1
	Badan Air	33	5
	Lahan Pertanian	41	5
Karanganyar	Lahan Terbuka	0	4
	Lahan Terbangun	0	4
	Hutan	0	0
	Badan Air	0	4
	Lahan Pertanian	0	4
Bringin	Lahan Terbuka	1	7
	Lahan Terbangun	1	7
	Hutan	0	0
	Badan Air	1	7
	Lahan Pertanian	1	7
Silandak	Lahan Terbuka	1	2
	Lahan Terbangun	1	2
	Hutan	0	0
	Badan Air	1	2
	Lahan Pertanian	1	2
Blorong	Lahan Terbuka	0	0
	Lahan Terbangun	0	0
	Hutan	0	0
	Badan Air	0	0
	Lahan Pertanian	0	0
Dolok	Lahan Terbuka	0	1
	Lahan Terbangun	0	1
	Hutan	0	0

DAS	TUTUPAN LAHAN	KEJADIAN BANJIR	
		2015	2022
Plumbon	Badan Air	0	1
	Lahan Pertanian	0	1
	Lahan Terbuka	0	6
	Lahan Terbangun	0	6
	Hutan	0	1
	Badan Air	0	6
	Lahan Pertanian	0	6

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa DAS Babon paling sering terjadi banjir. Pada DAS Babon, kejadian banjir memiliki frekuensi yang tinggi pada semua kategori tutupan lahan, terutama pada area terbuka, lahan terbangun, dan pertanian dan peternakan. Kemudian disusul oleh DAS Garang, Bringin, Plumbon, Silandak, Karanganyar, Dolok, dan Blorong.



Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 10 Peta Overlay Perubahan Tutupan Lahan, Kejadian Banjir, dan DAS

Pada tabel 4.8 merupakan matriks yang menyajikan luasan wilayah terdampak banjir di skala DAS.

Tabel 4. 8 Matriks Perubahan Tutupan Lahan dan Kejadian Banjir di DAS

DAS	Kejadian banjir (jumlah area terdampak)			Perubahan tutupan lahan (ha)	
	2015	2022	Luas terdampak total (ha)	Konversi ke Terbangun (ha)	Luas banjir berulang (ha)
Babon	3819	515	3095.69	730.25	385.75
Blorong	0	0	0.00	0.00	0.00
Bringin	15	117	425.33	84.83	91.71
Dolok	0	17	27.61	2.63	0.00
Garang	595	85	556.22	117.62	85.23
Karanganyar	0	72	227.43	31.49	0.15
Plumbon	0	106	297.11	41.01	48.42
Silandak	17	36	162.13	28.07	0.00

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan hasil analisis, DAS Babon merupakan DAS yang memiliki perubahan tutupan lahan dan kejadian banjir paling dominan dibandingkan DAS lainnya. Hasil analisis menunjukkan terdapat 3.819 area terdampak banjir pada tahun 2015 dan 515 area pada tahun 2022, dengan luas total terdampak mencapai 3.095,69 ha. Selain itu, perubahan tutupan lahan yang mengalami konversi menjadi lahan terbangun mencapai 730,25 ha, sedangkan luas banjir berulang sebesar 385,75 ha.

Besarnya luas konversi ke lahan terbangun menunjukkan bahwa sebagian wilayah DAS Babon mengalami perkembangan kawasan terbangun yang cukup pesat. Alih fungsi lahan tersebut menyebabkan berkurangnya daerah resapan air sehingga meningkatkan luas permukaan kedap air (*impervious surface*). Kondisi ini mengakibatkan air hujan lebih banyak mengalir sebagai limpasan permukaan (*surface runoff*) daripada meresap ke dalam tanah. Di sisi lain, luas banjir berulang yang mencapai 385,75 ha menunjukkan adanya wilayah yang secara konsisten mengalami genangan pada beberapa periode pengamatan, sehingga mengindikasikan tingginya tingkat kerentanan banjir di DAS Babon.

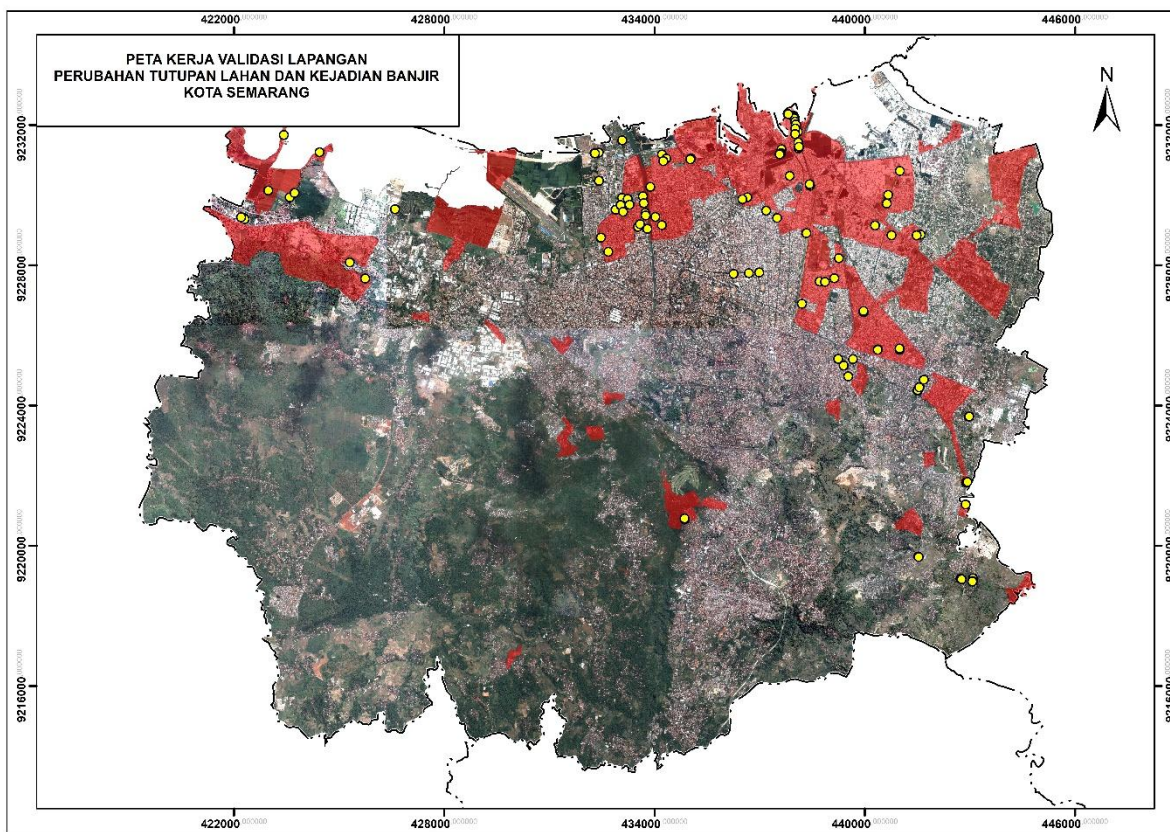
4.2 Analisis Keterkaitan Perubahan Guna Lahan Tertinggi dengan Frekuensi Banjir Tertinggi di Skala DAS

Konversi lahan bervegetasi menjadi kawasan terbangun, lahan pertanian, atau penutup lahan lainnya secara langsung mengubah karakter fisik permukaan bumi. Perubahan tersebut dapat berdampak pada proses infiltrasi dan aliran permukaan. Ketika kapasitas infiltrasi tanah menurun akibat peningkatan tutupan permukaan kedap air, volume, dan kecepatan air menuju badan sungai akan meningkat secara signifikan, sehingga akan berpotensi memperbesar risiko banjir (Babaremu dkk., 2024). Analisis keterkaitan antara perubahan guna lahan tertinggi dengan frekuensi banjir tertinggi di skala DAS dihasilkan dari matriks tipologi yang telah dibentuk

pada analisis sebelumnya. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui pola keterkaitan spasial dan temporal antara kedua variabel tersebut.

4.2.1 Uji Akurasi

Uji akurasi digunakan untuk memvalidasi hasil olahan citra satelit yang dilakukan dapat membuktikan kondisi eksisting di lapangan. Validasi yang dilakukan pada penelitian ini guna membuktikan data perubahan lahan terhadap kejadian banjir di Kota Semarang. Proses uji akurasi menjadi bagian penting dalam penelitian, mengingat kualitas data spasial sangat menentukan ketepatan hasil analisis dan kesimpulan yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai akurasi yang diperoleh, maka dapat dipercaya bahwa tutupan lahan yang teridentifikasi mencerminkan kondisi nyata di lapangan dan relevan untuk dikaitkan dengan pola dan intensitas kejadian banjir. Metode yang digunakan berupa matriks kesalahan atau matriks kontingensi untuk mengetahui tingkat akurasi suatu tutupan lahan (*confusion matrix*). Pada Gambar 4.9 merupakan peta kerja yang digunakan menjadi acuan dalam melakukan validasi.



Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 11 Peta Kerja Validasi Lapangan

Penentuan titik validasi pada peta tersebut sebanyak 197 titik didasarkan atas perhitungan melalui rumus slovin yaitu sebagai berikut.

$$n = \frac{5.675}{1 + 5.675(0,07)^2}$$

$$n = \frac{5.675}{28,8075}$$

$$n = 196,77$$

$$n \approx 197$$

Tingkat kesalahan validasi lapangan sebesar 7% yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dikaitkan dengan keterbatasan resolusi spasial Citra Sentinel 2 yang digunakan, yakni 10×10 meter per piksel. Resolusi tersebut menyebabkan satu piksel merepresentasikan area seluas 100 m^2 , sehingga keberagaman tutupan lahan dalam satu piksel tidak dapat terdeteksi secara detail. Kondisi ini berpotensi menimbulkan ketidaksesuaian antara hasil klasifikasi citra dengan kondisi aktual di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan penambahan jumlah titik sampel validasi agar distribusi titik lebih merata dan representatif terhadap seluruh kelas tutupan lahan, sehingga akurasi penilaian dapat ditingkatkan untuk meyakinkan hasil validasi. Titik validasi tersebut disebar ke area terdampak banjir melalui *tools create random point* pada *Arcmap* sebagai dasar *ground check*. Metode penyebaran titik secara acak tersebut dipilih untuk memastikan bahwa setiap bagian dari area kajian memiliki peluang yang sama untuk terwakili sebagai titik sampel validasi, sehingga hasil yang diperoleh lebih objektif dan representatif. Proses ini merupakan bagian penting dari tahapan uji akurasi, karena kualitas dan sebaran titik validasi sangat menentukan tingkat representativitas nilai *overall accuracy* yang dihasilkan dalam analisis keterkaitan antara perubahan lahan dengan kejadian banjir.

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan pada wilayah terdampak banjir di Kota Semarang, Pada tabel 4.9 merupakan hasil perhitungan uji akurasi untuk membuktikan keakuratan data tutupan lahan,

1. *User's Accuracy*

Perhitungan dihitung dengan menghitung persentase unit analisis yang terklasifikasi benar dengan jumlah unit analisis pada kelas tersebut pada data hasil klasifikasi. Dari semua piksel yang diklasifikasikan sebagai suatu kelas, benar – benar merupakan kelas tersebut.

$$\text{User's Accuracy} = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\%$$

Tabel 4. 9 Hasil User's Accuracy

Klasifikasi	Lahan terbangun	Area Terbuka	Hutan	Pertanian dan Peternakan	Perairan	Jumlah
Lahan terbangun	141	2	0	0	0	143
Area Terbuka	2	31	0	1	0	34
Hutan	0	0	0	0	0	0
Pertanian dan Peternakan	1	0	0	6	0	7
Perairan	4	0	0	0	12	16
Jumlah	148	33	0	7	12	200
User's Accuracy	95%	94%	0%	86%	100%	

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan hasil uji akurasi *User's Accuracy* diketahui bahwa terdapat perbedaan kualitas antar kelasnya. Akurasi tertinggi pada perairan (100%), diikuti dengan lahan terbangun (95%), area terbuka (94%), dan pertanian dan peternakan (86%), dan hutan (0%). Secara keseluruhan *User's Accuracy* memiliki hasil klasifikasi baik, namun adanya indikasi kesalahan klasifikasi antar kelas yang mirip terutama pada kelas lahan terbangun dan area terbuka.

2. *Producer's Accuracy*

Perhitungan yang mengukur seberapa baik model atau klasifikasi dalam mengenai kelas tertentu, guna menunjukkan probabilitas bahwa area sebenarnya terklasifikasikan dengan benar pada peta. Dari semua piksel yang sebenarnya adalah suatu kelas di lapangan terklasifikasi benar.

$$Producer's Accuracy = \frac{X_{kk}}{X + i} \times 100\%$$

Tabel 4. 10 Hasil Producer's Accuracy

Klasifikasi	Lahan terbangun	Area Terbuka	Hutan	Pertanian dan Peternakan	Perairan	Jumlah	<i>Producer's Accuracy (%)</i>
Lahan terbangun	141	2	0	0	0	143	98%
Area Terbuka	2	31	0	1	0	34	91%
Hutan	0	0	0	0	0	0	0%
Pertanian dan Peternakan	1	0	0	6	0	7	85%
Perairan	4	0	0	0	12	16	75%
Jumlah	148	33	0	7	12	200	

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan hasil uji akurasi *Producer's Accuracy* diketahui bahwa terdapat perbedaan kualitas antar kelasnya. Akurasi tertinggi pada Lahan terbangun (98%), diikuti dengan area terbuka (91%), pertanian dan peternakan (85%), dan perairan (75%), dan hutan (0%). Secara keseluruhan *Procedur's Accuracy* memiliki hasil klasifikasi baik, namun terdapat ketidakseimbangan pada kelas perairan. Hal ini karena banyak perairan yang tidak terdeteksi, tetapi masuk ke dalam kelas lahan terbangun.

3. Overall Accuracy

Perhitungan *overall accuracy* digunakan untuk menunjukkan persentase jumlah hasil klasifikasi yang benar berdasarkan data lapangan. Nilai dihitung melalui menghitung jumlah unit analisis yang terklasifikasi benar dengan jumlah total unit yang diuji.

$$\begin{aligned} \text{Overall Accuracy} &= \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} \times 100\% \\ &= \frac{141 + 31 + 0 + 6 + 12}{100} \times 100\% \\ &= \frac{190}{200} \times 100\% \\ &= 95\% \end{aligned}$$

Nilai akurasi 95% berada pada ambang batas minimum yang disyaratkan dalam standar penginderaan jauh dan pemetaan yaitu minimal 85% - 90%. Pada uji akurasi tersebut diartikan bahwa 190 sampel dapat menggambarkan hasil pengolahan sesuai (sangat baik) dengan kondisi eksisting tutupan lahan.

4. Kappa Accuracy

Perhitungan kappa digunakan dalam penilaian akurasi untuk statistik menentukan seberapa baik hasil klasifikasi citra satelit dibandingkan dengan kondisi eksisting di lapangan.

$$\text{Kappa Accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_i \times x_i + 1)}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_i \times x_i + i)}$$

Tabel 4. 11 Hasil Kappa Accuracy

Klasifikasi	Lahan terbangun	Area Terbuka	Hutan	Pertanian dan Peternakan	Perairan	Jumlah	<i>chance agreement</i>
Lahan terbangun	141	2	0	0	0	143	2.1164
Area Terbuka	2	31	0	1	0	34	1.122

Klasifikasi	Lahan terbangun	Area Terbuka	Hutan	Pertanian dan Peternakan	Perairan	Jumlah	<i>chance agreement</i>
Hutan	0	0	0	0	0	0	0
Pertanian dan Peternakan	1	0	0	6	0	7	49
Perairan	4	0	0	0	12	16	192
Jumlah	148	33	0	7	12	200	22.527

Sumber: Hasil Analisis, 2026

$$\begin{aligned} \text{Chance Agreement} &= \frac{22.527}{200^2} \\ &= 0,563 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kappa Accuracy} &= \frac{0,95 - 0,563}{1 - 0,563} \\ &= 0,885 \\ &= 88\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil uji akurasi kappa diketahui mendapatkan nilai 88%, yang mengkonfirmasi bahwa hasil klasifikasi citra satelit berkualitas sangat baik dan layak digunakan sebagai dasar pemetaan. Hasil tersebut diketahui dapat mencerminkan kemampuan model yang nyata dalam membedakan setiap kelas tutupan lahan.

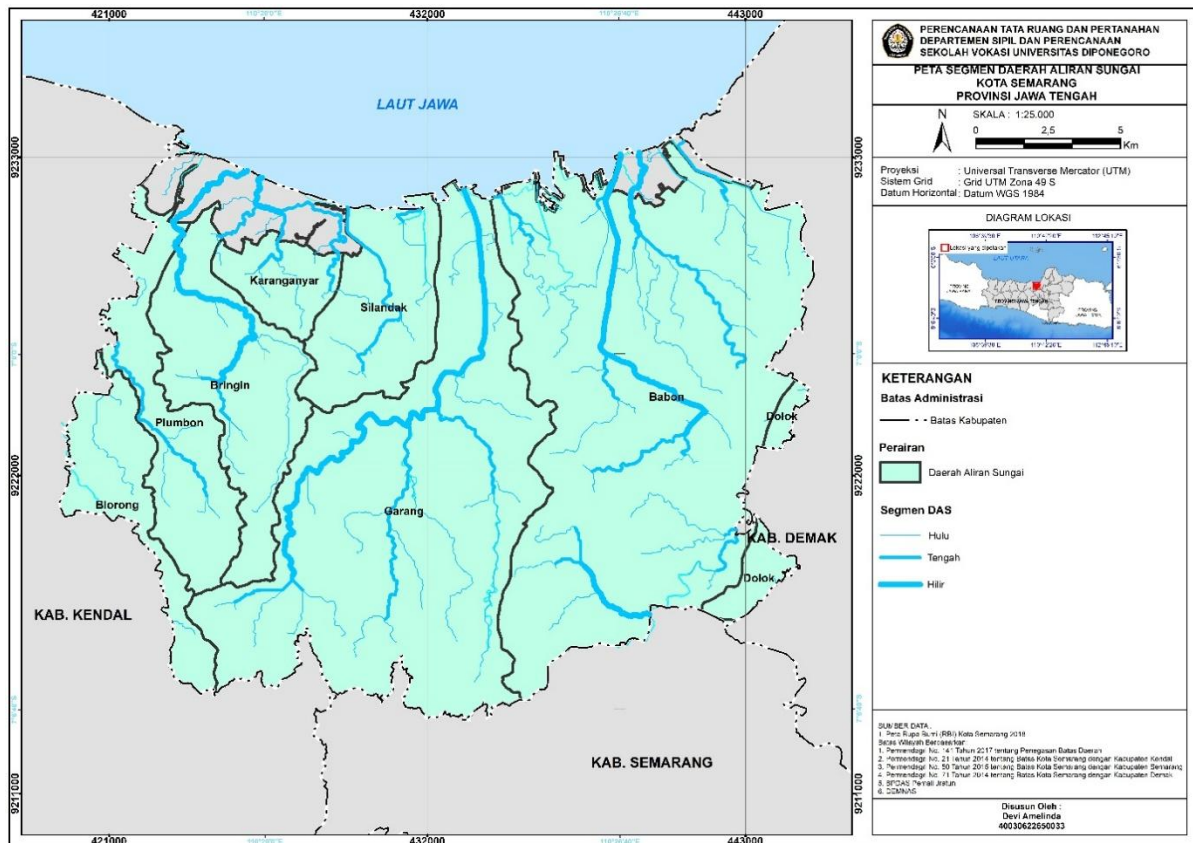
4.3 Analisis Kondisi DAS dengan Perubahan Tutupan Lahan dan Kejadian Banjir Tertinggi

Analisis kondisi daerah aliran sungai yang memiliki perubahan tutupan lahan dan kejadian banjir tertinggi ditunjukkan untuk mengetahui lebih lanjut terkait karakteristik DAS tersebut. Kondisi ini mengindikasikan adanya pengaruh kuat antara konversi lahan, seperti penurunan lahan yang menjadi resapan dan peningkatan lahan terbangun, dengan peningkatan kejadian banjir serta besarnya limpasan permukaan. Pemahaman dimanika wilayah tersebut dirincikan berdasarkan segmen DAS, yaitu hulu, tengah, dan hilir. Pembagian segmen DAS tersebut dikarenakan setiap bagiannya memiliki fungsi ekologis dan pola pemanfaatan ruang yang berbeda, sehingga tingkat perubahan tutupan lahan dan kerentanan terhadap banjir juga bervariasi.

Perolehan segmen DAS didapatkan dari pengolahan *watershed delineation* menggunakan data DEMNAS. Proses pengolahan data DEM tersebut melalui *tools Fill* yang digunakan untuk mengisi sink yang mungkin di dalam peta. Sink merupakan area yang memiliki aliran air sendiri, seperti danau, kolam, dan lain sebagainya karena pengolahan data yang tidak baik. Pengolahan *fill* menjadi penting terhadap peta DEM sehingga aliran air dapat dianalisis. Selanjutnya yaitu *fill direction* yang digunakan untuk mengetahui arah aliran

permukaan yang direpresentasikan dari cell – cell yang terdapat dalam peta DEM. Berdasarkan arah aliran tersebut, dilakukan tahapan *flow accumulation* untuk mengetahui pola aliran sungai melalui cell – cell dengan nilai akumulasi tertinggi. Setelah itu, *stream order* digunakan untuk mengklasifikasikan ordo sungai, yang kemudian dikonversi ke dalam bentuk vektor melalui *stream to features* sehingga data raster dalam *stream order* berubah menjadi fitur garis sungai. Tahap terakhir yaitu *Basin*, yaitu proses mendeleniasi seluruh *drainage basin* atau *catchment area* dalam bentuk data raster sehingga seluruh daerah tangkapan air terbentuk secara otomatis berdasarkan pola aliran dan jaringan sungai yang telah dihasilkan (Hansen, 2001).

Berdasarkan hasil pengolahan *watershed delineation* yang dilakukan di Kota Semarang menghasilkan 3 orde sungai. Ketiga orde tersebut meliputi segmen hulu, tengah, dan hilir. Pada DAS Babon, Orde I mewakili segmen hulu yang berupa anak sungai yang berada di bagian atas daerah tangkapan, dengan panjang jaluran relatif pendek dan sebagian besar berada di kawasan perbukitan atau permukiman pinggiran yang memiliki elevasi 0,067 – 235,07 meter. Orde II yang memiliki elevasi 0,131 – 206,45 meter mewakili segmen tengah, di mana beberapa anak sungai orde I bergabung membentuk saluran yang lebih besar dengan aliran lebih kontinu, sehingga kapasitas tampung air meningkat. Orde III memiliki elevasi 0,09 – 202,03 meter mewakili segemen hilir, yaitu saluran utama yang mengalirkan air dari seluruh jaringan sungai ke hilir atau muara, dengan debit cenderung lebih besar dan lebih rentan terhadap genangan maupun banjir ketika terjadi hujan intensitas tinggi atau penurunan kapasitas tampung akibat sedimentasi dan penutupan lahan.

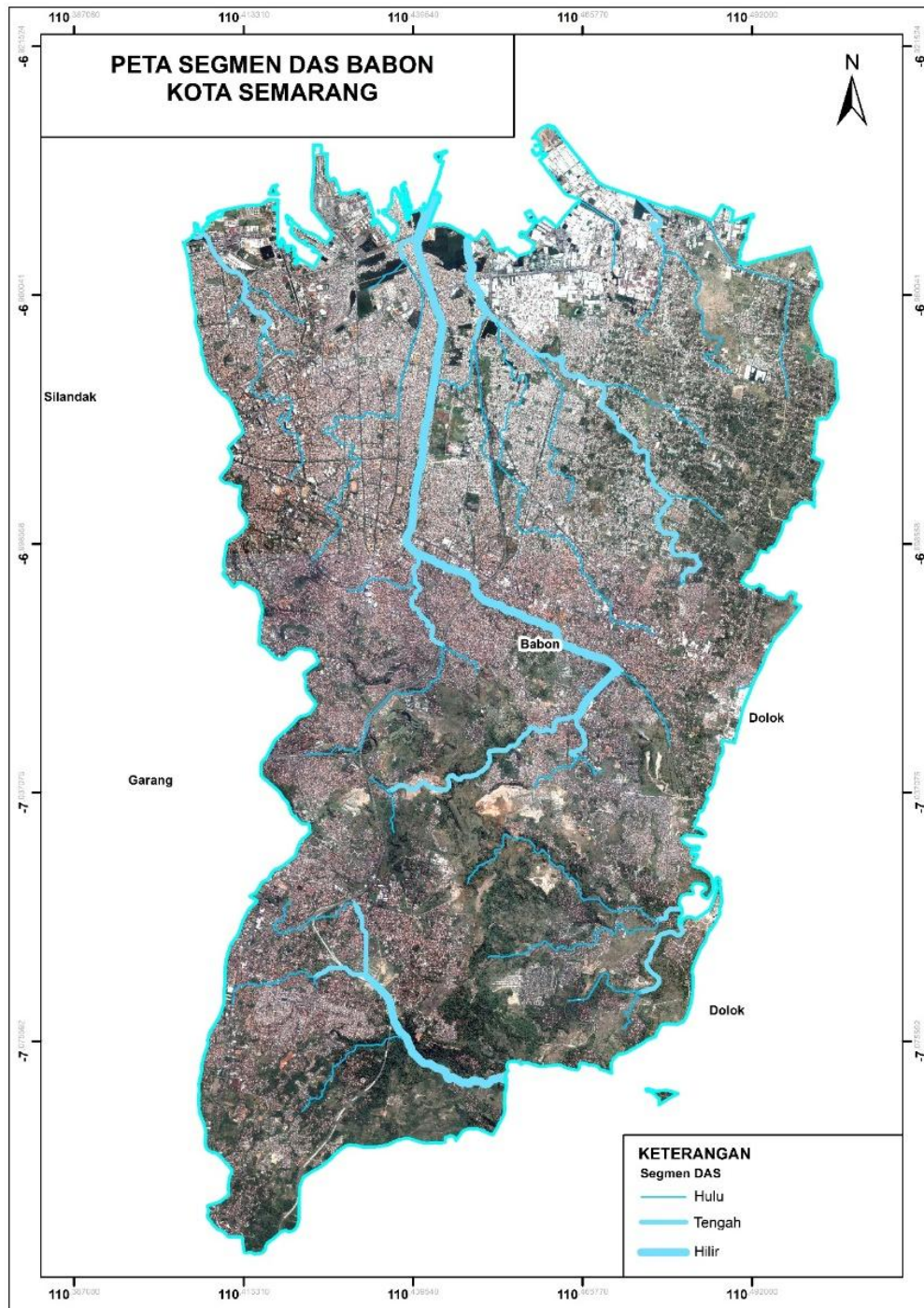


Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 12 Peta Segmen DAS Kota Semarang

Pada penelitian ini, DAS Babon menjadi wilayah dengan perubahan tutupan lahan tertinggi sekaligus frekuensi kejadian banjir paling banyak selama periode 2015–2022. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa DAS Babon merupakan area yang paling kritis dan paling representatif untuk dianalisis lebih mendalam. Oleh karena itu, dilakukan pendetailan menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi dan Citra SPOT 6/7 agar perubahan tutupan lahan dapat diidentifikasi secara lebih akurat hingga ke skala segmen.

Analisis perubahan tutupan lahan dan kejadian banjir yang telah dilakukan pada skala Kota Semarang menunjukkan bahwa tekanan konversi lahan tidak terjadi secara merata di seluruh wilayah, melainkan terkonsentrasi pada kawasan-kawasan dengan intensitas pertumbuhan urban yang tinggi. Fenomena serupa juga teridentifikasi di wilayah Ngaliyan dan Semarang Barat, yang dalam periode pengamatan turut mengalami dinamika perubahan tutupan lahan yang signifikan sebagai bagian dari ekspansi kota ke arah barat. Hal ini mengindikasikan bahwa persoalan konversi lahan dan kerentanan banjir di Kota Semarang bersifat lintas skala, di mana dinamika yang terjadi di tingkat kota secara langsung membentuk kondisi hidrologis di tingkat DAS.

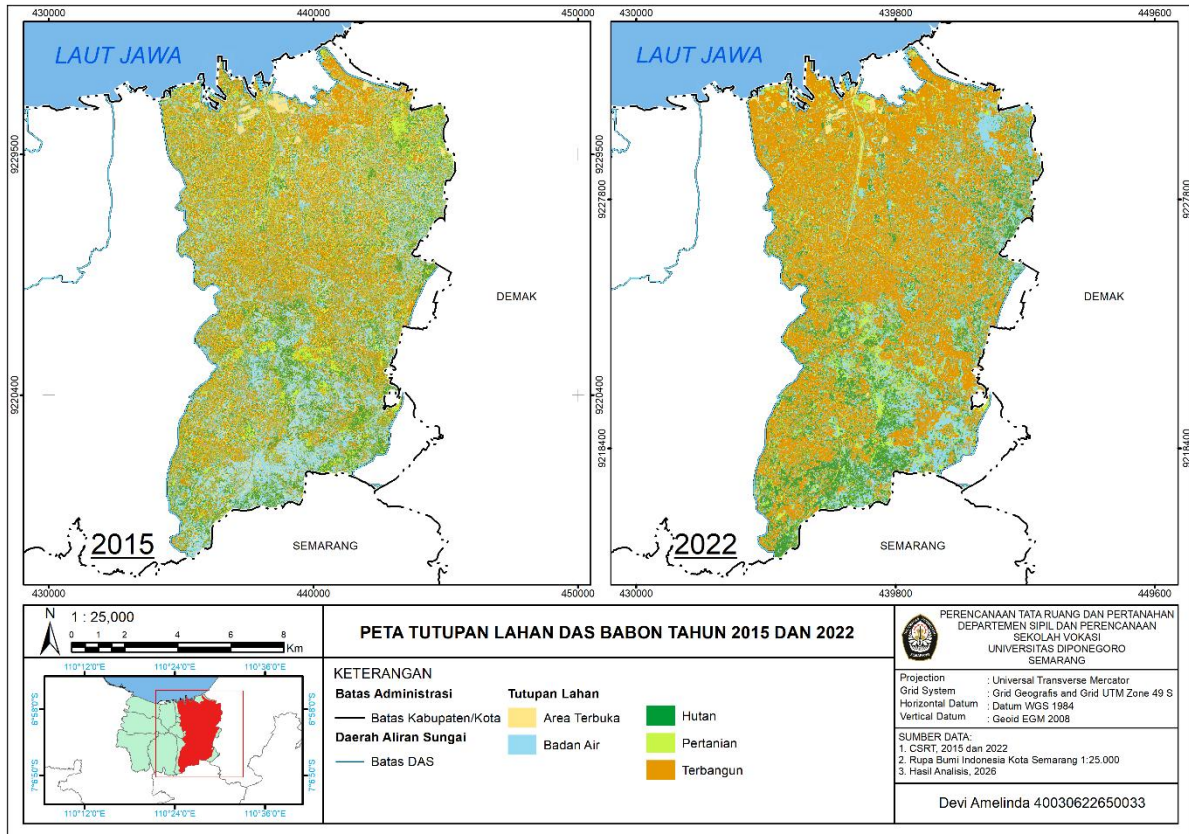


Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 13 Peta Segmen DAS Babon

Pada konteks tersebut, DAS Babon menjadi unit analisis yang paling representatif untuk dikaji lebih mendalam. DAS Babon merupakan satuan wilayah hidrologi yang melintasi 11 kecamatan di Kota Semarang, menjadikannya DAS dengan cakupan administratif terluas dibandingkan DAS lainnya. Luasnya jangkauan spasial ini menyebabkan DAS Babon tidak hanya merekam tekanan urbanisasi dari satu zona pertumbuhan, melainkan mengakumulasi dampak perubahan tutupan lahan dari berbagai kecamatan secara bersamaan. Kondisi inilah

yang secara konsisten tercermin dalam tingginya frekuensi kejadian banjir di DAS Babon, yakni 576 kejadian atau 79,2% dari total kejadian banjir Kota Semarang selama periode 2015–2022, sehingga pendetailan analisis pada DAS Babon dipandang perlu sebagai representasi kondisi paling kritis dalam sistem DAS Kota Semarang secara keseluruhan.



Sumber: Analisis Penulis, 2026

Gambar 4. 14 Peta Tutupan Lahan DAS Babon

Tabel 4. 12 Luas Tutupan Lahan di DAS Babon

Tahun	Luas Tutupan Lahan (ha)				
	Badan Air	Hutan	Lahan Pertanian	Lahan Terbuka	Lahan Terbangun
2015	1674,507	3085,599	2607,641	1673,869	4102,286
2022	1954,056	713,923	2458,158	2457,277	5560,466

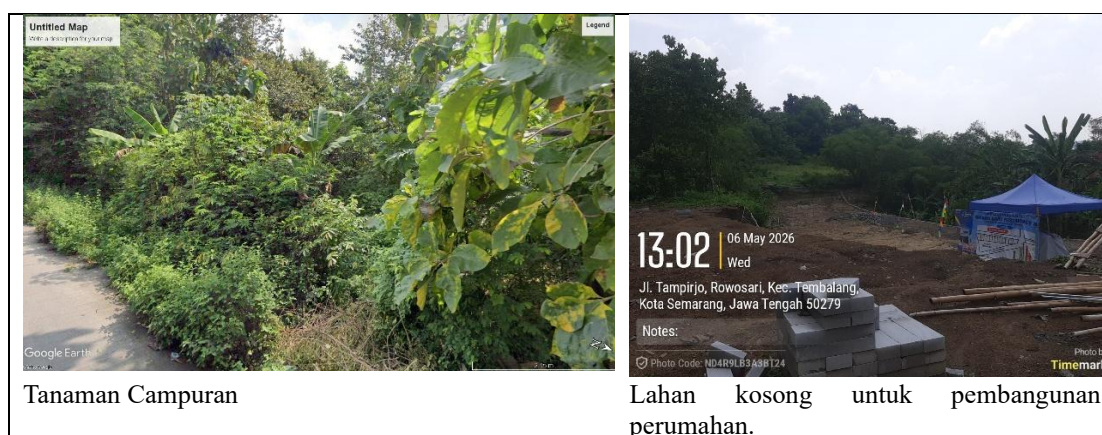
Sumber: Analisis Penulis, 2026

Pendetailan pada DAS Babon digunakan untuk menganalisis kondisi DAS Babon itu sendiri sebagai dasar acuan dalam pembentukan rekomendasi penanganan bencana. Berikut ini merupakan analisis yang mendasari pada segmen DAS,

A. Segmen Hulu

Segmen hulu DAS Babon secara administratif berada di Kabupaten Semarang bagian utara. DAS Babon terletak kurang lebih hingga 471,91 mdpl di bagian hulu. Adapun kelas kelerengan agak curam sampai dengan sangat curam yaitu sekitar 35.423,01 ha atau 19,06% dengan bentuk berupa perbukitan. Penggunaan lahan DAS Babon sebagian besar digunakan untuk permukiman.

Pada dasarnya, daerah hulu DAS merupakan daerah yang rapuh sehingga tidak boleh ada kegiatan budidaya secara intensif atau pemanfaatan lahan secara masif dan terbuka. Adanya alih fungsi lahan untuk kegiatan budidaya dan permukiman telah mengganggu keseimbangan ekosistem DAS yang pada akhirnya akan menurunkan daya dukung DAS dalam menyangga sistem ekologis. Gambaran permasalahan di sekitar hulu DAS Babon yang dapat mempengaruhi intensitas kejadian banjir,



Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 15 Alih Fungsi Lahan di Hulu DAS Babon

Kegiatan pembukaan lahan untuk permukiman masih banyak dijumpai di hulu DAS Babon. Kegiatan alih fungsi lahan tersebut akan sulit dikendalikan terutama di lahan dengan status kepemilikannya adalah bersifat individual atau milik perseorangan.

B. Segmen Tengah

Segmen tengah DAS Babon memiliki ketinggian 50 – 200 mdpl. Penggunaan lahan DAS Babon bagian tengah sebagian besar digunakan untuk permukiman. Padatnya permukiman di bagian hulu seringkali menciptakan masalah baru, yaitu pencemaran sungai.



Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 16 Pencemaran Sungai di Hulu DAS Babon

DAS Babon memiliki berbagai ukuran yang melintas mulai dari hulu, tengah, dan hilir dengan kondisi permukiman yang padat. Sebagai contoh gambar tersebut menjelaskan adanya pencemaran sungai. Limbah ini merupakan limbah domestik rumah tangga dan sampah produk kemasan plastik. Pencemaran sungai ini dapat mengganggu ekologis sungai karena terjadinya penyumbatan aliran air. Hal ini menjadi salah satu penyebab terjadinya bencana banjir.



Daerah padat penduduk.

Genangan di area terbuka akibat luapan dari sungai.

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 17 Genangan di Area Padat Penduduk

Permukiman yang padat di segmen tengah DAS menyebabkan berkurangnya resapan air dan meningkatkan limpasan permukaan. Kondisi ini membuat air hujan lebih cepat mengalir menuju sungai, sehingga debit sungai meningkat dalam waktu singkat. Kapasitas tampung sungai tidak mencukupi, maka air meluap dan memicu

genangan dan banjir saat intensitas hujan tinggi. Selain itu, padatnya bangunan dan minimnya ruang terbuka hijau memperparah proses pengaliran air ke hilir.

C. Segmen Hilir

Bagian Hilir DAS babon secara administratif berada pada pesisir timur Kota Semarang dan pesisir barat Kabupaten Demak. Das Babon bagian hilir memiliki ketinggian sekitar 0 – 50 mdpl. Pada bagian ini DAS Babon didominasi oleh permukiman yang padat serta industri. Dominasi penggunaan lahan tersebut menunjukkan bahwa tekanan pemanfaatan ruang di wilayah ini sangat tinggi. Permukaan lahan yang banyak tertutup bangunan, jalan, dan infrastruktur lainnya mengurangi kemampuan tanah dalam menyerap air hujan. Akibatnya, air limpasan permukaan meningkat dan memperbesar volume aliran menuju saluran drainase dan sungai. Dalam kondisi tertentu, kapasitas saluran yang terbatas tidak mampu menampung debit air yang masuk, sehingga memicu luapan banjir.



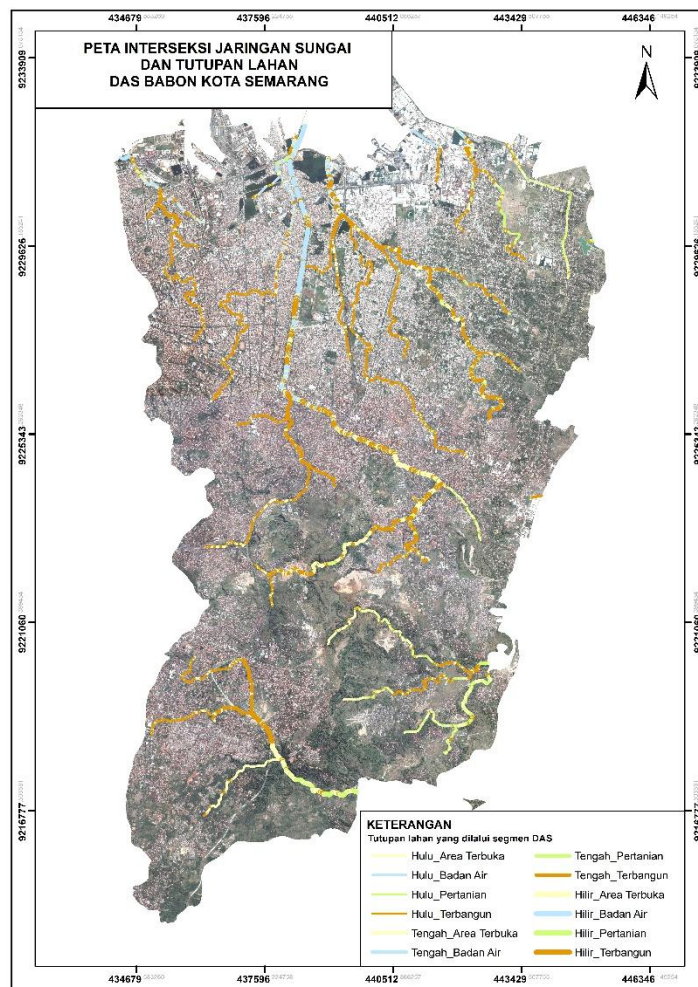
Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 18 Kawasan Permukiman dan Padat Penduduk di Daerah Hilir

Keberadaan kawasan industri juga memperkuat intensitas perubahan tata guna lahan di wilayah hilir. Aktivitas industri umumnya diikuti oleh pembangunan sarana pendukung seperti jalan akses, gudang, dan fasilitas permukiman pekerja, yang semakin mempersempit ruang terbuka. Selain itu, kawasan yang berkembang cepat sering kali tidak diimbangi dengan sistem drainase yang memadai dan pengendalian tata ruang yang ketat. Kondisi ini menyebabkan fungsi ekologis wilayah hilir sebagai area tampung dan aliran air menjadi semakin menurun.

Karakteristik hilir DAS Babon yang berupa dataran rendah, padat permukiman, dan berkembangnya kawasan industri menjadikannya wilayah yang memiliki kerentanan tinggi terhadap banjir. Oleh karenanya perlu pengelolaan wilayah untuk pengendalian banjir dan fungsi lahan.

Analisis interseksi antara jaringan sungai dan tutupan lahan di DAS Babon menunjukkan bahwa kondisi tutupan lahan berbeda pada setiap orde sungai. Pada sungai orde 1 dan orde 2, tutupan lahan didominasi oleh kawasan terbangun, yaitu lebih dari 40% dari jumlah segmen maupun panjang sungai. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar jaringan sungai di bagian hulu dan tengah DAS berbatasan langsung dengan permukiman atau kawasan terbangun. Sebaliknya, pada sungai orde 3, tutupan lahan lebih didominasi oleh badan air dan area terbuka, yang menggambarkan karakteristik sungai utama di bagian hilir dengan bantaran yang lebih lebar.



Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 19 Peta Interseksi Jaringan Sungai dan Tutupan Lahan DAS Babon

Dominasi kawasan terbangun di sepanjang sungai orde 1 dan orde 2 menyebabkan berkurangnya daerah resapan air, sehingga air hujan lebih banyak menjadi limpasan permukaan yang langsung mengalir ke sungai. Limpasan tersebut kemudian terakumulasi di sungai orde 3 yang menerima aliran dari seluruh bagian DAS, sehingga meningkatkan potensi terjadinya banjir di wilayah hilir. Oleh karena itu, upaya mitigasi yang perlu dilakukan adalah menjaga

sempadan sungai terutama pada orde 1 dan orde 2, menambah ruang terbuka hijau di sekitar sungai untuk meningkatkan infiltrasi, serta mengendalikan alih fungsi lahan di kawasan hulu agar fungsi hidrologi DAS tetap terjaga.

4.4 Analisis Langkah-Langkah Penanganan Bencana yang Diterapkan di DAS

Daerah Aliran Sungai (DAS) berfungsi sebagai sistem hidrologi yang mana hubungannya antara input dan output harus seimbang. Proses hidrologi yang terjadi pada daerah aliran sungai yaitu meliputi proses evaporasi, transpirasi, infiltrasi, *run off*, kelembaban tanah, *sub-surface flow*, *ground water storage*, dan *recharge* (Alemu, 2016) (Li dkk., 2023). Daerah Aliran Sungai di Indonesia hampir secara keseluruhan mengalami kerusakan lahan, yang disebabkan karena pembangunan, penambangan, penebangan pohon, serta budidaya lainnya. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya konsekuensi terjadinya bencana alam seperti banjir, longsor, kekeringan, dan banjir bandang. Kerusakan lingkungan yang memicu bencana alam di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) terjadi akibat pemanfaatan sumber daya alam yang melampaui daya dukung dan kapasitas alam, serta kurangnya perencanaan yang terpadu. Selain itu, kerusakan DAS juga dipercepat oleh adanya peningkatan pemanfaatan sumber daya alam seperti pertambangan, perkembangan ekonomi, konflik kepentingan dan kurangnya keterpaduan antar sektor, serta antar wilayah hulu hingga hilir (Nabila, 2025).

Penanganan bencana di DAS tidak dapat dimaknai secara sempit sebagai upaya tanggap darurat, namun mencakup rangkaian langkah yang bersifat siklus dan berkesinambungan. Proses upaya tersebut dinilai dari mitigasi yang berupa kesiapsiagaan sebelum bencana terjadi, respons cepat tanggap saat kejadian, hingga rehabilitasi, dan rekonstruksi pascabencana. Setiap tahapan tersebut saling berkaitan dan memerlukan keterlibatan lintas sektor yang meliputi pemerintah, masyarakat lokal, akademisi, maupun lembaga atau organisasi non – pemerintahan. Pada subbab ini mengkaji secara analisis langkah – langkah penanganan bencana yang telah diterapkan pada DAS Babon. Analisis ini merujuk pada kondisi spesifik DAS sebagai gambaran komprehensif mengenai praktik pengelolaan risiko bencana yang berjalan.

4.4.1 Kebijakan Penanganan Banjir

Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon menghadapi berbagai permasalahan yang kompleks. Perubahan tata guna lahan yang terjadi pada DAS akan mempengaruhi struktur tanah, permeabilitas tanah, kemantapan agregat yang berimplikasi pada penurunan laju dan kapasitas infiltrasi tanah serta dapat meningkatkan laju erosi. Kelestarian DAS beserta ekosistem di dalamnya sangat penting untuk menjaga keseimbangan alam, karena kerusakan DAS tersebut akan berpengaruh terhadap perubahan sistem tata air DAS (Hariati dkk., 2022).

Kota Semarang memiliki 8 Daerah Aliran Sungai yang terdiri dari DAS Babon, Blorong, Bringin, Dolok, Garang, Karanganyar, Plumbon, dan Silandak. DAS terbagi menjadi 3 bagian yaitu, hulu, tengah, dan hilir.

A. Bagian Hulu

Bagian hulu dari Daerah Aliran Sungai merupakan daerah konservasi yang mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi dan kemiringan lerengnya lebih besar dari 20%. Namun demikian, kondisi ideal kawasan hulu saat ini menghadapi berbagai tekanan. Perubahan tata guna lahan yang secara cepat dan tidak terkendali, seperti alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian, permukiman, maupun kawasan industri, menyebabkan berkurangnya tutupan vegetasi yang berperan penting dalam menahan laju aliran permukaan dan menjaga keseimbangan hidrologi kawasan hulu. Hilangnya vegetasi penutup secara langsung memperlemah kemampuan lahan dalam menyerap air hujan, sehingga meningkatkan risiko erosi, sedimentasi, serta banjir di wilayah hilir.

Urbanisasi yang berlangsung dengan pesat di sekitar kawasan hulu turut memperparah kondisi tersebut. Perluasan kawasan terbangun menggantikan lahan terbuka yang semula berfungsi sebagai daerah resapan air, sehingga proporsi limpasan permukaan meningkat drastis, sementara kapasitas infiltrasi tanah menurun secara signifikan.

Tabel 4. 13 Telaah Regulasi Penanggulangan Banjir di Hulu DAS Babon

Regulasi	Program	Strategi Penanggulangan	Realisasi
Rencana Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Babon Jawa Tengah	Program Perencanaan Tata Ruang	<ul style="list-style-type: none"> - Pemantauan pemanfaatan ruang agar sesuai dengan fungsinya. - Sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan ruang berwawasan lingkungan. - Peningkatan luasan RTH khususnya di daerah perkotaan. - Pemetaan dan penetapan kawasan 	Pemerintah Kota Semarang melakukan penghijauan di lahan seluas 16,58 ha dengan menanam 46.510 bibit pohon, serta membangun 3 RTH (Taman RBRA Abdurrahman Saleh, Taman Garoot, Taman Dinar Mas Meteseh).

Regulasi	Program	Strategi Penanggulangan	Realisasi
		sempadan sungai untuk perlindungan setempat.	
Rencana Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Babon Jawa Tengah	Program pengelolaan dampak alih fungsi lahan	- Pengendalian pelaksanaan kewajiban dokumen lingkungan. - Sosialisasi dan peningkatan mitigasi dampak alih fungsi lahan.	Sosialisasi ditekankan pada pentingnya peran serta warga di sekitar DAS Babon untuk mencegah alih fungsi lahan sempadan sungai dan melakukan reboisasi. Kegiatan ini bertujuan untuk memulihkan fungsi lindung DAS yang kerap terganggu oleh alih fungsi lahan menjadi kawasan terbangun/permukiman.
Keputusan Menteri PUPR No 1314/KPTS/ M/ 2024 tentang Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Jratunseluna	Kebun campur, agroforestry, farming system	Normalisasi Kebun campur, agroforestry, farming system	Semarang Atas/KHDTK Wanadipa

Sumber: Hasil Analisis, 2026

B. Bagian Tengah

Bagian tengah dari Daerah Aliran Sungai merupakan daerah untuk transisi yang menghubungkan fungsi konservasi di kawasan hulu dengan aktivitas produktif di kawasan hilir. Tekanan kepadatan penduduk di zona tengah DAS Babon terus meningkat seiring pesatnya kawasan permukiman, terutama pada koridor Banyumanik dan Tembalang yang berkembang sebagai pusat hunian dan pendidikan, sehingga konversi lahan terbuka menjadi kawasan terbangun berlangsung tanpa penyediaan infrastruktur drainase yang memadai. Selain itu keterbatasan ruang terbuka hijau di zona tengah DAS semakin memperlemah fungsi resapan air alami, sebab adanya alih fungsi menjadi kawasan komersial dan permukiman, sehingga kapasitas infiltrasi tanah menurun dan volume limpasan permukaan yang mengalir ke badan sungai meningkat. Oleh karenanya, gangguan pada keseimbangan hidrologis di zona ini dapat mempengaruhi ketahanan pangan dan ketersediaan air kota.

Tabel 4. 14 Telaah Regulasi Penanggulangan Banjir di Bagian Tengah DAS Babon

Regulasi	Program	Strategi Penanggulangan	Realisasi
Rencana Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Babon Jawa Tengah	Program pengelolaan sampah terpadu	<ul style="list-style-type: none"> - Optimalisasi program pengelolaan sampah secara mandiri di level rumah tangga atau RT/ RW - Pengurangan penggunaan kemasan dari bahan plastik. - Penerapan secara menyeluruh RPPLH 	Gerakan pilah sampah
Rencana Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Babon Jawa Tengah	Program pengelolaan dampak alih fungsi lahan	<ul style="list-style-type: none"> - Pengendalian pelaksanaan kewajiban dokumen lingkungan. - Sosialisasi dan peningkatan mitigasi dampak alih fungsi lahan. 	Sosialisasi ditekankan pada pentingnya peran serta warga di sekitar DAS Babon untuk mencegah alih fungsi lahan sempadan sungai dan melakukan reboisasi. Kegiatan ini bertujuan untuk memulihkan fungsi lindung DAS yang kerap terganggu oleh alih fungsi lahan menjadi kawasan terbangun/permukiman.
Keputusan Menteri PUPR No 1314/ KPTS/ M/ 2024 tentang Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Jratunseluna	Normalisasi bendungan dan pompa banjir	<ul style="list-style-type: none"> - Normalisasi Bendung Pucang Gading 1 - Normalisasi Bendung Pucang Gading 2 - Normalisasi pompa Banjardowo 	Fokus utamanya meliputi pengerukan sedimentasi, perkuatan tanggul, serta optimalisasi dan peningkatan kapasitas rumah pompa

Sumber: Hasil Analisis, 2026

C. Bagian Hilir

Bagian hilir dari Daerah Aliran Sungai merupakan daerah pemanfaatan kerapatan drainase lebih kecil dan termasuk daerah rawan banjir. Wilayah ini juga

menjadi pusat perkotaan yang berkembang pesat dengan permukiman yang padat serta adanya aktivitas industri yang tinggi, seperti di Kawasan Industri Wijayakusuma, Kawasan Industri Kendal, dan Kawasan Industri Demak. Tingginya kebutuhan air di kawasan tersebut belum sepenuhnya diimbangi oleh layanan air perpipaan PDAM Tirta Moedal yang baru menjangkau sekitar 80% wilayah Kota Semarang. Akibatnya, sekitar 20% penduduk dan industri masih bergantung pada ekstraksi air tanah secara berlebihan, sehingga mempercepat terjadinya penurunan muka tanah. Kondisi ini memperburuk kerentanan wilayah hilir terhadap banjir, terutama di kawasan pesisir dan dataran rendah yang semakin mudah tergenang akibat kombinasi curah hujan tinggi, penurunan tanah, dan kenaikan muka air laut,

Tabel 4. 15 Telaah Regulasi Penanggulangan Banjir di Hilir DAS Babon

Regulasi	Strategi Penanggulangan	Realisasi
Perda Kota Semarang No. 8 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Menengah Daerah 2025 – 2029	Memperkuat sistem drainase melalui penggantian pompa di Stasiun Pompa Sringin dengan kapasitas 5 x 2000 lps. Memasang 5 unit pompa baru berkapasitas 6 x 2000 lps di Stasiun Pompa Tenggang	Realisasi kontruksi fisik mencapai angka 13,86%.
Perda Kota Semarang No. 8 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Menengah Daerah 2025 – 2029	Mengaktifkan pompa di lokasi kunci yaitu Pompa Muktiharjo, Pompa Kandang Kebo, dan Pompa Pasar Waru untuk mempercepat pembuangan air.	UPTD Pompa Wilayah Timur, memiliki 44 pompa dengan total kapasitas sekitar 14.196 lps, yang mencakup delapan lokasi
Perda Kota Semarang No. 8 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Menengah Daerah 2025 – 2029	Peningkatan talud di Sungai Langgar Mangunharjo untuk melindungi permukiman warga.	Belum adanya peningkatan talud di Sungai Langgar Mangunharjo.
Perda Kota Semarang No. 8 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Menengah Daerah 2025 – 2029	Meningkatkan kapasitas pompa di Stasiun Pompa Tawangmas untuk mempercepat pembuangan air di wilayah terdampak.	Pada sektor penanggulangan banjir, DPU Kota Semarang sudah melakukan peningkatan kapasitas pompa di sejumlah titik rawan, antara lain Rumah Pompa Kolonel Sugiono, Tawangmas, Plamongan Hijau, serta penambahan pompa baru di Jalan Petudungan.

Regulasi	Strategi Penanggulangan	Realisasi
Perda Kota Semarang No. 8 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Menengah Daerah 2025 – 2029	Penyelesaian studi desain (Review FS dan DED) untuk normalisasi sungai – sungai besar (Sungai Baru, Sungai Semarang, Sungai Asin, Sungai Silandak, dan Sungai Babon)	Program National Urban Flood Resilience Project (NUFReP) menysasar beberapa titik vital, dimulai pada tahun 2025 dengan normalisasi Sungai Tenggang dan Sungai Sringin, kemudian berlanjut di tahun 2027 normalisasi Sungai Semarang, Sungai Asn, Sungai Baru, dan Sungai Silandak.

Sumber: Hasil Analisis, 2026

4.4.2 Analisis Kesesuaian Kebijakan dengan Kondisi Eksisting Infrastruktur SDA

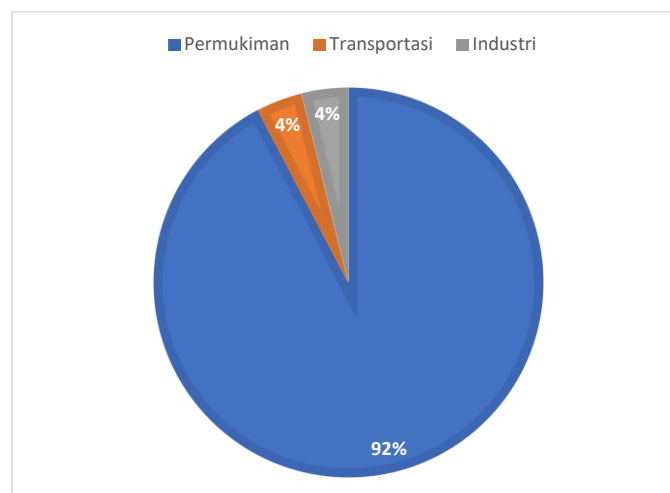
Infrastruktur sumber daya air merupakan bangunan dan prasarana untuk mengelola air seperti bendungan, irigasi, waduk, pintu air, embung, dan tanggul. Infrastruktur SDA tersebut berguna untuk mendukung ketahanan air, pangan, energi (PLTA), pengendalian banjir, dan kesejahteraan masyarakat, melalui pengelolaan terpadu dari perencanaan, pembangunan, hingga pemeliharaan. Pada konteks pengendalian bencana banjir, keberadaan infrastruktur sumber daya air memiliki keterkaitan langsung dengan kondisi tutupan lahan di suatu wilayah. Perubahan tutupan lahan, terutama konversi lahan bervegetasi menjadi lahan terbangun menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah dalam menyerap air, hingga meningkatkan volume limpasan permukaan yang mengalir menuju badan sungai. Kondisi tersebut menempatkan infrastruktur sumber daya air sebagai komponen kritis dalam sistem pengendalian banjir, karena kapasitas tampung dan distribusi infrastruktur tersebut harus mengimbangi peningkatan beban limpasan akibat perubahan tutupan lahan yang terjadi.

Pada DAS Babon dinamika perubahan tutupan lahan yang berlangsung di sepanjang daerah aliran sungai berdampak pada efektivitas infrastruktur sumber daya air yang telah terbangun. Infrastruktur sumber daya air di DAS Babon terdiri atas 22 kolam retensi, 3 embung dan 1 waduk dengan total 26 infrastruktur. Kolam retensi berfungsi utama untuk menampung limpasan air hujan dan air kiriman dari daerah hulu agar debit puncak tidak langsung membebani sungai atau saluran drainase. Pada DAS Babon, kolam retensi ini memiliki fungsi penting untuk mengurangi banjir dan genangan, terutama di kawasan dataran rendah dan pesisir. Cara kerja pada kolam retensi ini juga membantu menahan air sementara sebelum dipompa atau dialirkan bertahap ke laut atau sungai. Danau berperan sebagai tampungan air alami maupun buatan yang mendukung pengendalian banjir, konservasi air, resapan, serta

mestabilkan lingkungan sekitar. Embung pada umumnya di DAS Babon berperan sebagai pendukung irigasi yang menjadi cadangan air bagi pertanian atau ruang terbuka hijau. Embung juga membantu mengurangi limpasan permukaan dan menekan risiko banjir skala mikro di wilayah sekitarnya. Sedangkan waduk memiliki kapasitas tampung yang lebih besar difungsikan sebagai pengendalian banjir, penyediaan air baku, dan konservasi sumber daya air.

Distribusi infrastruktur sumber daya air yang telah diuraikan sebelumnya tidak dapat dilepaskan dari kondisi tutupan lahan di sekitarnya. Aktivitas dan penggunaan lahan yang berada di sekitar infrastruktur sumber daya air secara langsung mempengaruhi beban limpasan yang harus ditampung, sekaligus mencerminkan tekanan konversi lahan yang terjadi di masing-masing segmen DAS. Oleh karenanya, pemahaman terhadap jenis aktivitas tutupan lahan di sekitar infrastruktur sumber daya air menjadi penting untuk menilai sejauh mana kapasitas infrastruktur yang ada mampu mengimbangi dinamika perubahan tutupan lahan yang berlangsung di DAS Babon.

Gambar 4. 20 Grafik Aktivitas Tutupan Lahan di Sekitar DAS Babon

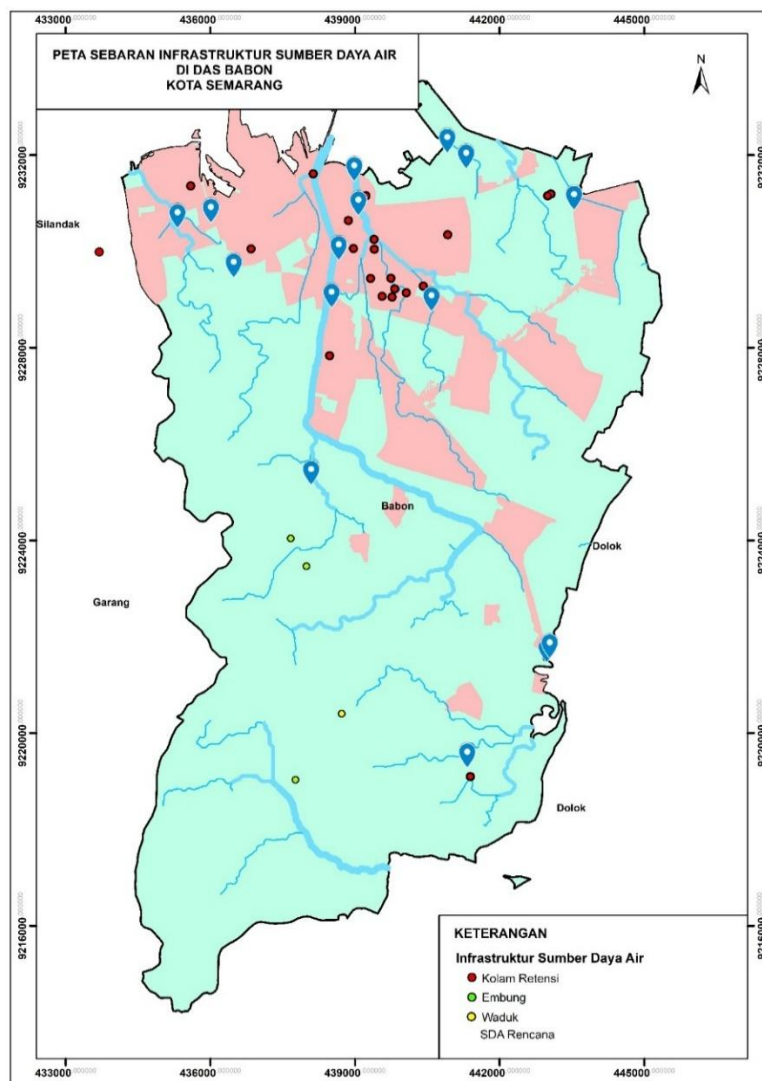


Sumber: Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan grafik aktivitas tutupan lahan di sekitar infrastruktur sumber daya air, permukiman menjadi jenis tutupan lahan yang paling dominan dengan 26 unit infrastruktur berada di sekitarnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar infrastruktur sumber daya air di DAS Babon dibangun sebagai respons terhadap tekanan limpasan dari kawasan terbangun yang terus berkembang. Sementara itu, kawasan dengan tutupan lahan yang masih relatif alami seperti pertanian dan perkebunan hanya didukung oleh sedikit infrastruktur, yang mengindikasikan bahwa fungsi resapan alami di kawasan tersebut masih menjadi tumpuan utama dalam pengendalian limpasan. Kondisi ini perlu menjadi pertimbangan dalam

penyusunan arahan penanganan banjir, mengingat tekanan konversi lahan permukiman yang terus meningkat berpotensi melampaui kapasitas infrastruktur sumber daya air yang tersedia.

Analisis kesesuaian kebijakan dengan kondisi eksisting ditujukan untuk membandingkan kebijakan yang dilakukan oleh pemerintah dalam penanganan banjir di DAS Babon dengan kondisi infrastruktur yang terdapat di lapangan. Pentingnya hal ini dilakukan untuk mengetahui *gap* dan menjadi dasar dalam membentuk arahan selanjutnya. Pada gambar 4.18 merupakan peta yang menyajikan antara kawasan terdampak banjir akibat adanya perubahan tutupan lahan dengan infrastruktur sumber daya air pengendali banjir baik eksisting, maupun infrastruktur berdasarkan kebijakan pemerintah,



Sumber: Hasil Analisis, 2026

Gambar 4. 21 Peta Sebaran Infrastruktur SDA dan Kawasan Terdampak Banjir di DAS Babon

Berdasarkan peta sebaran infrastruktur SDA dan kawasan terdampak banjir di DAS Babon, dapat diketahui bahwa sebaran infrastruktur sumber daya air eksisting belum sepenuhnya menjangkau seluruh kawasan terdampak banjir.

A. Segmen Hilir

Pada segmen hilir merupakan kawasan dengan konversi lahan yang masif menjadi lahan terbangun. Peningkatan tutupan lahan kedap air di kawasan ini secara langsung mengurangi kapasitas infiltrasi dan memperbesar volume limpasan yang mengalir ke hilir. Namun, infrastruktur SDA yang tersedia di kawasan ini sangat terbatas, terutama di koridor pesisir timur, hal ini menyebabkan limpasan yang dihasilkan dari konversi lahan tidak tertampung dengan baik dan berujung pada genangan yang meluas.

B. Segmen Tengah

Pada segmen tengah daerah aliran sungai yang menjadi zona transisi menanggung beban ganda yaitu menerima limpasan dari hulu berupa konversi tutupan lahan, sekaligus adanya alih fungsi lahan di kawasan yang berkembang di sepanjang koridor jalan arteri dan kolektor primer. Sebaran kawasan terdampak banjir tersebut mengikuti alur Sungai Silandak dan Sungai babon, hal ini menunjukkan bahwa kapasitas sungai sudah tidak sebanding dengan peningkatan debit air. Sementara itu, keberadaan kolam retensi pada segmen ini terbatas dan belum tersebar secara seimbang terhadap luas wilayah terdampak.

C. Segmen Hulu

Pada segmen hulu daerah aliran sungai relatif sedikit kawasan terdampak banjir. Keberadaan embung, danau, dan waduk pada kawasan ini turut berkontribusi dalam menahan limpasan sebelum mengalir ke segmen tengah dan hilir. Namun, adanya tekanan konversi lahan yang terdapat di hulu tetap perlu diwaspadai, karena jika tidak dikendalikan akan mengurangi efektivitas infrastruktur sumber daya air dan memperparah kondisi segmen di bawahnya.

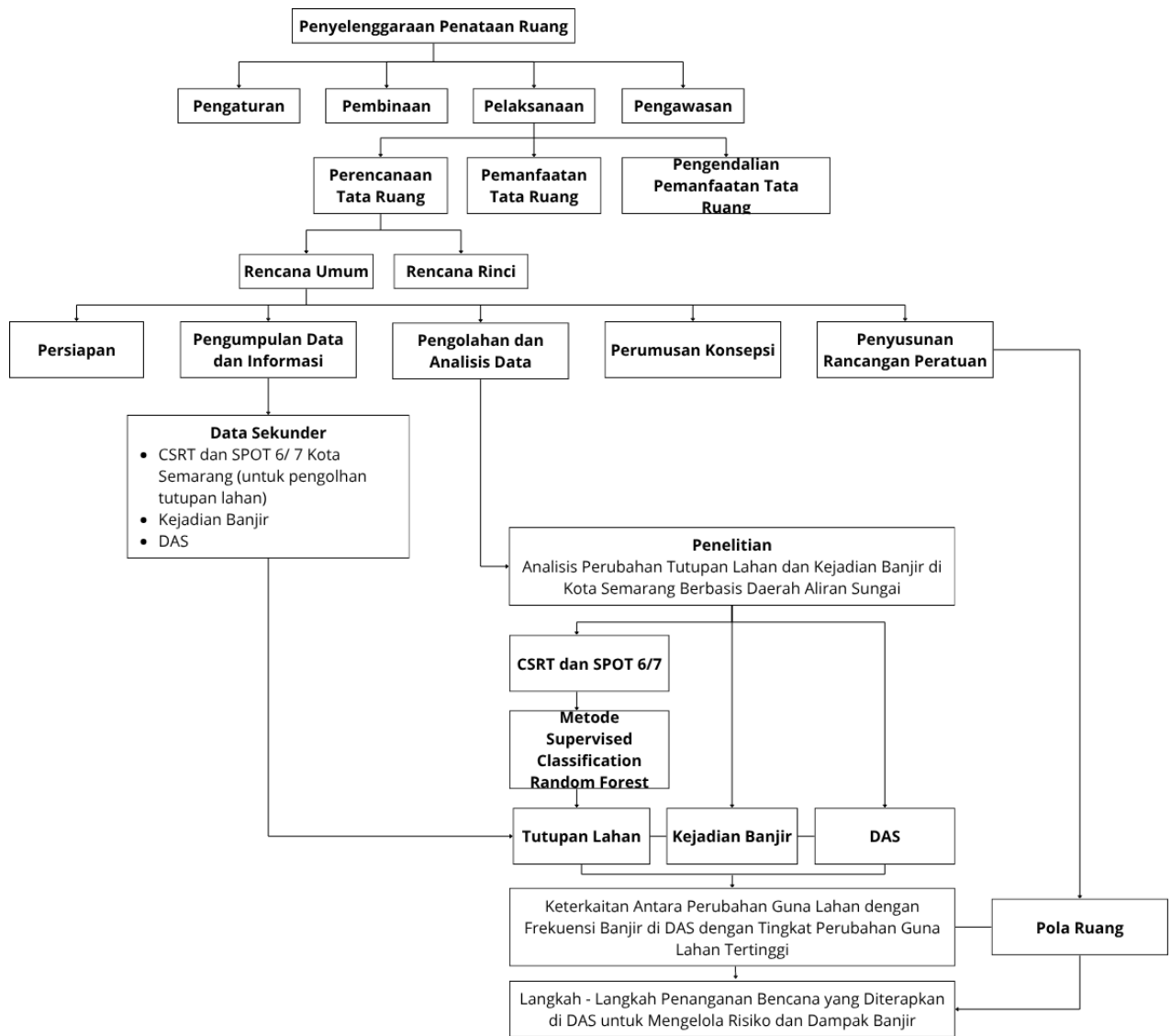
Selain infrastruktur eksisting, pada peta tersebut juga mengidentifikasi sejumlah titik infrastruktur SDA yang telah ditetapkan oleh pemerintah Kota Semarang dalam RPJMD Kota Semarang 2025 – 2029 sebagai upaya pengendalian banjir, Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Jratunseluna oleh Kementrian PUPR, dan Rencana Pengelolaan DAS Babon oleh DLHK Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan sebaran titik infrastruktur rencana tersebut sebagian besar berlokasi di sekitar kawasan yang saat ini terdampak banjir dan

sekaligus mengalami tekanan perubahan tutupan lahan yang tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa perencanaan infrastruktur pemerintah telah mempertimbangkan dinamika spasial yang terjadi di lapangan. Namun demikian, perlu ditekankan bahwa jeda antara tahap perencanaan dan pelaksanaan pembangunan infrastruktur berisiko tidak mampu mengejar laju perubahan tutupan lahan yang terus terjadi. Setiap keterlambatan dalam merealisasikan infrastruktur sumber daya air yang telah direncanakan akan menyebabkan bertambahnya kawasan terbangun tanpa didukung sarana pengendalian banjir yang memadai, sehingga peluang meluasnya wilayah terdampak banjir pada masa mendatang semakin besar.

4.4.3 Kesesuaian Pola Ruang Dengan Dinamika Perubahan Tutupan Lahan dan Banjir

Analisis kesesuaian pola ruang merupakan langkah kritis dalam mengevaluasi pemanfaatan ruang aktual di wilayah DAS Kota Semarang telah selaras dengan arahan kebijakan tata ruang yang berlaku Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 5 Tahun 2021 tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Nomor 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011 – 2031, memuat pola ruang wilayah Kota Semarang yang diarahkan menjadi kawasan lindung dan kawasan budidaya. Pada klasifikasi tersebut menunjukkan pengelolaannya ditujukan untuk mewujudkan pembangunan kota yang berkelanjutan sekaligus menjaga keseimbangan fungsi ekologis. Pada konteks penanggulangan banjir, kesesuaian antara pola ruang yang ditetapkan dengan kondisi tutupan lahan eksisting menjadi indikator penting. Hal ini mengingat perubahan guna lahan yang tidak sesuai, khususnya di kawasan lindung dan kawasan resapan air dapat memperburuk limpasan permukaan dan meningkatkan risiko banjir di wilayah hilir DAS.

Pada subbab ini mengintegrasikan antara data pola ruang RTRW Kota Semarang dan perubahan lahan serta kejadian banjir di DAS Babon melalui *overlay*. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi zona – zona ketidaksesuaian pemanfaatan ruang yang berhubungan dengan peningkatan frekuensi banjir, sehingga dapat memberikan landasan spasial yang terukur bagi optimalisasi kebijakan tata ruang dalam upaya pengurangan risiko bencana banjir di Kota Semarang. Pada gambar 4.19 merupakan kerangka yang menunjukkan posisi penelitian terhadap rencana tata ruang,

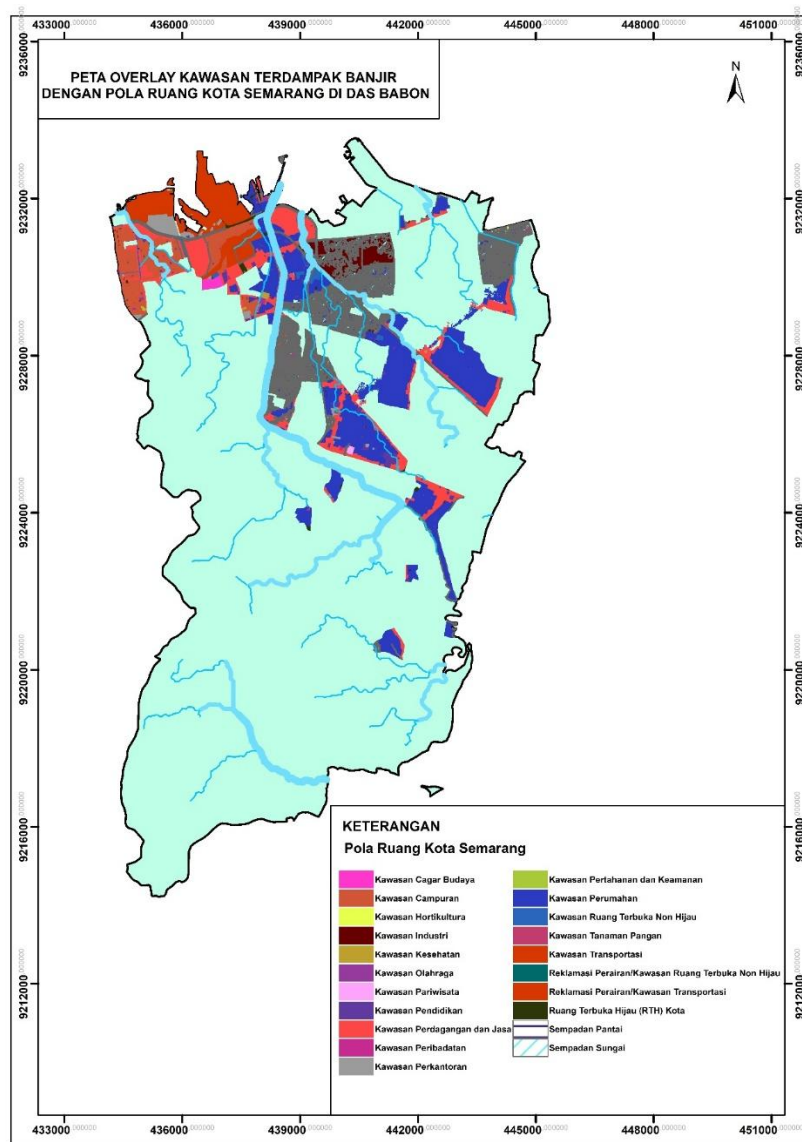


Sumber: Undang – Undang No. 26 Tahun 2007

Gambar 4. 22 Kerangka Posisi Penelitian

Kerangka posisi penelitian digunakan untuk mengetahui letak penelitian terhadap penyelenggaraan penataan ruang. Analisis overlay ini mengintegrasikan tiga layer utama, yaitu peta pola ruang RTRW Kota Semarang, peta perubahan tutupan lahan hasil klasifikasi periode 2015 - 2022, serta sebaran kejadian banjir berdasarkan data BPBD Kota Semarang. Ketiga layer tersebut dianalisis secara spasial per segmen DAS yaitu hulu, tengah, dan hilir untuk mengidentifikasi zona-zona yang mengalami perubahan tutupan lahan tidak sesuai dengan peruntukan ruang yang ditetapkan dalam RTRW, sekaligus berkorelasi dengan peningkatan frekuensi kejadian banjir. Hasil tersebut diharapkan dapat diketahui kesesuaian antara pola ruang dan tutupan lahan, sehingga dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam menentukan rekomendasi arahan penanganan banjir di DAS Babon. Dimensi kritis tersebut semakin diperkuat ketika hasil analisis tutupan lahan di DAS Babon diperhadapkan dengan pola ruang

yang ditetapkan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Semarang. *Overlay* spasial antara perubahan tutupan lahan dan pola ruang mengungkap adanya ketidaksesuaian antara kondisi eksisting dengan peruntukan lahan yang telah ditetapkan, di mana sebagian kawasan yang seharusnya dipertahankan sebagai ruang terbuka hijau atau kawasan lindung justru telah mengalami konversi menjadi lahan terbangun. Ketidaksesuaian ini tidak hanya berdampak pada menurunnya fungsi resapan air di kawasan hulu DAS, tetapi juga berimplikasi pada meningkatnya beban limpasan permukaan yang bermuara pada wilayah hilir yang padat permukiman. Dengan demikian, analisis lanjutan pada DAS Babon tidak hanya relevan dari perspektif hidrologi, tetapi juga menjadi dasar perumusan rekomendasi pengendalian pemanfaatan ruang yang kontekstual dan berbasis karakteristik spasial DAS.



Sumber: RTRW Kota Semarang 2011 - 2031

Gambar 4. 23 Peta Overlay Kawasan Terdampak Banjir dengan Pola Ruang Kota Semarang di DAS Babon

Hasil overlay kawasan terdampak banjir dengan pola ruang mendapatkan hasil temuan yang akan digunakan dalam penyusunan rekomendasi teknis penanganan banjir. Total luas pola ruang yang tumpang tindih dengan kejadian banjir di DAS Babon adalah sekitar 3.831 ha, terkonsentrasi pada zona:

Tabel 4. 16 Luasan Kawasan Terdampak di Pola Ruang Kota Semarang

Zona Pola Ruang	Luas Terdampak (ha)	Persentase (%)
Kawasan Perumahan	1.346,53	35,1%
Sempadan Sungai	883,58	23,1%
Kawasan Perdagangan dan Jasa	593,61	15,5%
Kawasan Transportasi	293,55	7,7%
Kawasan Campuran	235,05	6,1%
Kawasan Industri	176,99	4,6%
15 zona lainnya (gabungan)	±302	7,9%

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Hasil pengolahan menunjukkan bahwa dari total sekitar 3.831 ha pola ruang Kota Semarang yang terdampak banjir di DAS Babon, persebarannya tidak merata pada setiap zona. Enam zona, yaitu Kawasan Perumahan, Sempadan Sungai, Kawasan Perdagangan dan Jasa, Kawasan Transportasi, Kawasan Campuran, dan Kawasan Industri, mencakup sekitar 92,1% dari total luas terdampak. Sementara itu, 15 zona lainnya hanya mencakup sekitar 7,9%. Hal ini menunjukkan bahwa banjir lebih banyak terjadi pada kawasan terbangun dan wilayah yang berada di sekitar aliran sungai.

Kawasan Perumahan memiliki luas terdampak terbesar, yaitu 1.346,53 ha (35,1%). Kondisi ini menunjukkan bahwa banyak kawasan permukiman berkembang pada daerah yang rawan banjir, baik karena berada di dataran banjir maupun akibat berkurangnya daerah resapan air akibat pembangunan. Posisi Sempadan Sungai berada di urutan kedua dengan luas terdampak 883,58 ha (23,1%). Kawasan sempadan sungai seharusnya berfungsi sebagai kawasan lindung. Besarnya luas yang terdampak menunjukkan adanya pemanfaatan lahan di sempadan sungai yang dapat mengurangi ruang aliran sungai dan meningkatkan risiko banjir.

Selain itu, Kawasan Perdagangan dan Jasa, Kawasan Transportasi, Kawasan Campuran, dan Kawasan Industri secara bersama-sama mencakup 33,9% dari total luas terdampak. Hal ini menunjukkan bahwa kawasan dengan aktivitas ekonomi tinggi dan dominasi permukaan kedap air juga memiliki tingkat kerentanan banjir yang cukup besar.

Kondisi tersebut sejalan dengan hasil analisis perubahan tutupan lahan pada pembahasan sebelumnya, yang menunjukkan adanya peningkatan lahan terbangun pada kawasan-kawasan tersebut.

4.4.4 Rekomendasi Teknis Spasial Penanganan Banjir

Arahan rekomendasi diuraikan berdasarkan hasil analisis yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, yaitu adanya kesenjangan antara kondisi infrastruktur sumber daya air eksisting dengan kebutuhan pengendalian banjir yang semakin meningkat akibat dinamikan perubahan tutupan lahan di DAS Babon. Kawasan yang paling intensif mengalami konversi lahan menjadi kawasan terbangun terbukti berkorelasi langsung dengan perluasan kawasan terdampak banjir, sementara ketersediaan infrastruktur sumber daya air di kawasan tersebut justru belum proporsional terhadap tingkat kerentanannya. Kondisi ini menunjukkan bahwa pendekatan penanganan banjir yang bersifat parsial dan tidak mempertimbangkan karakteristik spasial tutupan lahan di masing-masing segmen DAS tidak akan mampu memberikan solusi yang efektif dan berkelanjutan. Oleh karena itu, subbab ini merumuskan rekomendasi teknis spasial penanganan banjir berdasarkan tiga pertimbangan utama, yaitu kondisi tutupan lahan beserta dinamika perubahannya, sebaran dan kondisi infrastruktur sumber daya air eksisting, serta arah kebijakan penanganan banjir yang telah ditetapkan dalam RPJMD Kota Semarang. Rekomendasi disusun secara spasial per segmen DAS, meliputi hulu, tengah, dan hilir serta berdasarkan pola ruang, agar setiap arahan yang dihasilkan memiliki dasar lokasi yang jelas, terukur, dan dapat diterapkan sesuai karakteristik masing-masing wilayah. Melalui pendekatan ini, rekomendasi yang dirumuskan diharapkan tidak hanya mampu merespons kondisi banjir saat ini, tetapi juga mengantisipasi potensi meluasnya dampak banjir akibat tekanan perubahan tutupan lahan yang terus berlangsung di masa mendatang.

A. Rekomendasi Pada Segmen Hulu

Hasil pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap kejadian banjir di Kota Semarang menunjukkan bahwa peningkatan kawasan terbangun, berkurangnya lahan resapan, serta perkembangan permukiman pada wilayah DAS menjadi faktor meningkatnya limpasan air permukaan dan memperbesar risiko banjir. Pada wilayah hulu DAS, arahan difokuskan pada pengendalian alih fungsi lahan dan penguatan fungsi konservasi. Upaya yang dapat dilakukan meliputi rehabilitasi fungsi hutan dan lahan kritis, pembatasan pembangunan pada kawasan resapan air, pembangunan sumur resapan dan embung untuk meningkatkan infiltrasi air hujan (Utomo dkk., 2021) (Adyat dkk., 2022) (W. Prasetyo dkk., 2020). Arahan ini bertujuan untuk mengurangi

limpasan permukaan yang menjadi penyebab meningkatnya debit banjir di wilayah tengah dan hilir.

B. Rekomendasi Pada Segmen Tengah

Pada wilayah tengah DAS, arahan mitigasi yang dapat dilakukan yaitu pengendalian perkembangan kawasan terbangun dan peningkatan kapasitas drainase perkotaan (Nugroho & Handayani, 2021). Strategi yang dapat dilakukan meliputi pembagunan kolam retensi, revitalisasi lingkungan, penyediaan ruang terbuka hijau serta penerapan konsep drainase yang berkelanjutan seperti *permeable pavement* dan *rainwater harvesting* pada kawasan permukiman dan komersial (Sarminingsih dkk., 2021) (Sarminingsih dkk., 2019). Pengendalian pemanfaatan sempadan sungai juga perlu dilakukan untuk menjaga kapasitas aliran sungai tetap optimal.

C. Rekomendasi Pada Segmen Hilir

Pada wilayah hilir DAS, arahan mitigasi difokuskan pada pengurangan risiko banjir rob dan genangan perkotaan akibat tingginya dominasi lahan terbangun, penurunan muka tanah, serta kenaikan muka air laut. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan yaitu meliputi peningkatan kapasitas pompa dan polder, pembangunan tanggul pantai, rehabilitasi mangrove, serta perluasan layanan air perpipaan untuk mengurangi ketergantungan sumber air tanah (Tirta dkk., 2023). Penguatan sistem peringatan dini banjir dan pengendalian tata ruang pada kawasan pesisir diperlukan pada kawasan pesisir yang memiliki tingkat kerawanan tinggi (Lestari, 2025).

Rekomendasi yang dirumuskan dalam penelitian ini tidak semata-mata bersifat lokasional untuk DAS Babon, melainkan disusun dengan mengacu pada kerangka kebijakan tata ruang Kota Semarang secara menyeluruh. Strategi pengendalian pemanfaatan ruang yang direkomendasikan berpijak pada arahan RTRW Kota Semarang sebagai instrumen kebijakan yang berlaku, sehingga rekomendasi yang dihasilkan memiliki relevansi dan legitimasi dalam konteks perencanaan kota. Pendekatan berbasis kebijakan ini menjadikan rekomendasi tersebut strategi yang dirumuskan untuk DAS Babon dapat diterapkan pula pada DAS atau wilayah lain di Kota Semarang yang memiliki karakteristik perubahan tutupan lahan dan tingkat kerentanan banjir yang serupa,

Tabel 4. 17 Rekomendasi Penanggulangan Bencana Banjir Berdasarkan Pola Ruang

Zona Pola Ruang	Rekomendasi Penanggulangan Bencana Banjir	Sumber
Kawasan Cagar Budaya	Penanganan banjir dilakukan melalui adaptasi terbatas yang tidak mengubah bentuk asli bangunan, seperti peninggian elevasi lantai dengan material reversible, pemasangan sumur resapan tersembunyi di halaman, dan pemeliharaan rutin saluran drainase lama.	<i>UU No. 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya; Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan</i>
Kawasan Campuran	Diterapkan kombinasi sumur resapan dan kolam retensi skala blok bangunan, disertai pengaturan proporsi Koefisien Dasar Hijau (KDH) minimum agar limpasan air hujan dari kawasan tidak melebihi kondisi sebelum pembangunan.	<i>Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014; Permen PU No. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan</i>
Kawasan Hortikultura	Lahan hortikultura dipertahankan sebagai zona resapan dan penyangga limpasan dari kawasan terbangun di sekitarnya, dengan penerapan teras kebun/parit pengendali erosi serta pembatasan alih fungsi menjadi lahan terbangun.	<i>UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang (ketentuan kawasan resapan minimal 30% luas DAS); Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014</i>
Kawasan Industri	Setiap kawasan industri wajib menyediakan kolam retensi/penampungan internal dan sumur resapan agar debit air larian keluar kawasan tidak melebihi kondisi sebelum pembangunan (prinsip zero delta Q), dilengkapi RTH internal dan IPAL agar limpasan tidak mencemari badan air.	<i>Permenperin No. 35/M-IND/PER/3/2010 jo. No. 40/M-IND/PER/7/2016 tentang Pedoman Teknis Kawasan Industri; Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014</i>
Kawasan Kesehatan	Bangunan dan utilitas vital (ruang gawat darurat, genset, panel listrik) ditempatkan di atas elevasi muka banjir rencana, dilengkapi sumur resapan dan jalur evakuasi yang dirancang bebas genangan agar pelayanan tidak terhenti saat banjir.	<i>Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan</i>
Kawasan Olahraga	Lapangan dan ruang terbuka olahraga dirancang multifungsi sebagai kolam retensi sementara yang menampung limpasan saat hujan ekstrem dan kembali kering untuk aktivitas olahraga pada kondisi normal, dilengkapi perkerasan berpori pada area parkir.	<i>Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014 (konsep kolam retensi/kolam konservasi)</i>
Kawasan Pariwisata	RTH dan jalur hijau diintegrasikan sebagai daya tarik wisata sekaligus area resapan air, dengan pembatasan luas perkerasan kedap air pada fasilitas wisata baru.	<i>Permen PU No. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan RTH di Kawasan Perkotaan</i>

Zona Pola Ruang	Rekomendasi Penanggulangan Bencana Banjir	Sumber
Kawasan Pendidikan	Setiap satuan pendidikan menyediakan sumur resapan dan lubang biopori sesuai standar teknis, sekaligus dijadikan media edukasi lingkungan bagi siswa sebagai bagian dari mitigasi non-struktural.	<i>SNI 8456:2017 (revisi SNI 03-2453-2002) tentang Sumur dan Parit Resapan Air Hujan; Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014</i>
Kawasan Perdagangan dan Jasa	Bangunan komersial diwajibkan memiliki sumur resapan/kolam tandon dan memenuhi KDH minimum, disertai penertiban PKL atau bangunan liar yang menutup saluran drainase di sekitar kawasan perdagangan.	<i>Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014; Permen PU No. 05/PRT/M/2008</i>
Kawasan Peribadatan	Disediakan sumur resapan komunal berskala kecil di halaman maupun area parkir, dengan kolam wudhu/taman difungsikan sebagai elemen resapan tambahan.	<i>SNI 8456:2017 tentang Sumur dan Parit Resapan Air Hujan</i>
Kawasan Perkantoran	Diterapkan elemen drainase berwawasan lingkungan (low impact development) berupa bioswale, rain garden, dan sumur resapan pada setiap gedung perkantoran untuk menahan dan meresapkan air hujan sebelum masuk saluran kota.	<i>Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan (Sustainable Drainage System)</i>
Kawasan Pertahanan dan Keamanan	Penyediaan sarana resapan internal dilakukan tanpa mengubah fungsi strategis kawasan, mengikuti ketentuan penataan ruang kawasan pertahanan keamanan yang diatur khusus dalam RTRW.	<i>UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang</i>
Kawasan Perumahan	Sumur resapan dan biopori sesuai standar teknis, dilengkapi kolam retensi komunal skala RW/kelurahan pada kawasan permukiman padat di DAS Babon, serta larangan mendirikan bangunan baru di garis sempadan sungai.	<i>SNI 8456:2017; Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014; Permen PUPR No. 28/PRT/M/2015 tentang Garis Sempadan Sungai</i>
Kawasan Ruang Terbuka Non Hijau	Perkerasan pada RTNH menggunakan material berpori (porous pavement/paving block berongga) dan dilengkapi kolam tandon tersembunyi di bawah permukaan untuk menampung sementara limpasan air hujan.	<i>Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan</i>
Kawasan Tanaman Pangan	Lahan tanaman pangan dipertahankan fungsinya sebagai Lahan Pertanian yang sekaligus berperan sebagai zona resapan dan retensi alami DAS, dengan larangan alih fungsi ke peruntukan terbangun kecuali untuk kepentingan umum.	<i>UU No. 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan</i>

Zona Pola Ruang	Rekomendasi Penanggulangan Bencana Banjir	Sumber
Kawasan Transportasi	Sistem drainase jalan diintegrasikan dengan sumur resapan pada median dan bahu jalan serta lubang biopori di sepanjang trotoar untuk mengurangi limpasan langsung ke badan jalan dan saluran kota.	<i>Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan</i>
Reklamasi Perairan/ Kawasan Ruang Terbuka Non Hijau	Pengembangan kawasan reklamasi dibatasi melalui kajian dampak hidrologis (prinsip zero delta Q) sebelum izin diberikan, dilengkapi kolam retensi besar dan sistem polder (tanggul, pompa, pintu air) untuk mengendalikan genangan akibat rob, mengacu pada pengalaman Sistem Polder Kota Lama dan Polder Tawang di Semarang Utara.	<i>Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014; Utami & Hidayat (2020), Jurnal Kajian Teknik Sipil Vol. 5 No. 1, tentang Sistem Polder Tawang Semarang Utara</i>
Reklamasi Perairan/ Kawasan Transportasi	Jalan akses di kawasan hasil reklamasi ditinggikan di atas elevasi pasang air laut tertinggi dan diintegrasikan dengan sistem polder kawasan agar tidak menjadi titik genangan rob maupun banjir.	<i>Studi sistem polder Semarang Utara (Polder Kota Lama/Tawang; Polder muara Sungai Beringin, Kec. Tugu)</i>
Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota	Pemenuhan dan pemeliharaan RTH minimal 30% dari luas wilayah kota (20% RTH publik dan 10% RTH privat) dipertahankan sebagai daerah resapan utama DAS Babon, termasuk fungsi taman kota sebagai lokasi biopori dan sumur resapan komunal.	<i>UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Pasal 29 Ayat (2); Permen PU No. 05/PRT/M/2008</i>
Sempadan Pantai	Batas sempadan pantai ditegakkan minimal 100 meter dari titik pasang tertinggi ke arah darat, direhabilitasi dengan penanaman mangrove sebagai sabuk hijau penahan rob dan abrasi, serta dilarang adanya bangunan permanen baru.	<i>Perpres No. 51 Tahun 2016 tentang Batas Sempadan Pantai; UU No. 27 Tahun 2007 jo. UU No. 1 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil</i>
Sempadan Sungai	Garis sempadan sungai ditegakkan sesuai ketentuan teknis (bervariasi menurut kategori dan kedalaman sungai), disertai normalisasi/naturalisasi sungai, penghijauan riparian, dan relokasi bangunan ilegal di bantaran sungai DAS Babon.	<i>Permen PUPR No. 28/PRT/M/2015 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau</i>

Sumber: Hasil Analisis, 2026