

KAJIAN HIDROLOGI

**Pengembangan Kawasan Peruntukan
Industri, Kawasan Permukiman
Perkotaan, dan Badan Air 145,3986 Ha**

Disusun oleh :

Dimas Ardi Prasetya
Mochammad Fajrul Falah
Giga Azra Prabandana Hastowo
Muhafidzul Akbar

2026

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

KATA PENGANTAR

Pembangunan berwawasan lingkungan sangatlah penting dilakukan, Pembangunan kawasan perumahan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan manusia akan hunian yang sehat.

Kajian hidrologi dan hidrolika serta peil banjir ini dilaksanakan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan yang telah diatur dalam peraturan dan perundang-undangan terkait pembangunan pengembangan suatu wilayah peruntukan penggunaan ruang, dimana hasil kajian beserta presentasi yang dilakukan akan disampaikan kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Bogor.

Laporan Kajian ini, meliputi gambaran dan identifikasi dari kegiatan pembangunan berikut segala aspeknya, tinjauan geologi, analisis hidrologi serta rekomendasi.

Semoga Kajian Hidrologi yang telah disusun ini dapat bermanfaat, memenuhi harapan semua pihak yang terkait dan berkepentingan.

Bogor, Oktober 2025

.....
PENYUSUN

RINGKASAN EKSEKUTIF

Judul : Kajian Hidrologi Kawasan Peruntukan Industri, Kawasan Permukiman
Perkotaan, Dan Badan Air 145,3986 Ha

Penyusun : Dimas Ardi Prasetya
Mochammad Fajrul Falah
Giga Azra Prabandana Hastowo
Muhafidzul Akbar

Pendahuluan

Laju pertumbuhan penduduk dan perkembangan perekonomian yang terus meningkat telah mendorong kebutuhan pembangunan di berbagai sektor, salah satunya sektor perumahan. Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal yang sehat, aman, dan nyaman menuntut tersedianya kawasan permukiman yang didukung oleh sarana dan prasarana yang memadai. Dalam pelaksanaannya, pembangunan perumahan harus diselenggarakan sesuai dengan ketentuan tata ruang dan peraturan yang berlaku, termasuk yang diatur dalam Peraturan Daerah tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW).

Sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan hunian masyarakat, direncanakan pengembangan kawasan perumahan pada lahan seluas $\pm 145,3986$ ha. Pengembangan kawasan tersebut diharapkan dapat mendukung penyediaan hunian yang layak sekaligus menunjang perkembangan wilayah di sekitarnya. Oleh karena itu, berbagai aspek teknis, sosial, ekonomi, dan lingkungan perlu diperhatikan dalam setiap tahapan perencanaan maupun pelaksanaannya.

Pembangunan yang dilakukan perlu memperhatikan prinsip-prinsip pembangunan berwawasan lingkungan agar keseimbangan antara kebutuhan pembangunan dan kelestarian lingkungan tetap dapat terjaga. Dengan demikian, dampak negatif yang mungkin timbul dapat diminimalkan, sedangkan manfaat pembangunan bagi masyarakat dan lingkungan sekitar dapat dioptimalkan. Selain itu, keberadaan sarana dan prasarana pendukung yang memadai diharapkan dapat mewujudkan kawasan permukiman yang nyaman, aman, dan berkelanjutan.

Masterplan

Rencana pengembangannya pada area seluas 145,3986 Ha adalah sebagai berikut: wilayah studi yang digunakan sebagai wilayah kajian merupakan wilayah

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

dengan kondisi lahan awal berupa tegalan dan kondisi eksisting saat ini sudah mengalami pembangunan tahap awal pematangan lahan (*land preparation*). *Masterplan* yang direncanakan dalam proses pemetaan dasar untuk penentuan presentase kavling efektif, sarana, serta prasarana & utilitas. Perencanaan pembangunan dengan kavling efektif sebesar 872.462 m², luas sarana sebesar 174.448 m², luas prasarana dan utilitas sebesar 407.076 m². Luas Koefisien Dasar Bangunan perencanaan maksimal sebesar 60 %.

Kondisi Existing

Berdasarkan Badan Pusat Statistik 2025, Kecamatan Gunung Putri memiliki rata-rata curah hujan bulanan adalah 108,7 mm dengan curah hujan maksimum bulanan adalah 244 mm. Rata-rata hari hujan tiap bulan sebesar 8,4 hari. Suhu dan kelembaban udara di lokasi penelitian di perkirakan sama dengan Kabupaten Bogor. Berdasarkan stasiun pengamatan di Citeko, Kabupaten Bogor, suhu udara berkisar rata-rata 19^o C sampai 28^o C dengan kelembaban udara 70%. Kelembaban relatif (RH) berkisar 73-93 % dengan kelembaban maksimum pada bulan Februari dan kelembaban minimum pada bulan September.

Kondisi penutupan lahan pada area kajian didominasi oleh lahan terbuka dengan kontur yang relatif datar dan landai. Pemanfaatan lahan pada kondisi awal berupa tegalan yang berbatasan dengan kawasan permukiman serta badan air di sekitarnya. Kondisi topografi yang relatif datar memberikan kemudahan dalam proses pengembangan kawasan dan pembangunan infrastruktur pendukung. Lahan dengan luas sekitar 145,3986 ha direncanakan untuk dikembangkan sebagai kawasan perumahan. Pengembangan tersebut diharapkan dapat mengakomodasi kebutuhan hunian masyarakat dengan tetap memperhatikan aspek tata ruang, lingkungan, dan keberlanjutan kawasan. Akses menuju lokasi kajian didukung oleh jaringan jalan utama yang memiliki lebar rata-rata sekitar 10 meter. Selain itu, pada area kajian juga telah tersedia akses jalan internal dengan lebar rata-rata sekitar 6 meter yang dapat menunjang mobilitas selama tahap pembangunan maupun operasional kawasan di masa mendatang.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Tahun 2025, wilayah kajian berada dalam salah satu kecamatan di Kabupaten Bogor yang memiliki luas wilayah sekitar 58,18 km². Sebagian besar wilayah kecamatan tersebut berada pada ketinggian antara 34–140 meter di atas permukaan laut (mdpl). Secara administratif, kecamatan tersebut berbatasan dengan wilayah perkotaan di bagian utara, kecamatan lain di bagian selatan dan timur, serta wilayah perkotaan dan kecamatan lain di bagian barat.

Secara umum, lokasi proyek perumahan berada pada kawasan yang berbatasan dengan area permukiman dan badan air di sekitarnya. Kondisi lokasi

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

dinilai cukup strategis untuk pengembangan kawasan permukiman karena memiliki akses yang baik serta didukung oleh keberadaan infrastruktur dan jaringan pelayanan wilayah yang telah berkembang.

Topografi wilayah terdiri atas dataran hingga perbukitan dengan variasi elevasi antara sekitar 34 meter hingga 140 meter di atas permukaan laut. Di sekitar lokasi kajian terdapat satu sungai yang berperan penting sebagai sumber daya air bagi wilayah sekitarnya. Pada kondisi eksisting, sebagian area lokasi kajian berada relatif dekat dengan badan sungai sehingga aspek perlindungan sempadan sungai perlu diperhatikan dalam proses perencanaan dan pembangunan.

Berdasarkan hasil analisis topografi, lokasi kajian memiliki kelas kelereng yang terbagi menjadi lima kelas, yaitu berkisar antara 0% hingga 81,95%. Kondisi lahan didominasi oleh lereng datar hingga landai dengan kemiringan 0–2,57%, sedangkan kelas lereng paling curam memiliki luasan yang relatif kecil. Mengacu pada SNI 03-1733-2004, kemiringan lereng yang direkomendasikan untuk kawasan permukiman adalah maksimal 15%. Pada lahan dengan kemiringan 0–8% umumnya tidak diperlukan tindakan rekayasa khusus, sedangkan pada kemiringan 8–15% diperlukan rekayasa teknis tertentu untuk menjamin keamanan dan kestabilan lahan. Berdasarkan kondisi tersebut, sebagian besar area kajian dinilai sesuai untuk pengembangan kawasan perumahan.

Badan sungai yang berada di sekitar wilayah studi memiliki lebar yang relatif seragam, yaitu berkisar antara 8–15 meter dengan kedalaman muka air normal sekitar 1,5–2,2 meter. Keberadaan sungai tersebut perlu menjadi pertimbangan dalam perencanaan kawasan, khususnya terkait pengelolaan drainase, pengendalian limpasan permukaan, serta perlindungan kawasan sempadan sungai.

Berdasarkan peta geologi regional, struktur geologi wilayah tersusun atas berbagai bentuk struktur seperti sesar, lipatan, kelurusan, dan kekar yang berkembang pada batuan berumur Oligosen hingga Kuarter. Aktivitas tektonik yang terjadi pada akhir Miosen menghasilkan pola pengangkatan yang kemudian diikuti oleh intrusi batuan andesit. Secara litologi, wilayah kajian didominasi oleh satuan kipas aluvium yang tersusun atas tuf halus berlapis, tuf pasir, serta perselingan endapan aluvium dengan tuf konglomeratan. Selain itu, dijumpai pula satuan aluvium yang terdiri atas material lempung, lanau, pasir, kerikil, kerakal, dan bongkah hasil proses pengendapan. Kondisi geologi tersebut memberikan karakteristik tersendiri terhadap stabilitas lahan, infiltrasi air, serta potensi pengembangan kawasan permukiman.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
RINGKASAN EKSEKUTIF	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Perumusan Masalah	2
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Manfaat	3
BAB II. GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN	4
2.1. Master Plan	4
2.2. Lokasi Proyek	5
2.3. Kesesuaian Tata Ruang	7
2.4. Iklim	8
2.5. Kondisi Penutupan Lahan	9
2.6. Topografi dan Kemiringan Lahan (<i>Slope</i>)	10
2.6. Hidrologi Existing	12
2.7. Tanah	12
BAB III. TINJAUAN GEOLOGI DAN HIDROGEOLOGI.....	15
3.1. Fisiografi Lembar Bogor	15
3.1.1. Batuan Sedimen (Bagian selatan).....	15
3.1.2. Batuan Sedimen (Bagian Utara).....	17
3.1.3. Endapan Pemukaan.....	19
3.2. Tektonik dan Struktur Geologi	20
3.3. Kerawanan Geologi	21
3.4. Kondisi Daerah Berpotensi Bencana	22
3.5. Jejaring Aliran (<i>Flownet</i>) dan Hidrogeologi	24
3.6. Pengolahan Data Hidrologi	34
BAB IV. ANALISIS HIDROLOGI.....	41
4.1. Kondisi Existing Sungai	41
4.2. Profil Sungai dan Saluran	42
4.3. Analisis Infiltrasi	50
4.4. Analisis Curah Hujan	53
4.4.1. Intensitas Hujan.....	55
4.4.2. Debit dan Volume Limpasan.....	57
BAB V. ANALISIS HIDROLIKA	60
5.1. Drainase dan Bangunan Konservasi	60

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

5.1.1. Saluran Drainase.....	60
5.1.2. Kolam Retensi.....	64
5.2. Skema Pengaliran Drainase	65
BAB VI. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	68
6.1. Kesimpulan	68
6.2. Rekomendasi	73
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Syarat penggunaan jenis sebaran.....	36
Tabel 2 Nilai koefisien limpasan metode rasional	36
Tabel 3 Koefisien kekasaran manning.....	37
Tabel 4 Tinggi jagaan drainase pasang batu dan dari tanah.....	39
Tabel 5 Unsur geometris penampang saluran persegi dan trapesium.....	39
Tabel 6 Hubungan antara nilai Q, h, dan b/h untuk saluran drainase	40
Tabel 7 Pemodelan Profil Sungai Cikeas.....	43
Tabel 8 Hasil perhitungan debit sungai pada wilayah kajian.....	49
Tabel 9 Data hasil pengukuran laju infiltrasi titik 1	51
Tabel 10 Data hasil pengukuran laju infiltrasi titik 2	51
Tabel 11 Hasil pengolahan data infiltrasi titik 1.....	51
Tabel 12 Hasil pengolahan data infiltrasi titik 2.....	52
Tabel 13 Curah hujan tahunan maksimum.....	54
Tabel 14 Hasil perhitungan koefisien Ck, Cs, dan Cv	54
Tabel 15 Hasil analisis distribusi curah hujan Metode Gumbel	55
Tabel 16 Intensitas hujan	56
Tabel 17 Hasil perhitungan koefisien limpasan kumulatif (Cr)	58
Tabel 18 Debit dan volume limpasan eksisting	59
Tabel 19 Debit dan volume limpasan proyek.....	59
Tabel 20 Perhitungan penampang saluran drainase	61
Tabel 21 Perhitungan volume tampungan kolam retensi	64
Tabel 22 Perhitungan sisa volume limpasan	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 <i>Siteplan</i> kegiatan pembangunan perumahan.....	4
Gambar 2 Peta citra kegiatan pembangunan perumahan	6
Gambar 3 Peta batas administrasi kegiatan pembangunan perumahan	6
Gambar 4 Peta overlay kegiatan dengan RTRW Kabupaten Bogor	7
Gambar 5 Kondisi lahan pada lokasi perencanaan.....	9
Gambar 6 Peta DEM wilayah pengembangan.....	10
Gambar 7 Peta kelerengan lahan wilayah kajian	11
Gambar 8 Peta kontur wilayah kajian.....	11
Gambar 9 Sungai pada wilayah kajian.....	12
Gambar 10 Peta geologi wilayah pengembangan	21
Gambar 11 Jenis – jenis longsor	24
Gambar 12 Zona akuifer.....	28
Gambar 13 Peta hidrogeologi permukaan	29
Gambar 14 Peta hidrogeologi dasar	30
Gambar 15 Gambaran kondisi akuifer.....	32
Gambar 16 Gambaran umum jejaring aliran	33
Gambar 17 Pola jejaring aliran (<i>flownet</i>) 2D.....	34
Gambar 18 Kondisi kenaikan muka air banjir eksisting.....	42
Gambar 19 Kondisi eksisting sungai pada lokasi kajian.....	42
Gambar 20 Layout <i>cross section</i> sungai pada lokasi kajian	44
Gambar 21 <i>Cross section</i> hulu, tengah dan hilir Sungai Cikeas	44
Gambar 22 Pemodelan muka air normal.....	45
Gambar 23 Pemodelan banjir 3 meter	46
Gambar 24 Pemodelan banjir 6 meter	46
Gambar 25 Pemodelan banjir 9 meter	47
Gambar 26 Desain tipikal peil banjir.....	48
Gambar 27 Pengukuran kecepatan aliran sungai	49
Gambar 28 Pengukuran laju infiltrasi.....	50
Gambar 29 Grafik laju infiltrasi titik 1.....	53
Gambar 30 Grafik laju infiltrasi titik 2.....	53
Gambar 31 Curah hujan rancangan Metode Gumbel	55
Gambar 32 Grafik intensitas hujan (mm/jam).....	57
Gambar 33 Peta pembagian DTA.....	58
Gambar 34 Contoh bentuk penampang saluran drainase	60
Gambar 35 Penampang melintang saluran drainase pada lokasi kajian	63
Gambar 36 Contoh detail penampang drainase lingkungan bentuk segi empat	63

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Gambar 37 Skema gambaran kolam retensi	65
Gambar 38 Skema pengaliran drainase	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta citra wilayah pengembangan.....	79
Lampiran 2. Peta batas administrasi.....	80
Lampiran 3. Peta <i>siteplan</i> wilayah pengembangan	81
Lampiran 4. Peta DEM wilayah pengembangan	82
Lampiran 5. Peta <i>overlay</i> kegiatan dengan RTRW Kabupaten Bogor	83
Lampiran 6. Peta kelerengan lahan wilayah kajian.....	84
Lampiran 7. Peta kontur wilayah kajian.....	85
Lampiran 8. Peta geologi wilayah kajian	86
Lampiran 9. Peta hidrogeologi permukaan wilayah kajian.....	87
Lampiran 10. Peta hidrogeologi dasar wilayah kajian	88
Lampiran 11. Peta DTA wilayah kajian	89
Lampiran 12. Peta layout <i>cross section</i> sungai wilayah kajian	90
Lampiran 13. Peta <i>cross section</i> sungai wilayah kajian.....	91
Lampiran 14. Peta MAN wilayah kajian	92
Lampiran 15. Peta MAB 3 meter wilayah kajian	93
Lampiran 16. Peta MAB 6 meter wilayah kajian	94
Lampiran 17. Peta MAB 9 meter wilayah kajian	95
Lampiran 18. Desain tipikal peil banjir	96
Lampiran 19. Pola jejaring aliran (<i>flownet</i>) 2D.....	97
Lampiran 20. Gambaran kondisi Sungai Cikeas.....	98
Lampiran 21. Gambaran lahan eksisting.....	99
Lampiran 22 Pengukuran lapangan	100
Lampiran 23 Skema pengaliran drainase*.....	103
Lampiran 24 Skema pembuatan peil banjir	104

BAB I. PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk dan perekonomian yang cepat di Kabupaten Bogor memicu tuntutan peningkatan pembangunan di berbagai bidang, salah satunya di bidang perumahan. Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal yang sehat, aman dan nyaman sehingga memerlukan perbaikan dan pembangunan sarana dan prasarana yang memadai sesuai dengan peraturan yang berlaku yaitu PERDA No. 1 Tahun 2024 Tentang Rencana Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bogor. Pembangunan berwawasan lingkungan sangatlah penting dilakukan, Pembangunan kawasan diperkirakan sebesar 145,3986 Ha dengan kondisi lahan awal berupa tegalan dan kondisi eksisting saat ini sudah mengalami pembangunan tahap awal pematangan lahan (*land preparation*).

Hidrologi dikategorikan secara khusus mempelajari kejadian air di daratan/bumi, deskripsi pengaruh sifat daratan terhadap air, pengaruh fisik air terhadap daratan dan mempelajari hubungan air dengan kehidupan. Mempelajari hidrologi secara umum pasti tidak akan pernah lepas dari siklus hidrologi, yaitu peredaran air di bumi baik itu di atmosfer, di permukaan bumi dan di bawah permukaan bumi. Selama siklus tersebut air dapat berubah wujudnya yaitu padat, cair maupun gas tergantung dari kondisi lingkungan siklus hidrologi. Jumlah air dalam siklus hidrologi selalu tetap dan hanya berubah distribusinya saja dari waktu ke waktu akibat adanya pengaruh dari faktor tertentu. Pada siklus hidrologi air menguap dari permukaan bumi sebagai akibat energi panas matahari. Air yang menguap tersebut akan kembali sebagai presipitasi yang jatuh di samudra, di darat, dan ada pula sebagian yang menguap kembali sebelum mencapai permukaan bumi. Presipitasi yang jatuh pada area daratan sebagian akan menjadi limpasan dan mengalir menuju sungai, danau, dan laut melalui saluran-saluran.

Air sebagai salah satu sumber kehidupan tidak dapat ditinggalkan di dalam kehidupan sehari-hari. Manusia sebagai makhluk hidup tidak pernah lepas dari air. Air sudah menjadi kebutuhan pokok bagi manusia dalam kehidupannya. Air sebagai sumber daya dalam yang dapat diperbaharui, bukan berarti tidak memiliki keterbatasan dalam memenuhi kebutuhan manusia, baik dari sisi kuantitas maupun kualitasnya serta penyebaran dari suatu waktu dan lokasi. Oleh karena itu, dengan keterbatasan sumberdaya air ini perlu pengelolaan yang cermat, agar kebutuhan air dapat terpenuhi dan terjamin dari waktu ke waktu. Permasalahannya saat ini adalah sumber daya air relatif tetap karena proses pemulihan air memerlukan waktu yang cukup panjang, sementara manusia semakin banyak jumlahnya, sehingga kebutuhan air semakin meningkat.

Sejalan dengan pertumbuhan dan pembangunan suatu wilayah diikuti pula dengan peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan sarana pemukiman.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Keterbatasan luas dan wilayah lahan pemukiman yang ada mendesak untuk digunakannya lahan pertanian dan lahan hijau sebagai wilayah pemukiman. Padahal perubahan tata guna lahan pada suatu daerah tangkapan air akan sangat mempengaruhi aspek hidrologi. Perubahan karakteristik hidrologi akibat perubahan tata guna lahan antara lain adalah erosi, debit banjir, dan infiltrasi. Perubahan penggunaan lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman berdasarkan kaidah yang diatur dan tetap harus dapat menjamin kelestarian lingkungan. Dengan demikian, perlu dilakukan kajian hidrologi terhadap perubahan penggunaan lahan pertanian dan lahan hijau menjadi pemukiman di area kajian

1.1. Perumusan Masalah

1. Seberapa besarkah perubahan hidrologi (*run off*, debit banjir) akibat perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi area perumahan (pemukiman)
2. Upaya-upaya konservasi apa yang harus dilakukan agar kelestarian lingkungan tetap terpelihara apabila perubahan tata guna lahan.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan Kajian Hidrologi terhadap Perubahan Penggunaan Lahan terbuka menjadi Perumahan adalah sebagai:

- a. Acuan bagi pihak-pihak yang terkait dalam mendukung master plan dan rencana ruang di Perumahan yang akan dibangun.
- b. Memberikan masukan dalam penyusunan program yang perlu dilaksanakan dalam rangka mengembalikan siklus hidrologi pada areal perubahan tata guna lahan pertanian menjadi pemukiman.
- c. Melaksanakan ketentuan perundang-undangan yang berlaku PERDA No. 1 Kabupaten Bogor Tahun 2024 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bogor sebagai wujud upaya konservasi dan pelestarian sumber daya air dan lingkungan hidup.

Tujuan dari kegiatan ini adalah:

- a. Mengidentifikasi rencana kegiatan untuk memelihara dan menjaga keseimbangan siklus hidrologi pada perubahan tata guna lahan hijau menjadi pemukiman, sehingga keandalan sumber-sumber air secara kuantitas airnya dapat terkendali.
- b. Mengetahui secara keruangan dan kelingkungan mengenai potensi yang dapat dikembangkan dan masalah daerah tangkapan air yang harus

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

ditangani akibat perubahan tata guna lahan yang meliputi: Penataan Drainase dan Bangunan Air.

1.3. Manfaat

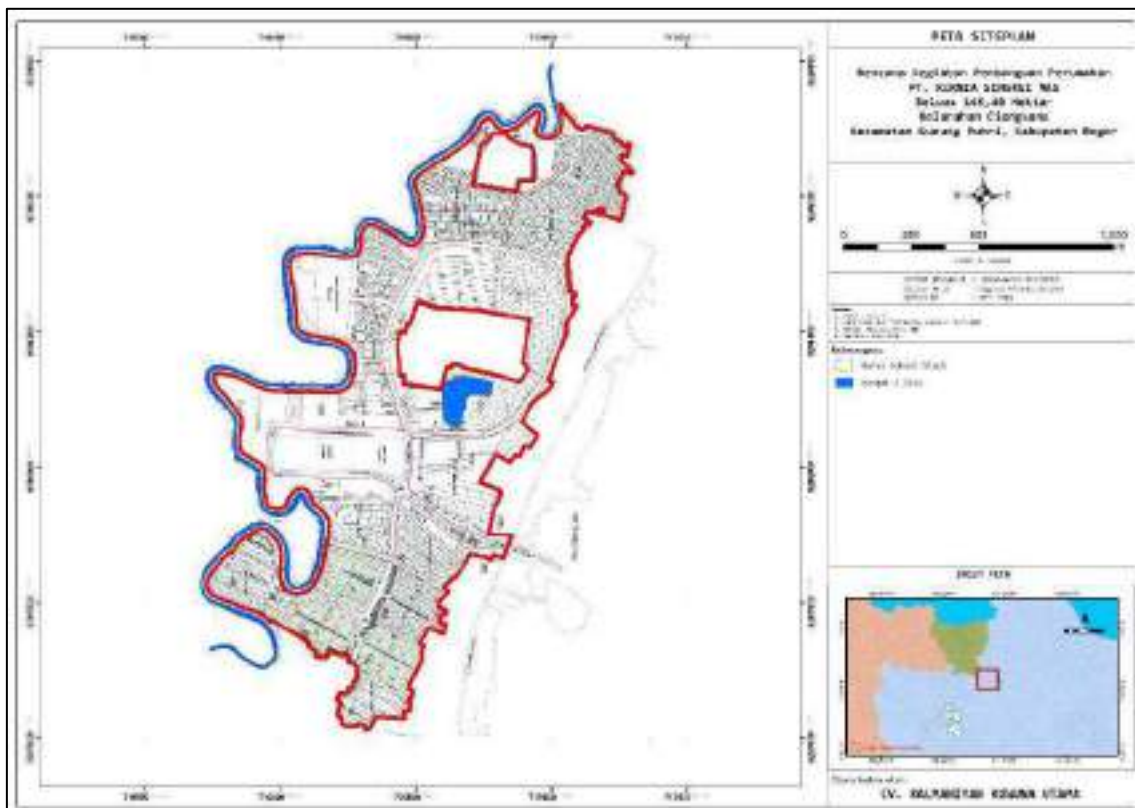
Manfaat dari kegiatan Kajian Hidrologi terhadap Perubahan Penggunaan Lahan Hijau menjadi Perumahan adalah tersusunnya dokumen pengendalian sumberdaya air dan lingkungan hidup di wilayah lahan hijau pada area perumahan yang akan dibangun.

BAB II. GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1. Master Plan

Gambaran umum wilayah pembangunan saat ini berupa wilayah dengan kondisi lahan awal berupa tegalan dan dan kondisi eksisting saat ini sudah mengalami pembangunan tahap awal pematangan lahan (*land preparation*). Akses jalan untuk menuji wilayah kajian berupa Jalan Boulevard Raya di Kawasan Kota Wisata dengan lebar rata-rata 10 m. Sedangkan pada wilayah kajian terdapat akses jalan dengan lebar rata-rata 6 m. Wilayah tergolong memiliki lokasi yang dekat dari badan Sungai Cikeas. Rencana kawasan pembangunan merupakan kawasan yang didominasi lahan yang cenderung datar dan rata.

Pengembangan pembangunan perumahan pada area seluas area seluas 145,3986 Ha. Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor. Pembangunan perumahan memiliki tata guna lahan kavling efektif sebesar 872.462 m², luas sarana sebesar 174.448 m², luas prasarana dan utilitas sebesar 407.076 m². Luas Koefisien Dasar Bangunan perencanaan maskimal sebesar 60 % dari total luas seluruhnya. Pembangunan berwawasan lingkungan sangatlah penting dilakukan, sehingga perlu adanya Kajian Hidrologi pada lokasi rencana pembangunan perumahan tersebut.



Gambar 1 Siteplan kegiatan pembangunan perumahan

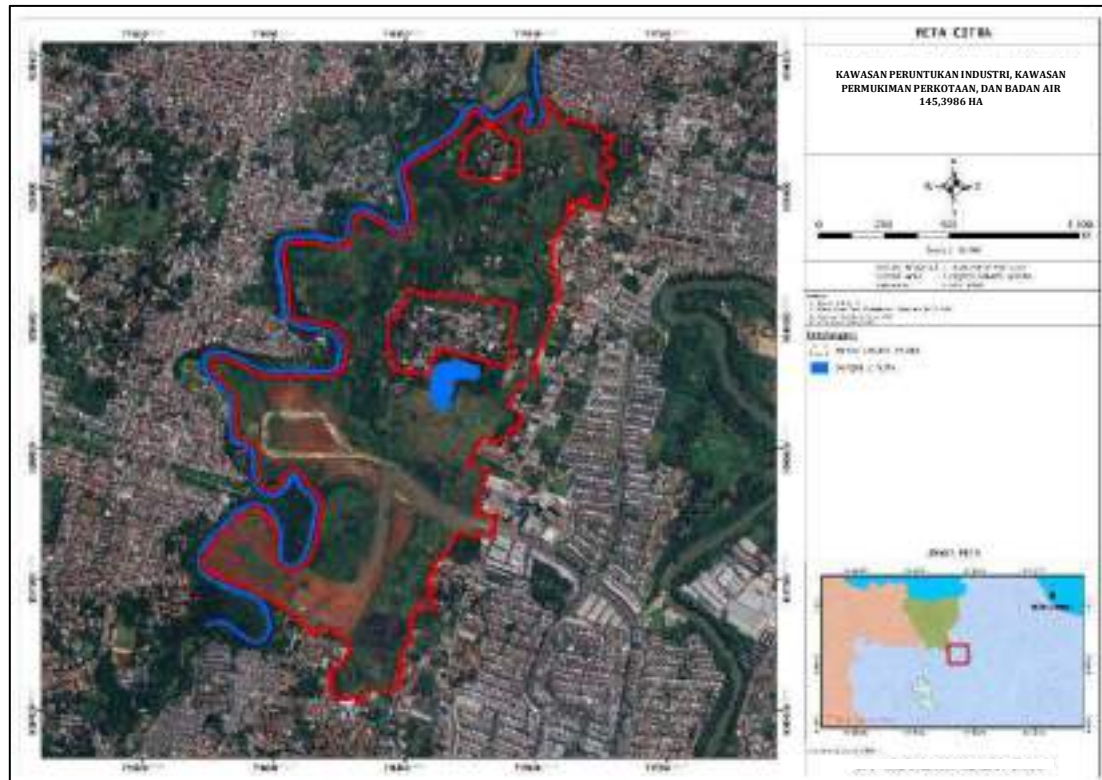
2.2. Lokasi Proyek

Kecamatan Gunung Putri merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Bogor dan terdiri atas beberapa wilayah administratif. Kecamatan ini berkembang sebagai kawasan permukiman, perdagangan, jasa, serta penunjang aktivitas perkotaan yang terus mengalami pertumbuhan seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan perkembangan ekonomi wilayah.

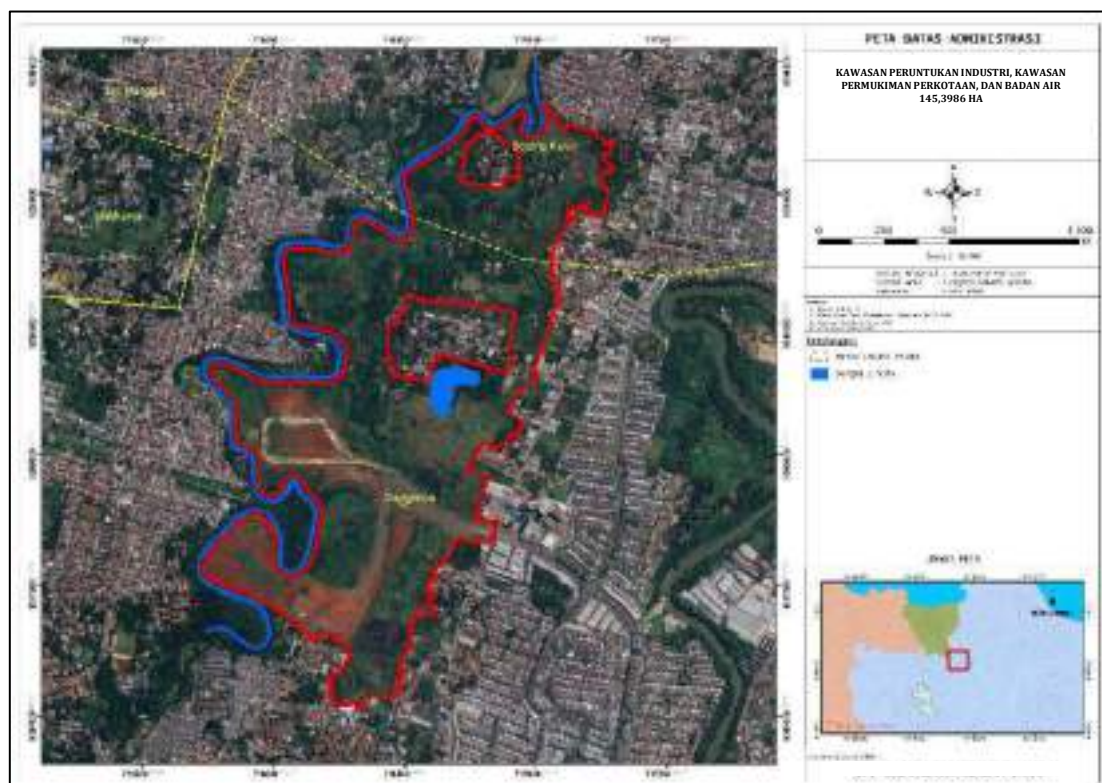
Lokasi proyek berada di Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor, dengan luas area pengembangan sebesar 145,3986 ha. Berdasarkan rencana tata ruang yang berlaku, area tersebut termasuk dalam zona permukiman dengan kepadatan tinggi sehingga secara peruntukan telah sesuai untuk dikembangkan sebagai kawasan perumahan. Secara umum, lokasi proyek berada pada kawasan yang berbatasan dengan area permukiman dan badan air di sekitarnya. Kondisi lokasi yang strategis serta didukung oleh perkembangan infrastruktur wilayah menjadikan kawasan tersebut memiliki potensi yang baik untuk pengembangan permukiman yang terencana dan berkelanjutan. Secara administratif, lokasi proyek berada di wilayah Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor. Adapun batas-batas kawasan proyek secara umum dapat dijelaskan pada uraian berikut.

- | | | |
|-----------------|---|--|
| Sebelah Utara | : | Berbatasan dengan Desa Bojongkulur, Kecamatan Gunung Putri |
| Sebelah Selatan | : | Berbatasan dengan Desa Ciangsana, Kecamatan Gunung Putri |
| Sebelah Barat | : | Berbatasan dengan Sungai Cikeas dan Kota Bekasi |
| Sebelah Timur | : | Berbatasan dengan Desa Ciangsana, Kecamatan Gunung Putri |

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 2 Peta citra kegiatan pembangunan perumahan

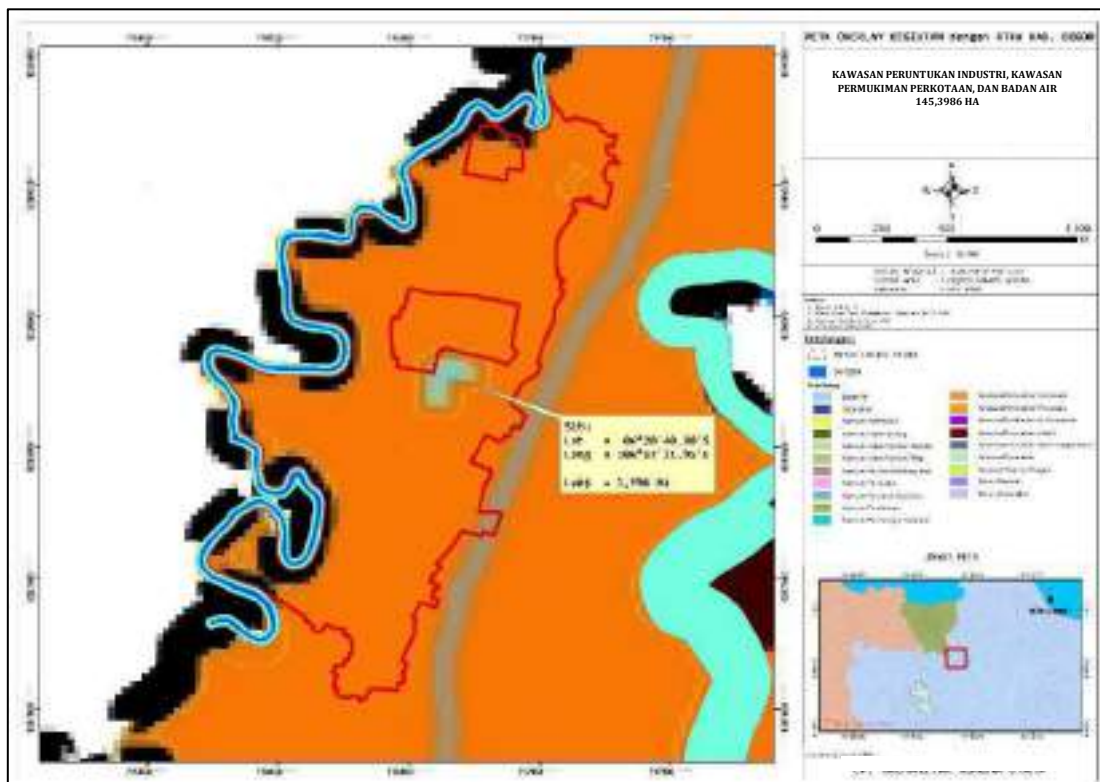


Gambar 3 Peta batas administrasi kegiatan pembangunan perumahan

KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA

2.3. Kesesuaian Tata Ruang

Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal yang sehat, aman dan nyaman menyebabkan meningkatnya pembangunan perumahan. Oleh karena itu, pembangunan berwawasan lingkungan sangatlah penting. Pembangunan sarana dan prasarana harus sesuai dengan peraturan yang berlaku yaitu PERDA No. 1 Tahun 2024 Tentang Rencana Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bogor. Berdasarkan Peta Pola Ruang Kabupaten Bogor Tahun 2024 – 2044 lokasi kegiatan pembangunan perumahan umumnya merupakan wilayah yang peruntukannya sebagai Permukiman Perkotaan. Sehingga pembangunan perumahan pada kawasan tersebut pada dasarnya telah sesuai dengan rencana Pola Ruang Kabupaten Bogor Tahun 2024 – 2044. *Overlay* peta kegiatan dengan peta RTRW Kabupaten Bogor disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4 Peta overlay kegiatan dengan RTRW Kabupaten Bogor

Berdasarkan peta di atas, di sebelah barat lokasi kajian terdapat sungai yang mengalir dari arah selatan ke utara. Batas proyek kegiatan pembangunan perumahan telah disesuaikan dengan ketentuan Garis Sempadan Sungai (GSS) sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Nomor 28/PRT/M/2015 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau, yang menetapkan

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

bahwa jarak sempadan sungai di luar kawasan perkotaan paling sedikit 15 meter dari tepi kiri dan kanan palung sungai. Dengan demikian, batas proyek telah memenuhi ketentuan sempadan sungai yang berlaku.

Selain itu, di dalam area lokasi kajian juga terdapat satu badan air berupa situ yang termasuk ke dalam area pengembangan perumahan dengan luas sekitar 1,996 ha. Berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Menteri Nomor 28/PRT/M/2015 Pasal 17 ayat (2), Garis Sempadan Danau atau Situ ditetapkan paling sedikit 50 meter dari tepi badan air pada elevasi muka air tertinggi. Ketentuan tersebut bertujuan untuk:

1. Menjaga fungsi situ sebagai daerah resapan air dan pengendali banjir;
2. Melindungi kualitas air dari pencemaran akibat aktivitas manusia; dan
3. Menjamin keberlanjutan fungsi ekologis dan hidrologis kawasan.

Dengan demikian, dalam penyusunan site plan kawasan perumahan perlu dipastikan bahwa tidak terdapat bangunan permanen maupun kegiatan yang dapat mengubah kondisi fisik lahan dalam radius paling sedikit 50 meter dari tepi situ. Area sempadan tersebut sebaiknya dipertahankan sebagai zona penyangga hijau (*green buffer*) yang dapat difungsikan sebagai ruang terbuka hijau, taman resapan, maupun jalur inspeksi.

Berdasarkan hasil overlay antara peta rencana kegiatan dan RTRW Kabupaten Bogor, lokasi pembangunan perumahan berada pada kawasan yang sesuai dengan peruntukannya serta telah mempertimbangkan ketentuan garis sempadan sungai dan situ sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Nomor 28/PRT/M/2015. Oleh karena itu, secara keseluruhan rencana pembangunan perumahan dinilai telah sesuai dengan ketentuan tata ruang serta upaya perlindungan sumber daya air yang berlaku.

2.4. Iklim

Kecamatan Gunung Putri memiliki rata-rata curah hujan bulanan adalah 108,7 mm dengan curah hujan maksimum bulanan adalah 244 mm. Rata-rata hari hujan tiap bulan sebesar 8,4 hari. Suhu dan kelembaban udara di lokasi penelitian di perkirakan sama dengan Kabupaten Bogor. Suhu dan kelembaban udara di lokasi penelitian di perkirakan sama dengan Kabupaten Bogor. Berdasarkan stasiun pengamatan di Citeko, Kabupaten Bogor, suhu udara berkisar rata-rata 19⁰ C sampai 28⁰ C dengan kelembaban udara 70%. Kelembaban relatif (RH) berkisar 73-93 % dengan kelembaban maksimum pada bulan Februari dan kelembaban minimum pada bulan September.

2.5. Kondisi Penutupan Lahan

Kondisi penutupan lahan pada area kajian merupakan lahan dengan kontur yang relatif datar dan landai. Pada kondisi awal, pemanfaatan lahan didominasi oleh tegalan dan lahan terbuka yang berada di sekitar kawasan permukiman serta badan air. Kondisi topografi yang relatif datar menjadikan area tersebut memiliki potensi yang baik untuk pengembangan kawasan perumahan. Lahan seluas 145,3986 ha direncanakan untuk dikembangkan sebagai kawasan perumahan sesuai dengan peruntukan ruang yang berlaku. Pengembangan kawasan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknis, lingkungan, serta kebutuhan sarana dan prasarana pendukung guna menciptakan lingkungan hunian yang nyaman dan berkelanjutan.

Akses menuju lokasi kajian didukung oleh jaringan jalan utama dengan lebar rata-rata sekitar 10 meter, sedangkan pada area kajian tersedia akses jalan dengan lebar rata-rata sekitar 6 meter. Kondisi aksesibilitas tersebut dinilai memadai untuk menunjang kegiatan pembangunan maupun operasional kawasan pada masa mendatang. Saat ini, kondisi eksisting lokasi telah mengalami proses pembangunan awal berupa kegiatan pematangan lahan (*land preparation*) sebagai bagian dari tahapan pengembangan kawasan perumahan. Proses tersebut dilakukan untuk menyiapkan lahan agar sesuai dengan rencana pembangunan dan kebutuhan infrastruktur kawasan.



Gambar 5 Kondisi lahan pada lokasi perencanaan

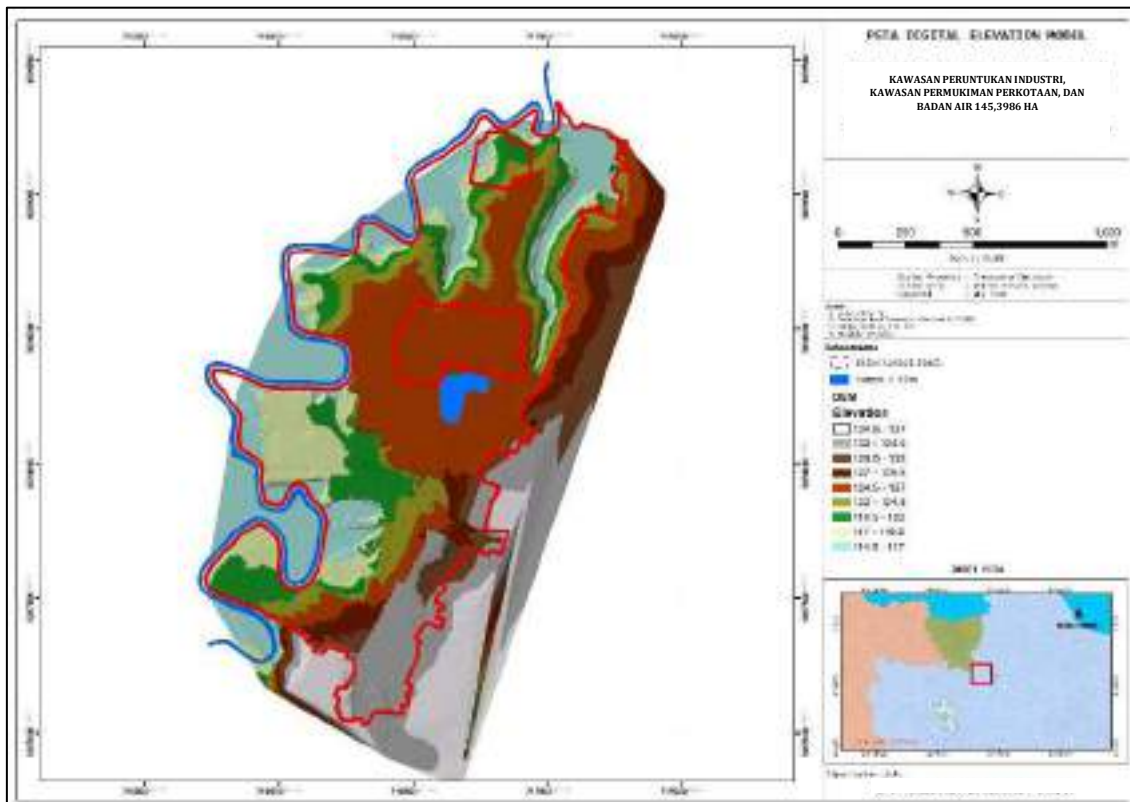
Pada wilayah eksisting terdapat aliran sungai yang melintas yaitu Sungai Cikeas. Sungai Cikeas memiliki lebar hampir seragam yaitu berkisar 8 – 15 meter dan kedalaman muka air normal berkisar 1,5 – 2,2 meter. Karakteristik lahan kajian memiliki jenis tanah yang paling dominan adalah lempung berpasir dengan tuf halus berlapis. Kondisi penutupan lahan eksisting yang merupakan lahan terbuka merupakan daerah resapan air yang baik. Kondisi lahan *eksisting* sudah adanya kegiatan pematangan lahan (*land preparation*). Kondisi *eksisting* belum adanya pembangunan bangunan perumahan hanya terdapat jalan akses yang diperkirakan

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

untuk mempermudah mobilisasi material. Jalan akses perencanaan telah dilakukan pembebasan lahan.

2.6. Topografi dan Kemiringan Lahan (*Slope*)

Kecamatan Gunung Putri terletak di $6^{\circ}18'07'' - 6^{\circ}28'27''$ LS dan $106^{\circ}52'26'' - 106^{\circ}58'50''$ BT. Topografi Kecamatan Gunung Putri terdiri dari wilayah relatif datar dengan pemanfaatan sebagai lahan pertanian. Ketinggian lokasi kajian bervariasi mulai dari elevasi terendah pada elv. 34 meter mdpl dan elv tertinggi pada elv. 140 meter mdpl. Dengan kemiringan lereng yang seragam, area pengembangan tidak memerlukan modifikasi permukaan tanah namun kemiringan lereng tersebut juga tetap dimanfaatkan sebagai aliran air. Hasil tutupan lahan didapatkan komposisi lahan hijau berupa tegalan dan kawasan perumahan yang telah terbangun ditunjukkan pada gambar berikut.

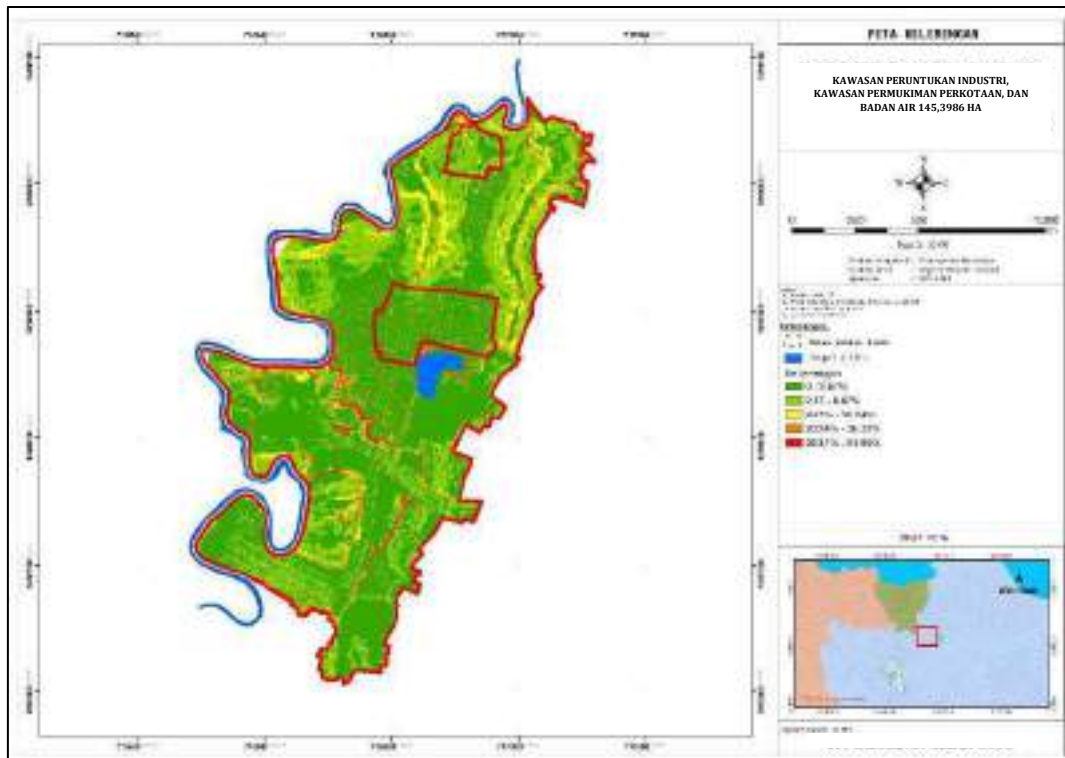


Gambar 6 Peta DEM wilayah pengembangan

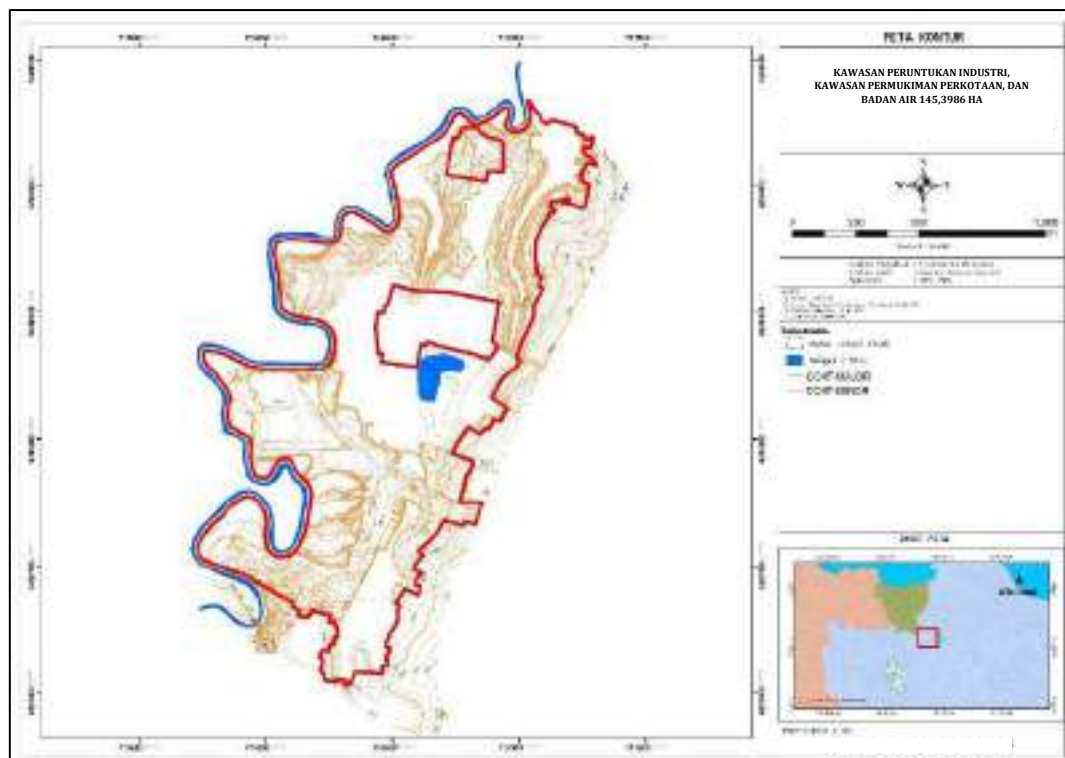
Lokasi kajian memiliki kelas kelereng yang terbagi atas 5 kelas lereng yaitu antara 0 % sampai dengan 81,95 %. Lahan didominasi oleh *slope* dengan kelas 0 – 2,57 %, sementara itu kelas lereng dengan luasan terendah yaitu kelas 36,31 – 81,95 %. Menurut SNI 03-1733-2004 kemiringan lereng kawasan permukiman maksimal 15%. Tidak diperlukan tindakan rekayasa untuk kawasan yang terletak pada lahan datar landai dengan kemiringan 0-8%, dan diperlukan rekayasa teknis untuk lahan dengan kemiringan 8-15%. Sehingga diketahui bahwa sebagian besar wilayah tepat

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

dijadikan kawasan perumahan. Kelerengan kawasan lokasi kajian dapat dilihat pada peta kelerengan pada gambar berikut.



Gambar 7 Peta kelerengan lahan wilayah kajian



Gambar 8 Peta kontur wilayah kajian

2.6. Hidrologi Existing

Secara hidrologis wilayah Kabupaten Bogor terbagi menjadi 6 Daerah Aliran Sungai (DAS). Cakupan DAS terdiri dari DAS Cidurian, DAS Cimanceuri, DAS Cisadane, DAS Ciliwung, DAS Kali Bekasi, dan Sub DAS Cipamingkis dan DAS Cibeet. Disamping itu terdapat sistem jaringan irigasi pemerintah sebanyak 32 jaringan, sistem jaringan irigasi pedesaan sebanyak 792 jaringan. Terdapat situ sebanyak 93 dan mata air sebanyak 96. Pada kondisi eksisting wilayah kajian pengembangan dialiri Sungai Cikeas dengan debit dipengaruhi oleh kondisi iklim. Kondisi hidrologi air tanah didapatkan keterdapatannya air tanah berada pada kisaran 15 – 20 m dibawah muka tanah setempat.

Potensi air adalah kondisi sumberdaya air berdasarkan kuantitas dan kualitasnya dan setiap wilayah mempunyai potensi sumberdaya air yang berbeda-beda. Curah hujan, kondisi geologi, dan lingkungan merupakan hal yang mempunyai peran terhadap potensi sumberdaya air di suatu wilayah.



Gambar 9 Sungai pada wilayah kajian

Sungai-sungai yang berada di Kecamatan Gunung Putri posisinya membentang, mengalir dari daerah selatan ke utara dan terdapat sebanyak 1 (satu) Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu sub DAS Cikeas yang merupakan hulu dari DAS Ciliwung. Sungai-sungai pada DAS tersebut mempunyai peranan yang sangat penting dan strategis sebagai sumber air dan irigasi dan sumber air. Pada wilayah studi merupakan wilayah yang dilalui aliran Sungai Cikeas yang memiliki lebar hampir seragam yaitu berkisar 8 – 15 meter dan kedalaman muka air normal berkisar 1,5 – 2,2 meter. Pada lokasi kajian jarak terdekat lokasi perumahan dengan Sungai Cikeas memiliki jarak 15 meter.

2.7. Tanah

Kabupaten Bogor khususnya Kecamatan Gunung Putri memiliki jenis tanah Latosol dan Aluvial coklat. Jenis tanah Latosol merupakan jenis tanah terluas dan paling dominan yang sebagai hasil dari erupsi gunung api. Tanah tersebut merupakan tanah muda hasil erupsi dari Gunung Salak. Latosol adalah jenis tanah

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

muda yang umumnya mempunyai horizon kambik, belum berkembang lanjut sehingga kebanyakan tanah ini cukup subur (Hardjowigeno 2007). Menurut Dudal dan Soepraptohardjo (1957), tanah Latosol merupakan tanah dengan pelapukan lanjut karena sangat tercuci, batas-batas horizon baur, kandungan mineral primer dan unsur hara rendah, pH rendah (4,5 – 5,5), konsistensi remah, stabilitas agregat tinggi dan terjadi akumulasi seskuioksida akibat pencucian silika. Warna tanah merah, coklat kemerahan, coklat, coklat kekuningan, atau kuning, tergantung dari bahan induk, umur, iklim, dan ketinggian. Disamping itu, tanah aluvial di dalam lokasi kegiatan memiliki ciri tekstur halus sampai sedang, kelas infiltrasi sedang, erodibilitas tanah rendah, dan drainase pengaliran agak terhambat sampai sedang.

Wilayah Kabupaten Bogor untuk jenis tanah Latosol pada umumnya berasal dari bahan induk Vulkanik, baik berupa tufa ataupun batuan beku. Latosol umumnya berada di daerah dengan iklim tropika basah pada curah hujan 2.500 – 7.000 mm/tahun. Latosol atau Inceptisol merupakan tanah yang mempunyai lapisan solum. Lapisan solum yang dimiliki oleh Latosol ini cenderung tebal dan bahkan sangat tebal. Latosol atau Inceptisol yang merupakan jenis tanah mineral, cukup cocok untuk ditanami berbagai jenis tanaman diantaranya Tebu, Kakao, Tembakau, Vanili dan Pala. Berdasarkan Peta Tanah tersebut, pada Kecamatan Parung sebagian jenis tanah yang ditemukan adalah tanah Latosol, menurut klasifikasi tanah termasuk dalam order Inceptisol. Kompleks Latosol merah kekuningan, Latosol coklat, Podzolik sebesar 7799 ha atau 84.49 % dari luas kecamatan. Sisanya yaitu Asosiasi Latosol merah, Latosol coklat kemerahan 1.31% dan Latosol merah 14,20%.

Hasil deskripsi profil tanah di lokasi pembangunan termasuk dengan ketebalan tipis, tekstur liat berat dengan konsistensi (sangat lengket, sangat plastis dan teguh) dan drainase agak buruk menunjukkan secara fisik areal penelitian termasuk tidak subur dan lahan yang sulit untuk diolah untuk tanaman budidaya. Tutupan tanah pada wilayah pembangunan terdiri dari lahan pertanian berupa kebun warga, sebagian tegalan dengan presentase yang sangat kecil dan lahan pertanian di sekitar badan air (Sungai Cikeas).

Kesuburan tanah merupakan kemampuan inheren tanah menyediakan unsur hara dalam jumlah yang cukup dan perbandingan yang tepat bagi tanaman. Tanah dengan jenis Typic Hapludult memiliki laju infiltrasi rendah dengan kapasitas memegang air yang cukup baik. Hal ini menyebabkan tanah cenderung becek, aliran air permukaan (*run off*) tinggi, dan tanah sulit diolah pada lokasi belereng. Selain itu, kandungan bahan organik sedang dan ditemukan pada kedalaman lebih dari 20 cm. Kandungan P_2O_5 tanah ini sangat rendah akibat adanya fiksasi P yang tinggi.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Tanah dengan jenis *Typic Dystropept* memiliki laju air rendah sampai tinggi. Pada tanah ini ketersediaannya akan Kalium (K) rendah, kemampuan tukar kation (KTK) rendah dan kejenuhan basanya sangat rendah. Kandungan bahan organiknya baru ditemukan pada kedalaman lebih dari 130 cm di bawah permukaan tanah.

Tanah dengan jenis *Oxic Dystropept* memiliki karakter yang mirip dengan tanah *Typic Dystropept*. Struktur tanah berpasir atau berdebu dengan kandungan liat 15% sehingga mengakibatkan air cepat meresap ataupun sebaliknya menggenang. Tanah jenis *Typic Hemitropept* juga hampir mirip dengan tanah *Typic Dystropept*, keduanya termasuk pada ordo inceptisol dan berasal dari great group trop dengan tingkat dekomposisi tanah sedang (hermis).

Tanah dengan jenis *Aquic Dystropept* yang memiliki sifat sering jenuh air, kandungan air tanah cukup namun terkadang menggenang. Tanah jenis ini memiliki status kesuburan dengan tingkat sedang. Sedangkan tanah jenis lainnya memiliki status kesuburan yang rendah.

BAB III. TINJAUAN GEOLOGI DAN HIDROGEOLOGI

3.1. Fisiografi Lembar Bogor

Berdasar pada pembagian zona Bogor, terbagi menjadi Zona Bogor dan Zona Pegunungan Selatan. Zona Bogor membentang dari Rangkasbitung melalui Bogor, Purwakarta, Subang, Sumedang, Kuningan dan Majalengka. Zona Pegunungan Selatan terbentang dari Teluk Pelabuhan ratu sampai Pulau Nusa Kambangan. Zona Bogor terlihat daerah yang berbukit-bukit rendah disebagian tempat secara *sporadis*

Bogor, menempati wilayah Bogor yang dicirikan oleh adanya antiklinorium dengan arah barat timur dan wilayah Sukabumi merupakan kelanjutan dari zona Bandung yang dicirikan oleh adanya tinggian yang terdiri darai sedimen tua menyembul di antara endapan vulkanik. Batas kedua zona tesebut di lapangan tidak terlalu jelas karena tertutup oleh endapan gunung api Kuarter.

Batuan tertua menempati inti antiklin yang secara berurutan ditutupi oleh batuan yang lebih muda yang tersingkap pada bagian sayap antiklin di bagian utara dan selatan. Berdasarkan peta geologi Lembar Bogor oleh A.C. Effendi, (1986) yang dikorelasikan dengan peta geologi Lembar Jakarta oleh T. Turkandi, (1992) dapat dikelompokkan secara sederhana menjadi 3 satuan batuan, yakni:

1. Batuan Sedimen Tersier
2. Batuan Vulkanik dan terobosan
3. Batuan endapan Permukaan

Susunan litostratigrafi dari yang tertua hingga termuda dapat diuraikan sebagai berikut :

3.1.1. Batuan Sedimen (Bagian selatan)

- a. Formasi Walat, satuan formasi ini berumur oligosen terutama terdiri dari batu pasir kuarsa selang-seling dengan konglomerat, lempung karbonan dan lignit. Penyebarannya terbatas di sekitar G. Walat Cibadak, yang dapat bertindak sebagai akuifer adalah batu pasir dan nir-akuifer adalah batu lempung.
- b. Formasi Batu asih, satuan formasi ini berumur oligosen terutama terdiri dari lempung napalan hijau dengan konkresi pirit, di beberapa tempat banyak sekali mengandung foraminifera. Ketebalan bervariasi dari mulai 75 m hingga 200 m. Penyebaran satuan ini terbatas di sekitar Cibadak. Karena batu lempung bersifat kedap air maka formasi ini merupakan nir-akuifer.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

- c. Satuan Batu Gamping Terumbu, satuan batu gamping ini berumur Miosen bawah terdiri dari batu gamping koral, umumnya telah terdolomitisasikan. Penyebarannya terbatas di sekitar pasir Asepun Cibadak.
- d. Satuan Napal, satuan Napal ini berumur Miosen bawah terdiri dari napal tufaan globigerina, lempung napalan, batu pasir tufaan dan lensa-lensa batu gamping. Ketebalan mencapai 1100 m (A.C. Effendi, 1986). Penyebaran terbatas di sekitar G. Ahasan, Kubang herang dan pr. Peundeuy di selatan Cibadak. Satuan ini bertindak sebagai nir-akuifer.
- e. Satuan Anggota Tufa dan Breksi Bojong lopang, satuan batuan ini berumur Miosen bawah terdiri dari batu pasir tufaan, tufa andesit, tufa batu apung, dan breksi tufa batu gamping bersusunan andesit dan desit serta batu lempung napalan, setempat ada lapisan batu gamping. Penyebarannya di sebelah tenggara dan barat daya lembar peta meliputi G. Sumur, Cikaret, dan Cibayawak sedangkan di bagian utara berkembang sebagai satuan tufa dan breksi. Satuan ini dapat bertindak sebagai akuifer (batu pasir) dan nir-akuifer (batu lempung).
- f. Anggota Breksi Aliran Bojong lopang, berumur Miosen bawah terdiri dari breksi aliran yang kompak. Tersingkap disebelah tenggara lembar peta meliputi Pr. Kopo, Pr. Leweung kolot kalong dan Pr. Tumpang. Umumnya satuan ini bertindak sebagai nirakuifer.
- g. Anggota Lempung dan Batu Pasir Bojong lopang, berumur Miosen bawah terdiri dari selang-seling lempung pasir, batu pasir, tufaan dan tufa dengan sisipan lapisan tipis-tipis breksi. Tersingkap terbatas di sebelah tenggara lembar peta meliputi daerah Bojong lopang dan Cijangkar.
- h. Formasi Bojong lopang, berumur Miosen Tengah terdiri dari batu gamping terumbu padat dan batu gamping pasir berlapis. Ketebalan berkisar antara 250 m hingga 300 m (Anonymous, 1939). Penyebarannya setempat-setempat disebelah tenggara lembar peta.
- i. Formasi Lengkong, satuan formasi ini berumur Miosen Tengah, terdiri dari batu pasir gamping, batu lanau, lempung dan lignit. Ketebalan satuan ini mencapai lebih dari 300 m (Lemigas, 1973). Penyebarannya terbatas disebelah barat daya lembar peta sekitar daerah Leweung kolot kawung. Satuan batuan ini bertindak sebagai nir-akuifer.
- j. Anggota Batu Gamping Nyalindung, satuan batuan ini berumur Miosen atas, terdiri dari lensa-lensa batu gamping yang mengandung moluska dan foraminifera. Penyebarannya cukup kecil terbatas di sekitar Nyalindung sebelah barat daya lembar peta. Satuan ini bertindak sebagai nir-akuifer.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

- k. Formasi Nyalindung, satuan formasi ini berumur Miosen atas, terdiri dari batu pasir glokonit gampingan berwarna hijau, lempung napalan, napal pasiran, konglomerat, breksi batu gamping dan napal. Penyebarannya terbatas di sebelah selatan dan tenggara lembar peta meliputi daerah-daerah Cikadu, Bantar gadung, G. Gandaria, Pr. Lemahduwur, G. Kalong. Satuan ini dapat bertindak sebagai akuifer (batu pasir dan konglomerat) maupun nir-akuifer (lempung napalan dan napal pasiran).
- l. Formasi Bentang, satuan ini berumur Miosen atas, terdiri dari batu pasir tufaan, serpih tufaan dan breksi seperti konglomerat gampingan. Ketebalan lebih dari 500 m (A.C Effendi, 1986). Penyebarannya cukup luas di sebelah barat daya lembar peta meliputi Leweung kolot koneng, Pr. Lemahdeudeur dan G. Sireum. Satuan ini dapat bertindak sebagai akuifer maupun nir-akuifer.
- m. Satuan Sedimen Bahan Vulkanik, satuan batuan ini berumur kuartar (Plioson), terdiri dari breksi, breksi tufa batu apung, batu pasir tufaan, aliran lava dan konglomerat, menyebar di sebelah barat daya lembar peta di sekitar Pelabuhan ratu sebelah utara. Satuan ini dapat bertindak sebagai akuifer maupun nir-akuifer.

3.1.2. Batuan Sedimen (Bagian Utara)

- a. Formasi Jatiluhur, formasi ini berumur Miosen tengah terdiri dari napal berwarna kelabu, tidak berlapis dan lunak, kaya akan plankton dan mengandung nodul batu lempung karbonatan, serpih, lempung berwarna kebiruan, berlapis baik tebal 3-5 cm, mengandung banyak fosil moluska, koral dan foraminifera serata batu pasir kuarsa. Penyebaran batuan ini di sebelah timur laut Lembar peta meliputi daerah Nanggrang, S. Cibungbulang, Leuwicatang, Gunung Kutawesi, dengan ketebalan mencapai ratusan meter. Kedudukan menjemari dengan formasi Cibungbulang. Batuan yang menyusun formasi ini mempunyai permeabilitas yang relatif kecil sehingga bertindak sebagai nirakuifer.
- b. Formasi Cibungbulang, Formasi ini berumur Miosen Tengah terdiri dari batu gamping terumbu padat dengan foraminifera besar dan echinodermata, batu gamping pasiran, napal, batu pasir kuarsa glokonitan dan batu pasir hijau.
- c. Secara hidrogeologi batu gamping terumbu yang menyusun bagian bawah formasi ini dimana terjadi perekahan dan pelarutan tingkat lanjut (karstifikasi) dapat diharapkan sebagai akuifer yang baik dengan harga kelulusan yang besar. Pada batu gamping pasiran yang menyusun bagian atas formasi ini, proses kelarutan dan pengkekan berkembang kurang

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

begitu baik, mengingat batuan ini berselingan dengan napal yang bertindak sebagai penyekat (akuiklud). Penyebaran satuan ini menempati bagian timur laut lembar peta, meliputi Gunung Guha, Sileuwi. Tebal formasi ini berkisar antara 500 hingga lebih dari 800 meter.

- d. Anggota Breksi Cantayan, satuan batuan ini berumur Miosen Tengah, terdiri dari Breksi Polynik dengan pecahan-pecahan batuan bersusunan andesit-basal, batu gamping koral dan batu gamping andesit tersisip di bagian atas. Ketebalan satuan batuan ini dapat mencapai 120 m (Sudjatkiko, 1972). Tersingkap terbatas di bagian timur lembar peta.
- e. Satuan Lensa Batu Gamping Leweungkolot Manik, satuan batuan ini berumur Miosen Atas, terdiri dari batu gamping keras yang mengandung Moluska. Penyebarannya terbatas di Sekitar Leuwiliang. Satuan ini bertindak sebagai nir-akuifer.
- f. Formasi Bojongmanik, formasi ini terdiri dari persilangan batu pasir, tufa batu apung, napal batu gamping dan batu lempung bitumen dengan sisipan lignit dan sisa-sisa damar. Batu pasir berwarna kelabu kehijauan, berbutir halus-sedang, membundar tanggung sampai bundar, terpilah baik, tersusun oleh kuarsa dan banyak glukonik dengan ketebalan 40-80 cm. Batu lempung berwarna kelabu-kebiruan, berlapis baik, berstruktur perairan agak padat, dengan ketebalan berkisar dari 10-30 cm. Batu gamping, berwarna kelabu-kekuningan, padat berlapis tebal, antara 50-100 cm. Mengandung fosil moluska dan koral, bersisipan dengan tufa batu apung, breksi tufaan dan batu pasir tufaan. Pada beberapa tempat dijumpai sisipan batu bara muda setebal 30-60 cm. Satuan ini menyebar terutama di barat laut Lembar peta meliputi daerah Gunung Rahong, Gunung Bodas, Warung Borong, Leuwiliang, Sungai Cikaniki dan Sungai Cianten dan sekitarnya, dengan ketebalan mencapai 550 m. Berdasarkan kesamaan batuan dan umur nisbinya formasi ini dapat dikorelasikan dengan formasi Subang (Sudjatkiko, dkk. 19989) berumur Miosen Tengah.
- g. Formasi Bojongmanik yang tersusun atas batu pasir dan batu lempung mempunyai permeabilitas sedang sampai kecil, dapat bersifat lulus air (akuifer) dan pada batu lempungnya bersifat kedap air merupakan batuan nir-akuifer.

3.1.3. Batuan Gunung Api dan Terobosan

- a. Endapan Vulkanik Tua, satuan batuan endapan ini berumur kuartar tua, terdiri dari breksi, aliran larva bersusunan andesit sampai basal dan tufa batu apung, umumnya berwarna merah kecoklat-coklatan sebagian besar

telah lapuk sekali. Penyebaran satuan batuan ini cukup luas di sebelah barat daya dan timur laut. Lembar peta meliputi daerah-daerah Cibungbulang, Cikidang, Cikiaral, Gunung Halimun dan Gunung Kendeng. Satuan batuan ini mempunyai harga kelulusan rendah sampai sedang, setempat dapat bertindak sebagai akuifer.

- b. Endapan Gunung Api Muda, satuan batuan ini berumur kuartar muda (Pleistosen), terdiri dari breksi, lahar, lava, bersusunan andesit-basal, lapili dan tufa batu apung pasir berselingan dengan tufa pasir atau tufa halus. Breksi, lahar dan lava berstruktur bantal umumnya berwarna kelabu-kehitaman, padat, permukaan kasar, menyudut membundar tanggung, terpilah buruk, dengan masa dasar batu pasir kasar bersusunan andesitan. Batuan ini mempunyai harga kelulusan rendah-sedang dan setempat dapat bertindak sebagai akuifer. Tufa pasir halus warna putih kekuningan, berstruktur perairan menyudut sampai membundar tanggung, tebal lapisan 2-15 cm, berselingan dengan tufa halus dan tufa breksi. Tebal lapisan batuan ini beberapa puluh sampai ratusan meter. Tersebar cukup luas di bagian tengah lembar peta menempati morfologi puncak hingga kaki Gunung Salak dan Gunung Gede Pangrango. Meliputi daerah-daerah Sukabumi, Cisaat, Cibadak, Parung Kuda, Cicuruk, Cijeruk, Ciawi, Bogor, dan Leuwiliang.
- c. Batuan Terobosan terdiri dari andesit, andesit hornblende, dasit, diorit kuarsa dan diorit porfir. Penyebarannya setempat-setempat di daerah Gunung Tenjoleat, Gunung Pancar dan Pr. Tugu. Batuan ini menerobos Formasi Jatiluhur dan Formasi Bojongmanik. Sehingga umurnya diduga lebih muda dari Miosen Atas. Secara hidrogeologi batuan ini mempunyai harga kelulusan sangat kecil dapat ditafsirkan sebagai nir-akuifer atau daerah air tanah langka.

3.1.3. Endapan Permukaan

- a. Kipas Aluvium terdiri dari lanau, pasir, kerikil dan kerakal dari batuan vulkanik kuartar, bersifat tufaan yang diendapkan kembali membentuk morfologi kipas dengan pola aliran "discotomic". Penyebaran satuan ini melampar cukup luas di sebelah utara lembar peta mulai dari Kota Bogor ke Utara, meliputi Kedunghalang, Semplak, Pasirkapak, Cikeas, Kemang dan Cimanggu. Diendapkan pada lingkungan darat dengan bahan pembentuknya berasal dari Gunung Api Muda di dataran tinggi Bogor, berumur Plistosen akhir atau lebih muda. Pada batu pasir kerikil yang diduga mempunyai harga kelulusan sedang-tinggi, batuan ini diharapkan dapat bertindak sebagai akuifer.
- b. Endapan Aluvial Sungai dan Pantai, terdiri dari lempung, lanau, kerikil, dan kerakal berwarna kelabu tua dan terpilah baik, berumur sekarang

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

(Holosen). Penyebarannya terbatas di sebelah barat daya lembar peta, yakni di sepanjang pantai Pelabuhan Ratu. Endapan lepas ini mempunyai harga kelulusan relatif tinggi dan dapat diharapkan sebagai lapisan pengantar air (akuifer).

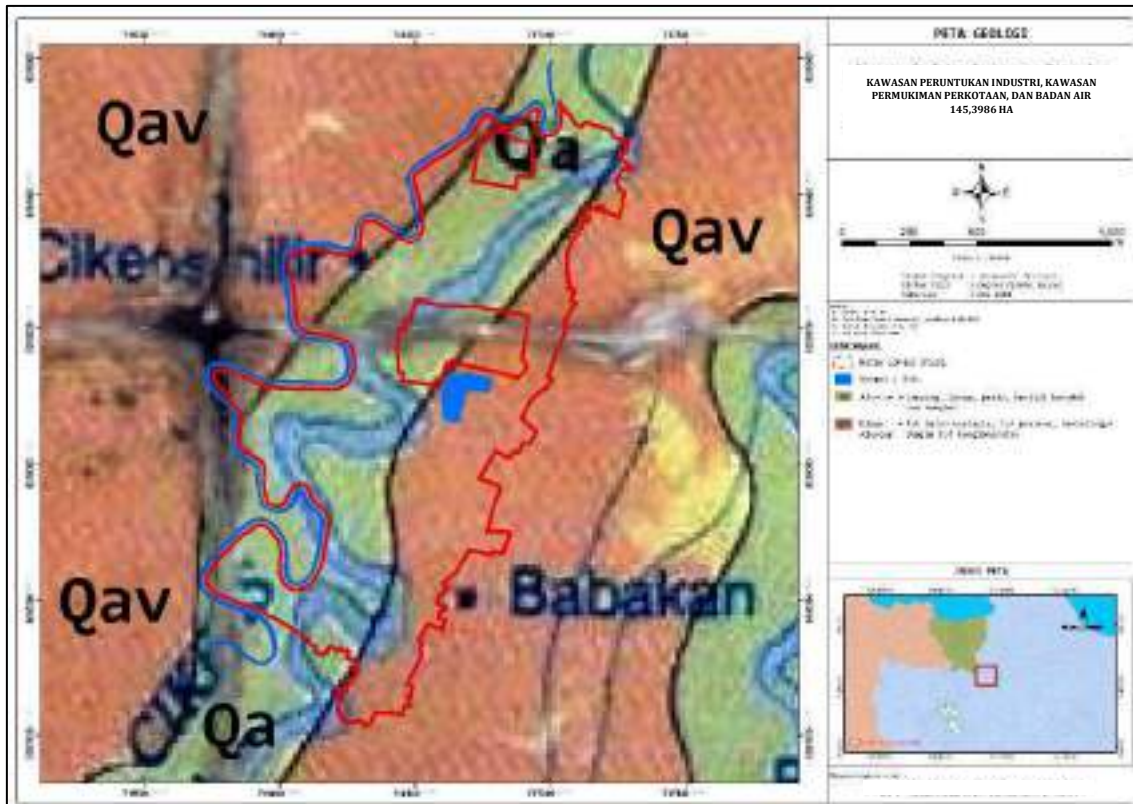
3.2. Tektonik dan Struktur Geologi

Berdasarkan peta geologi regional lembar Jakarta formasi batuan daerah penelitian terdiri dari batuan yang terbentuk pada umur quarter dalam skala waktu geologi, pada umur tersebut terbentuk beberapa beberapa formasi batuan, daerah penelitian termasuk kedalam batuan yang terbentuk akibat produk vulkanik. Stratigrafi regional yang menyusun litologi di daerah wilayah kajian terdiri dari:

- a. Kipas Aluvium (Qav) yang diisi oleh tuf halus berlapis, tuf pasir, berselingan alluvium dengan tuf konglomeratan.
- b. Aluvium (Qa) yang diisi oleh lempung, lanau, pasir, kerikil kerakal dan bongkah.

Kawasan lokasi kajian secara keseluruhan baik secara vertikal maupun lateral, memiliki satuan batuan yang menyusun daerah ini antara lain adalah Kipas Alluvial dan Alluvial. Gambaran kondisi geologi kawasan lokasi kajian tersaji pada gambar berikut.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 10 Peta geologi wilayah pengembangan

3.3. Kerawanan Geologi

Di Jawa Barat, Kabupaten Bogor merupakan salah satu daerah yang merupakan titik rawan longsor. Mengingat dampak yang dapat ditimbulkan oleh bencana tanah longsor tersebut, maka identifikasi daerah kejadian tanah longsor penting untuk dilakukan agar dapat diketahui penyebab utama longsor dan karakteristik dari tiap kejadian longsor pada daerah-daerah di Indonesia serta sebagai langkah awal pencegahan kejadian longsor nantinya dan merupakan langkah pertama dalam upaya meminimalkan kerugian akibat bencana tanah longsor. Identifikasi daerah kejadian longsor juga penting untuk mengetahui hubungan antara lokasi kejadian longsor dengan faktor persebaran geologi (batuan, patahan, lipatan) dan penggunaan lahan di daerah terjadinya longsor, sehingga dapat diketahui penggunaan lahan apa yang sesuai pada setiap karakteristik lahan dan geologinya.

Menurut Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2005) menyatakan bahwa tanah longsor boleh disebut juga dengan gerakan tanah. Didefinisikan sebagai massa tanah atau material campuran tempung, kerikil, pasir, dan kerakal serta bongkah dan lumpur, yang bergerak sepanjang lereng atau keluar lereng karena faktor gravitasi bumi.

Gerakan tanah (tanah longsor) adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan lereng yang menyebabkan bergerakanya massa tanah dan batuan ke tempat yang lebih rendah. Gaya yang meneahan massa tanah di sepanjang lereng tersebut dipengaruhi oleh sifat fisik tanah di sepanjang lereng. Perubahan gaya-gaya tersebut ditimbulkan oleh pengaruh perubahan alam maupun tindakan manusia. Perubahan kondisi alam dapat diakibatkan oleh gempa bumi, erosi, kelembaban lereng akibat penyerapan air hujan, dan perubahan aliran permukaan. Pengaruh manusia terhadap perubahan gaya-gaya antara lain adalah penambahan beban pada lereng dan tepi lereng, penggalian tanah di tepi lereng, dan penajaman sudut lereng. Tekanan jumlah penduduk yang banyak mengalih fungsikan tanah-tanah berlereng menjadi pemukiman atau lahan budidaya sangat berpengaruh terhadap peningkatan resiko longsor.

Tanah longsor merupakan contoh dari proses geologi yang disebut dengan *mass wasting* yang sering juga disebut gerakan massa (*mass movement*), merupakan perpindahan massa batuan, regolith, dan tanah dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah karena gaya gravitasi. Setelah batuan lapuk, gaya gravitasi akan menarik material hasil pelapukan ke tempat yang lebih rendah. Meskipun gravitasi merupakan faktor utama terjadinya gerakan massa, ada beberapa faktor lain yang juga berpengaruh terhadap terjadinya proses tersebut antara lain kemiringan lereng dan air. Apabila pori-pori sedimen terisi oleh air, gaya kohesi antar mineral akan semakin lemah, sehingga memungkinkan partikel-partikel tersebut dengan mudah untuk bergeser. Air juga akan menambah berat massa material, sehingga kemungkinan cukup untuk menyebabkan material untuk meluncur ke bawah.

Kondisi geologi dan jenis tanah juga mempengaruhi tingkat kerawanan gerakan tanah. Wilayah dengan tanah dan geologi yang bersifat lepas tentunya akan mudah terjadinya gerakan tanah. Kemudian, intensitas hujan juga menjadi salah satu indikator pergerakan tanah.

Tingginya intensitas hujan di wilayah Bogor belakangan ini berpotensi menimbulkan longsor, khususnya bagi daerah-daerah yang sudah dipetakan sebagai zona pergerakan tanah. Sebanyak 10 kecamatan di Kabupaten Bogor, yaitu Sukajaya, Nanggung, Leuwiliang, Citeureup, Babakan Madang, Sukamakmur, Tamansari, Tenjolaya, Cijeruk, dan Cigombong, masuk zona rentan pergerakan tanah. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pada wilayah pengembangan tidak banyak menunjukkan potensi adanya kerawanan geologi.

3.4. Kondisi Daerah Berpotensi Bencana

Secara umum kondisi pengembangan berupa tegalan dan ilalang. Kondisi lokasi relatif datar dengan beberapa kontur agak curam mengarah ke badan air (Sungai Cikeas). Berdasar kondisi geologi lembar bogor memiliki batuan penyusun berupa napal dan serpih lempungan, dan sisipan batu pasir kuarsa dari Formasi

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Jatiluhur (Tmj). Berdasarkan pengamatan di lapangan batuan di daerah bencana didapatkan berupa pasir kasar dengan pelapukan pasir lempungan bercampur tanah dengan ketebalan 2 – 3 m. Komposisi didapatkan dari hasil pengeboran sumur yang dilakukan oleh penduduk sekitar.

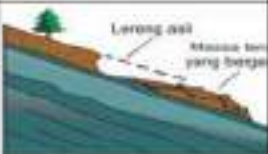
Tata guna lahan didominasi oleh tegalan dan kawasan yang sudah terbangun perumahan. Pada sekitar wilayah pengembangan terdapat Sungai Cikeas dengan debit yang berfluktuatif berdasarkan kondisi iklim. Kenaikan muka air banjir dari Sungai Cikeas berkisar antara 3 – 9 meter dari muka air sungai normal. Selain itu kondisi tapak lokasi kajian memiliki ketinggian sekitar 15 meter dari sungai, sehingga lokasi tersebut tidak memiliki kerawanan bencana berupa banjir.

Kerentanan gerakan tanah berdasarkan peta prakiraan wilayah terjadi gerakan tanah Kabupaten Bogor maka dapat diketahui daerah gerakan tanah termasuk kedalam zona dengan potensi terjadi gerakan tanah menengah-tinggi. Pergerakan tanah ini diartikan sebagai daerah yang berpotensi pergerakan tanah menengah sampai tinggi untuk pergerakan tanah. Pada zona ini dapat terjadi pergerakan tanah jika curah hujan diatas normal, terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing jalan atau jika lereng mengalami gangguan. Pada lokasi pengembangan dapat diprediksi pergerakan tanah disebabkan oleh:

1. Erosi yang disebabkan oleh sungai
2. Curah hujan yang tinggi yang turun sebelum dan saat terjadinya tanah memicu terjadinya gerakan tanah
3. Tidak banyak tumbuhan vegetasi besar sebagai penahan erosi
4. Kondisi geologi berupa batu pasir dengan tanah pelapukan pasir lempungan
5. Tanah pelapukan yang mudah menyerap air
6. Batuan dasarnya berupa batuan yang kedap air terdiri dari lapisan, sehingga kontak keduanya menjadi bidang lemah bertindak sebagai bidang gelincir gerakan tanah.

Menurut Subowo (2003), ada 6 (enam) jenis longsor lahan antara lain longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan seperti tersaji pada gambar berikut.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Jenis Longsoran	Sketsa	Keterangan
Longsoran Translasi		Longsoran translasi adalah bergerakanya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.
Longsoran Rotasi		Longsoran rotasi adalah bergerakanya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.
Pergerakan Blok		Pergerakan blok adalah bergerakanya batuan pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut longsoran translasi blok batu
Runtuhan Batu		Runtuhan batu adalah runtuhnya sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung.
Rayapan Tanah		Rayapan tanah adalah jenis gerakan tanah yang bergerak lambat. Jenis gerakan tanah ini hampir tidak dapat dikenali. Rayapan tanah ini bisa menyebabkan tiang telepon, pohon, dan rumah miring.
Aliran Bahan Rombakan		Gerakan tanah ini terjadi karena massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran dipengaruhi kemiringan lereng, volume dan tekanan air, serta jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ribuan meter.

Sumber : Subowo, 2003

Gambar 11 Jenis – jenis longsor

3.5. Jejaring Aliran (*Flownet*) dan Hidrogeologi

Air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah yang membentuknya dan di dalam retak-retak batuan dasar. Lapisan pertama disebut air lapisan dan terakhir disebut air celah (*fissure water*). Dengan kata lain, air tanah adalah air yang berada di wilayah jenuh di bawah permukaan tanah yang merupakan bagian dari air bawah permukaan. Secara global, dari keseluruhan air tawar yang berada di planet bumi, lebih dari 97 % terdiri atas air bawah permukaan. Sembilan puluh delapan persen dari air di bawah permukaan (98 dari 100 persen air total) disebut air tanah dan digambarkan sebagai air yang terdapat pada bahan yang jenuh di bawah muka air tanah. Dua

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

persen sisanya adalah berupa lensa tanah pada *zone* tidak jenuh di atas muka air tanah.

Kondisi alami dan distribusi akuifer, *aquiclude*, dan *aquitard* dalam sistem geologi dikendalikan oleh *lithologi*, *stratigraphi*, dan struktur dari material simpanan geologi dan formasi (Freeze dan Cheery, 1979). Selanjutnya dijelaskan bahwa geologi merupakan susunan fisik dari simpanan geologi. Susunan ini termasuk komposisi mineral, ukuran butiran dan kumpulan butiran (*grain packing*) yang terbentuk dari sedimentasi atau batuan yang menampilkan sistem geologi. Stratigraphi menjelaskan hubungan geometris dan umur antara macam-macam lensa, dasar, dan formasi dalam geologi sistem dari asal terjadinya sedimentasi. Bentuk struktur seperti: pecahan (*cleavages*), retakan (*fractures*), lipatan (*folds*), dan patahan (*faults*), merupakan sifat sifat geometrik dari sistem geologi yang dihasilkan oleh perubahan bentuk (*deformation*) akibat adanya proses penyimpanan (*deposition*) dan proses kristalisasi (*crytallization*) dari batuan. Pada simpanan yang belum terkonsolidasi (*unconsolidated deposits*), lithologi dan stratigraphi merupakan pengendali yang paling penting.

Sumber daya air adalah sumber daya berupa air yang berguna atau potensial bagi manusia. Kegunaan air meliputi penggunaan di bidang pertanian, industri, rumah tangga, rekreasi, dan aktivitas lingkungan. Sangat jelas terlihat bahwa seluruh manusia membutuhkan air tawar. Sekitar 97% air di bumi adalah air asin, dan hanya 3% berupa air tawar yang lebih dari 2 per tiga bagiannya berada dalam bentuk es di glasier dan es kutub. Air tawar yang tidak membeku dapat ditemukan terutama di dalam tanah berupa air tanah, dan hanya sebagian kecil berada di atas permukaan tanah dan di udara.

Air tawar adalah sumber daya terbarukan, meski suplai air bersih terus berkurang. Permintaan air telah melebihi suplai di beberapa bagian di dunia dan populasi dunia terus meningkat yang mengakibatkan peningkatan permintaan terhadap air bersih. Perhatian terhadap kepentingan global dalam mempertahankan air untuk pelayanan ekosistem telah bermunculan, terutama sejak dunia telah kehilangan lebih dari setengah lahan basah bersama dengan nilai pelayanan ekosistemnya. Ekosistem air tawar yang tinggi biodiversitasnya saat ini terus berkurang lebih cepat dibandingkan dengan ekosistem laut ataupun darat.

Air tanah adalah air tawar yang terletak di ruang pori-pori antara tanah dan bebatuan dalam. Air tanah juga berarti air yang mengalir di lapisan akuifer di bawah *water table*. Terkadang berguna untuk membuat perbedaan antara perairan di bawah permukaan yang berhubungan erat dengan perairan permukaan dan perairan bawah tanah dalam di Akuifer (yang kadangkadang disebut dengan "air fosil"). Sistem perairan di bawah permukaan dapat disamakan dengan sistem perairan permukaan dalam hal adanya input, output, dan penyimpanan.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Akuifer (*aquifer*) adalah suatu lapisan, formasi, atau kekompakan satuan geologi yang permeabel baik yang terkonsolidasi (pasir) dengan kondisi jenuh air dan mempunyai suatu besaran konduktifitas hidrolik (K) yang berfungsi menyimpan air tanah dalam jumlah besar sehingga dapat membawa air (atau air dapat diambil) dalam jumlah yang ekonomis. Dengan demikian, akuifer pada dasarnya adalah kantong air yang berada di dalam tanah. Dapat dikatakan juga merupakan lapisan pembatas atas dan bawah suatu *confined aquifer*.

Aquiclude (semi impermeable layer) adalah suatu lapisan-lapisan, formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang permeabel dengan nilai konduktivitas hidrolik yang sangat kecil sehingga tidak memungkinkan air melewatinya. *Aquitard (semi impervious layer)* adalah suatu lapisan-lapisan, formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang permeabel dengan nilai konduktivitas hidrolik yang kecil namun masih memungkinkan air melewati lapisan ini walaupun dengan gerakan yang lambat. Dapat dikatakan juga merupakan lapisan pembatas atas dan bawah suatu *semi confined aquifer*. *Confined aquifer* merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas dan bawahnya merupakan *aquiclude* dan tekanan airnya lebih besar dari tekanan atmosfer. Pada lapisan pembatasnya tidak ada air yang mengalir (*non-flux*).

Semi confined (leaky aquifer) merupakan akuifer yang jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas berupa *aquitard* dan lapisan bawahnya merupakan *aquiclude*. Pada lapisan pembatas dibagian atasnya karena bersifat *aquitard* masih ada air yang mengalir ke akuifer tersebut (*influx*) walaupun hidrolik konduktivitasnya jauh lebih kecil dibanding hidrolik konduktivitas akuifer. Tekanan air pada akuifer lebih besar dari tekanan atmosfer. *Unconfined aquifer* merupakan akuifer jenuh air (*saturated*). Lapisan pembatasnya yang merupakan *aquitard* hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas *aquitard* di lapisan atasnya. Pembatas lapisan atas berupa muka air tanah. Dengan kata lain merupakan akuifer yang mempunyai muka air tanah.

Semi unconfined aquifer merupakan akuifer yang jenuh air (*saturated*) yang dibatasi hanya lapisan bawahnya yang merupakan *aquitard*. Pada bagian atasnya ada lapisan pembatas yang mempunyai konduktivitas hidrolik lebih kecil daripada konduktivitas hidrolik dari akuifer. Akuifer ini juga mempunyai muka air tanah yang terletak pada lapisan pembatas tersebut. *Artesian aquifer* merupakan *confined aquifer* dimana ketinggian hidroliknya (*potensiometric surface*) lebih tinggi daripada muka tanah. Oleh karena itu apabila pada akuifer ini dilakukan pengeboran maka akan timbul pancaran air (*spring*), karena air yang keluar dari pengeboran ini berusaha mencapai ketinggian hidrolik tersebut.

Asal muasal air tanah digolongkan menjadi 4 tipe yang jelas (Todd, 1995), yaitu air meteorik, air juvenil, air rejuvenated, dan air konat. Air meteorik adalah air tanah yang berasal dari atmosfer mencapai zona kejenuhan baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung oleh infiltrasi pada permukaan tanah dan

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

secara tidak langsung oleh permukaan influen (dimana kemiringan muka air tanah menyusup di bawah arus air permukaan-kebalikan dari efluen) dari danau, sungai, saluran buatan, dan lautan secara langsung dengan cara kondensasi uap air (dapat diabaikan).

Air juvenil adalah air tanah yang merupakan air baru yang ditambahkan pada zona kejenuhan dari kerak bumi yang dalam. Selanjutnya air ini dibagi lagi menurut sumber spesifikasinya kedalam air magnetik, air gunung api dan air kosmik (yang dibawa oleh meteor). Air diremajakan (*rejuvenated*) adalah air yang untuk sementara waktu telah dikeluarkan dari siklus hidrologi oleh pelapukan, maupun oleh sebab-sebab lain, kembali ke siklus lagi dengan proses proses metamorfosis, pemadatan atau proses-proses yang serupa (Todd, 1995).

Air konat adalah air yang dijebak pada beberapa batuan sedimen atau gunung pada asal mulanya. Air tersebut biasanya sangat termineralisasi dan mempunyai salinitas yang lebih tinggi daripada air laut. Untuk lebih memahami proses terbentuknya air tanah, pertama kali harus diketahui tentang gaya-gaya yang mengakibatkan terjadinya gerakan air di dalam tanah. Uraian tentang infiltrasi telah secara lengkap menunjukkan proses dan mekanisme perjalanan air dalam tanah.

Zona akuifer tidak jenuh adalah suatu zona penampung air di dalam tanah yang terletak di atas permukaan air tanah (*water table*) baik dalam keadaan alamiah (permanen) atau sesaat setelah berlangsungnya periode pengambilan air tanah. Zona akuifer jenuh adalah suatu zona penampung air tanah yang terletak di bawah permukaan air tanah kecuali zona penampung air tanah yang sementara jenuh dan berada di bawah daerah yang sedang mengalami pengisian air tanah. Zona akuifer tidak jenuh merupakan zona penyimpanan air tanah yang paling berperan dalam mengurangi kadar pencemaran air tanah dan oleh karenanya zona ini sangat penting untuk usaha-usaha reklamasi dan sekaligus pengisian kembali air tanah, sedang zona akuifer jenuh seperti telah diuraikan di muka lebih berfungsi sebagai pemasok air tanah yang memiliki keunggulan dibandingkan dengan zona akuifer tidak jenuh dalam hal akuifer yang pertama tersebut mampu memasok air tanah dalam jumlah yang lebih besar serta mempunyai kualitas air yang lebih baik.

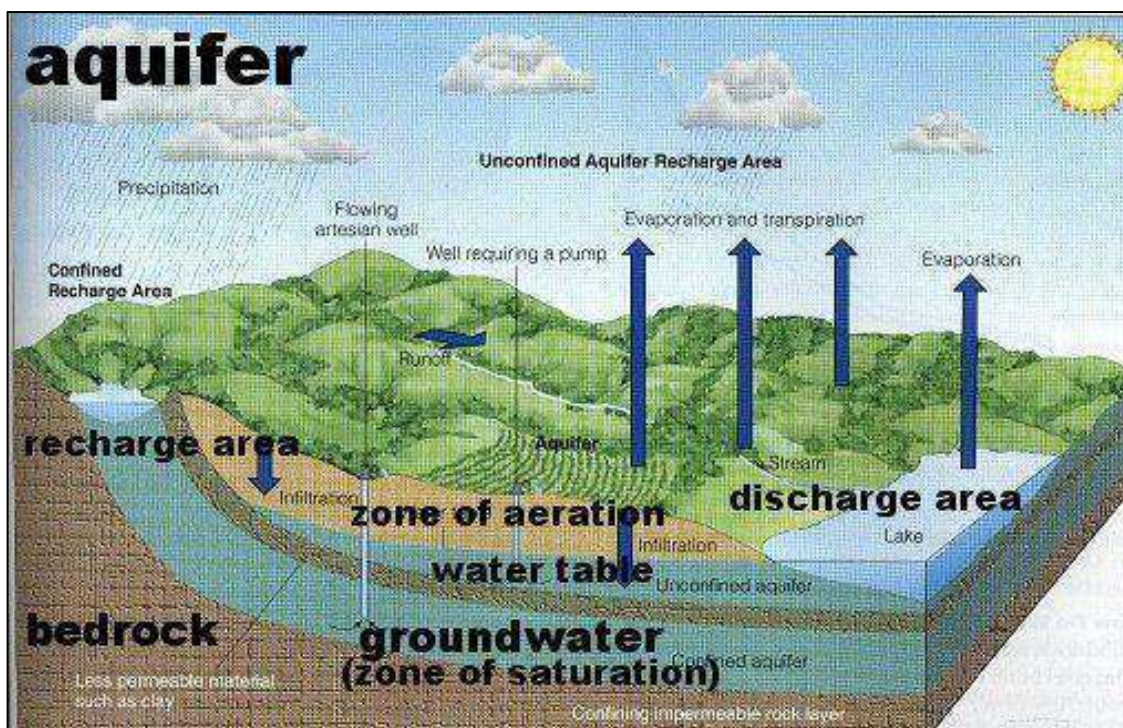
Akuifer ini dibedakan menjadi akuifer bebas (*unconfined aquifer*) dan akuifer tertekan (*confined aquifer*). Akuifer bebas terbentuk ketika tinggi permukaan air tanah (*water table*) menjadi batas antara zona tanah jenuh. Tinggi permukaan air tanah berfluktuasi tergantung pada jumlah dan kecepatan air (hujan) masuk ke dalam tanah, pengambilan air tanah, dan permeabilitas tanah.

Akuifer tertekan juga dikenal sebagai artesis, terbentuk ketika air tanah dalam dibatasi oleh lapisan kedap air sehingga tekanan di bawah lapisan kedap air tersebut lebih besar dari pada tekanan atmosfer. Lebih lanjut, penyebaran air tanah dapat dibedakan berdasarkan daerah penyebarannya menjadi zona aerasi (zona

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

akuifer tidak jenuh) dan zona jenuh (zona akuifer jenuh). Pada zona akuifer jenuh, semua pori-pori tanah terisi oleh air di bawah tekanan hidrostatik. Zona ini dikenal sebagai zona air tanah.

Menurut Todd (1995), zona aerasi dapat dibagi menjadi beberapa bagian wilayah penampungan air tanah, zona pertengahan, zona kapiler dan zona jenuh. Zona air tanah (*soil water zone*) merupakan zona air tanah bermula dari permukaan tanah dan berkembang kedalam melalui akar tanaman. Kedalaman yang dicapai air tanah ini bervariasi tergantung pada tipe tanah dan vegetasi. Zona air tanah ini dapat diklasifikasikan menjadi zona air higroskopis, yaitu air yang diserap langsung dari udara di atas permukaan tanah, air kapiler, dan air gravitasi, yaitu air yang bergerak ke dalam tanah karena gaya gravitasi bumi seperti pada Gambar 10.



Sumber : Todd, 1995

Gambar 12 Zona akuifer

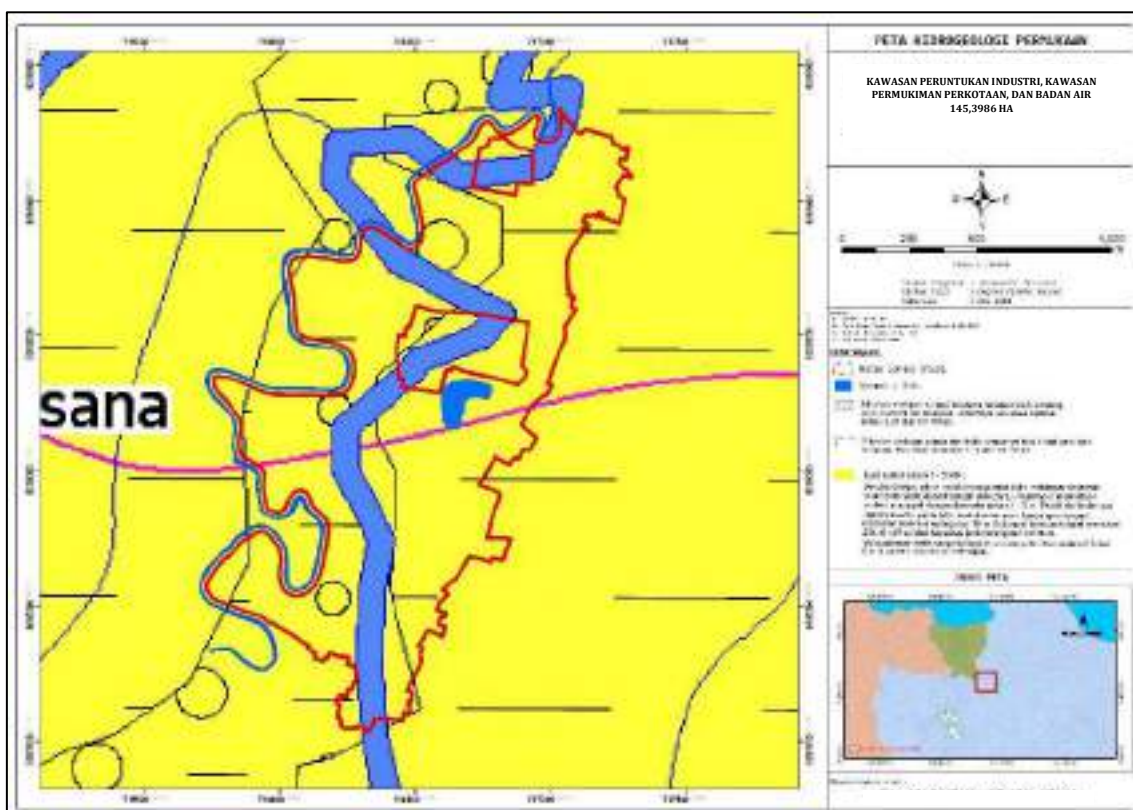
Zona pertengahan (*intermediate zone*) umumnya terletak antara permukaan tanah dan permukaan air tanah dan merupakan daerah infiltrasi. Zona kapiler (*capillary zone*) merupakan zona kapiler terbentang dari permukaan air tanah ke atas sampai ketinggian yang dapat dicapai oleh gerakan air kapiler. Zona jenuh (*saturated zone*) semua pori-pori tanah terisi oleh air.

Keterdapatannya air tanah disekitar lokasi penyelidikan dipengaruhi oleh jenis batuan. Keterdapatannya air tanah dapat dibedakan menjadi air tanah pada batuan lepas (*unconsolidated and semi unconsolidated rocks*), air tanah pada endapan vulkanik Kuartir, air tanah pada batuan karbonat, dan air tanah pada batuan padu (*consolidated rocks*).

KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA

Kondisi hidrogeologi merupakan kondisi ketersediaan air pada tanah. Pada lokasi pengembangan ditunjukkan oleh adanya peta hidrogeologi pengembangan. Berdasarkan peta hidrogeologi permukaan, komposisi litologi batuan dan kelulusannya: terutama terdiri dari Alluvium endapan sungai yang tersusun oleh lempung, pasir, kerakal dan bongkah. Umumnya kelulusan berkisar antara $2,24 - 10^2$ m/hari, dan Alluvium endapan pantai dan delta yang tersusun dari pasir dan lempung. Kelulusan antara 1,10 – 10 m/hari.

Luah sumur antara 1 – 5 l/detik. Akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir, melampar di daerah relatif datar pada daerah tengah dan utara. Umumnya dimanfaatkan melalui sumur gali dengan diameter antara 1 – 3 meter. Terdiri dari beberapa lapisan akuifer yakni pasir kerikilan dan pasir lempungan dengan ketebalan rata – rata kurang dari 10 meter. Setempat keterusan dapat mencapai $234,40 \text{ m}^2/\text{hari}$ dan kapasitas jenis kurang dari 5 l/detik meter. Muka air tanah statis sangat beragam, umunya berkisar antara 0,5 – 5 meter di bawah muka tanah setempat.



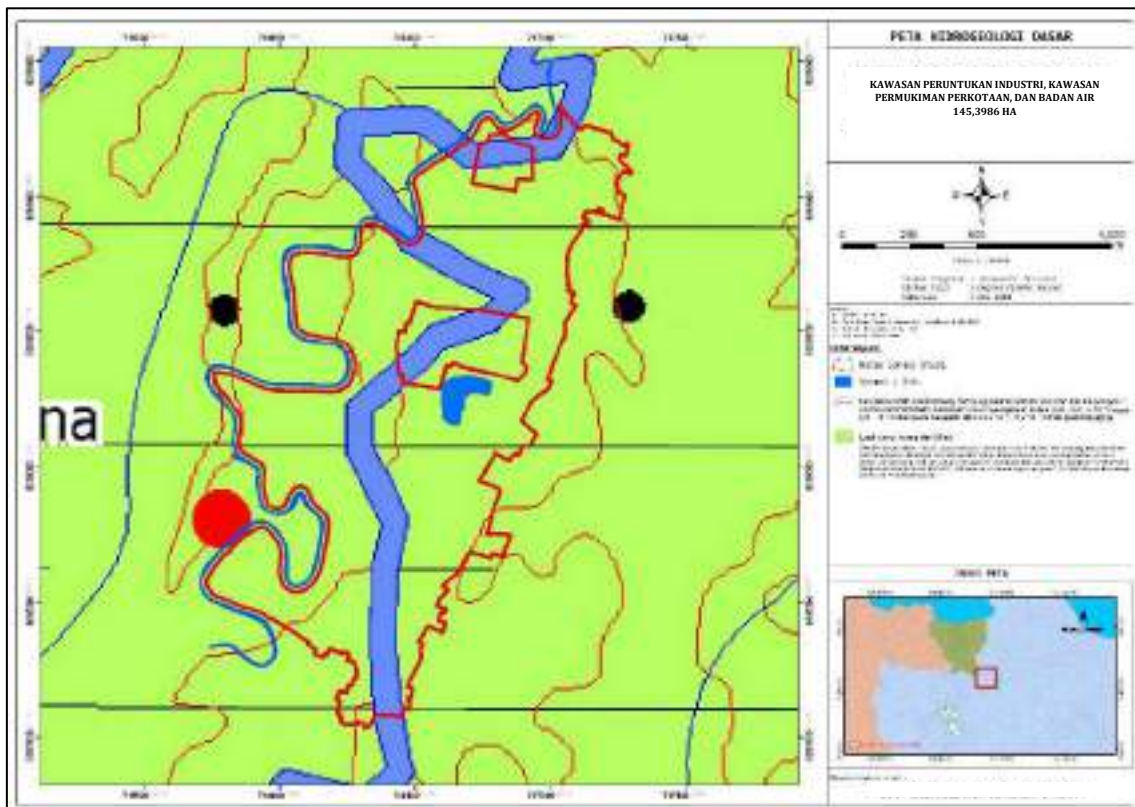
Gambar 13 Peta hidrogeologi permukaan

Berdasarkan peta hidrogeologi dasar, komposisi litologi batuan dan kelulusannya: terutama terdiri dari lempung, lempung pasiran sampai kerikilan

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

dan sisipan pasir. Semua bersifat tufaan, kelulusan umunya berkisar antara $(3,2 - 5,6) \times 10^{-1}$ sampai $9,5 \times 10^{-1}$ m/hari pada batu pasir dan $3,9 \times 10^{-2}$ sampai dengan 5×10^{-3} m/hari pada batu lanau.

Luah sumur kurang dari 5 l/detik. Akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir, setempat melalui rekahan dan saluran pelarutan. Terdiri dari beberapa akuifer, batuan sedimen kuarter berupa batupasir dan breksi, setempat batuan tersier breksi, batugamping koral dan batugamping pasiran. Ketebalan berkisar 3 – 20 meter, keterusan 7 – 100 m²/hari dengan kedalaman sumur 60 – 250 meter di bawah permukaan tanah. Kapasitas jenis 0,1 – 0,4 l/det/m. muka air tanah statis 2 – 45 meter di bawah permukaan tanah.



Gambar 14 Peta hidrogeologi dasar

Dalam Undang-undang Sumber Daya Air, daerah aliran air tanah disebut Cekungan Air Tanah yang didefinisikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbanan, pengaliran dan pelepasan air tanah berlangsung. Menurut Danaryanto, dkk. (2004), Cekungan Air Tanah di Indonesia secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu :

- a. Cekungan Air Tanah Bebas (*unconfined aquifer*).
- b. Cekungan Air Tanah Tertekan (*confined aquifer*).

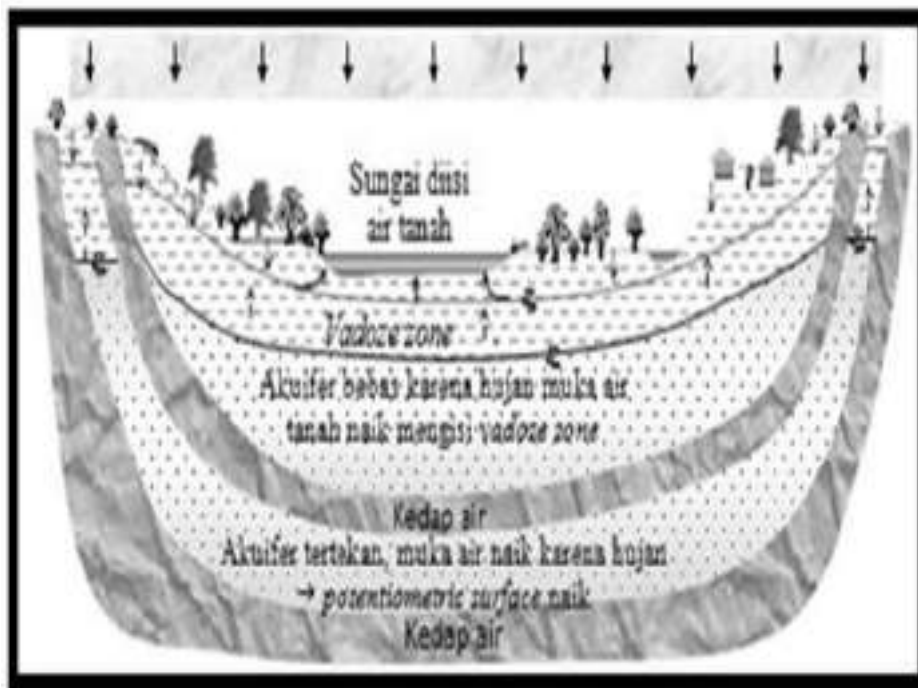
**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Cekungan Air Tanah ini tersebar diseluruh wilayah Indonesia dengan total besarnya potensi masing-masing Cekungan Air Tanah adalah:

- a. Cekungan Air Tanah Bebas: Potensi 1.165.971 juta m³/tahun
- b. Cekungan Air Tanah Tertekan: Potensi 35.325 juta m³/tahun

Elemen Cekungan Air Tanah adalah semua air yang terdapat di bawah permukaan tanah, jadi seakan-akan merupakan kebalikan dari air permukaan. Dalam UU Sumber Daya Air, daerah aliran air tanah disebut Cekungan Air Tanah (*groundwater basin*). Cekungan Air Tanah didefinisikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung. Daerah Cekungan Air Tanah sering juga disebut sebagai daerah aluvial. Beberapa criteria tentang CAT berdasar PP No. 43 Tahun 2008 antara lain:

- a. Mempunyai batas hidrogeologis yang dikontrol oleh kondisi geologis dan atau kondisi hidraulik air tanah. Batas hidrogeologis adalah batas fisik wilayah pengelolaan air tanah. Batas hidrogeologis dapat berupa batas antara batuan lulus dan tidak lulus air, batas pemisah air tanah, dan batas yang terbentuk oleh struktur geologi yang meliputi, kemiringan lapisan batuan, lipatan, dan patahan.
- b. Mempunyai daerah imbuhan dan daerah lepasan air tanah dalam satu sistem pembentukan air tanah. Daerah imbuhan air tanah merupakan kawasan lindung air tanah, di daerah tersebut air tanah tidak untuk didayagunakan, sedangkan daerah lepasan air tanah secara umum dapat didayagunakan, dapat dikatakan sebagai kawasan budidaya air tanah. Memiliki satu kesatuan sistem akuifer: yaitu kesatuan susunan akuifer, termasuk lapisan batuan kedap air yang berada di dalamnya. Akuifer dapat berada pada kondisi tidak tertekan atau bebas dan tertekan. Kondisi akuifer tersaji pada gambar berikut.

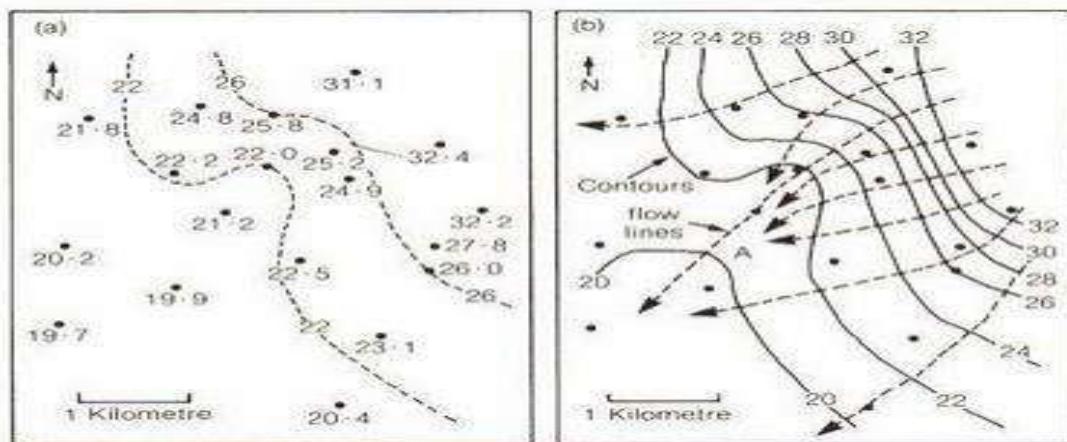


Gambar 15 Gambaran kondisi akuifer

Flownet atau yang lebih dikenal dengan sebutan kontur air tanah dapat dibuat dengan cara interpolasi data-data elevasi muka air tanah yang teridentifikasi di suatu daerah. Untuk membuat *flownet* ini diperlukan beberapa data, seperti data tinggi muka air tanah (TMA) data elevasi sumur, dan koordinat titik-titik pengukuran. *Flownet* ini dapat menunjukkan beberapa informasi dari variasi kerapatan kontur yang dihasilkan. Dari *flownet* tersebut dapat diperoleh informasi arah aliran air tanah, daerah re-charge, daerah discharge, debit air tanah, dan kemiringan muka air tanah (*hydraulic gradient*).

Kemiringan muka air tanah (*hydraulic gradient*) dapat diketahui dari *flownet* dengan cara membuat profil air tanah. Profil air tanah ini dapat diperoleh dengan cara membuat *crosssection* yang memotong beberapa garis kontur (misalnya memotong melintang dari kontur yang rapat ke kontur yang renggang). Pada profil kemiringan muka air tanah ini dapat terlihat bahwa semakin rapat kontur air tanah (*flownet*) maka *hydraulic gradient*nya semakin besar, dan begitupun sebaliknya. Dengan menggunakan profil kemiringan muka air tanah ini maka kita dapat mengetahui juga kondisi medan air tanah berada, sehingga bisa menentukan mana daerah re-charge, arah aliran air tanahnya serta daerah discharge. Selain itu, dapat juga dianalisis perkiraan debit baik itu di daerah hulu maupun daerah hilir air tanah. Gambaran jejaring aliran tersaji pada gambar berikut.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



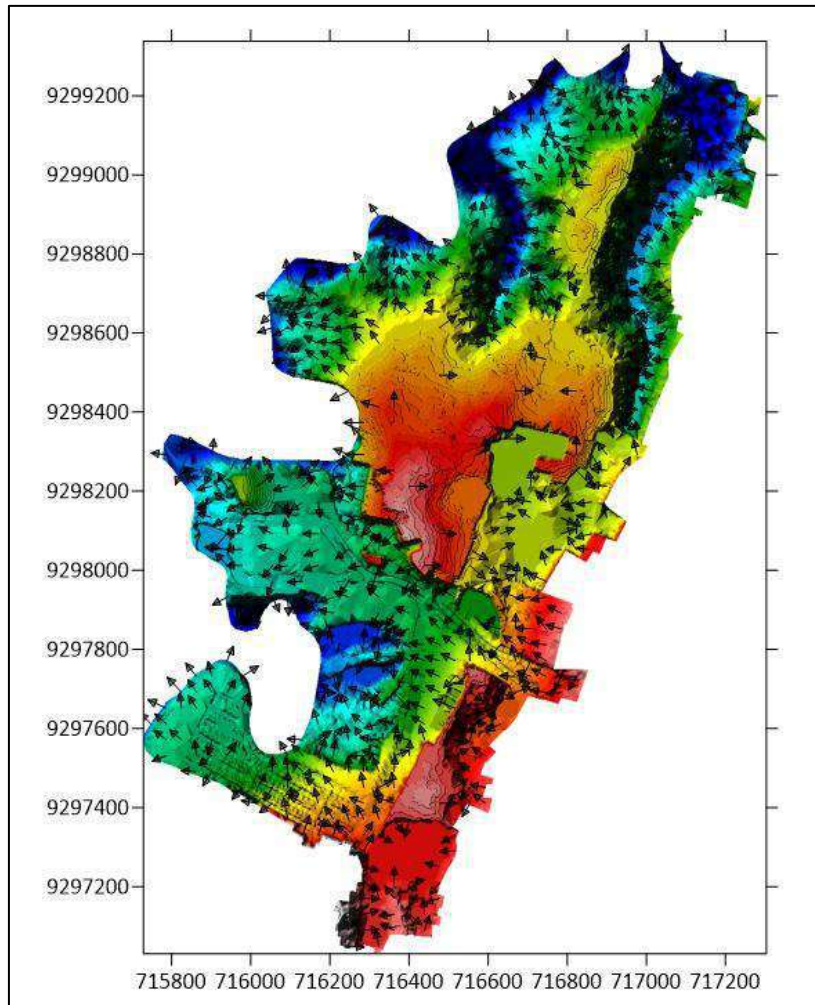
Gambar 16 Gambaran umum jejaring aliran

Analisis aliran air tanah berdasar pada sifat air itu sendiri yang selalu mengalir mengikuti gaya gravitasi, atau dengan kata lain selalu mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Dengan diketahuinya *hydraulic gradient* atau kemiringan muka air tanahnya, maka daerah *re-charge* langsung dapat ditemukan dan aliran air tanahnya dapat diketahui dengan membuat garis tegak lurus dengan garis kontur air tanahnya dengan asumsi bahwa daerah tersebut memiliki kondisi aquifer yang homogen dan isotropis karena pengaruh potensial gravitasi.

Hasil analisis aliran air tanah ini bisa digunakan untuk berbagai analisis yang lain, misalnya analisis arah pencemar air tanah, radius area yang tercemar dan waktu persebaran pencemar secara spasial itu berlangsung. Untuk analisis radius area tercemar dan waktu pencemaran dapat dibantu dengan analisis perkiraan debit yang berdasar pada *hydraulic gradient* dari air tanah yang tercemar.

Garis aliran adalah suatu garis sepanjang mana butir-butir akan bergerak dari bagian hulu ke bagian hilir sungai melalui media tanah yang tembus air (permeable). *Garis ekipotensial* adalah suatu garis sepanjang mana tinggi potensial di semua titik pada garis tersebut adalah sama. Jadi apabila alat-alat piezometer diletakkan di beberapa titik yang berbeda-beda di sepanjang suatu garis ekipotensial, air di dalam piezometer tersebut akan naik pada ketinggian yang sama. Garis aliran menunjukkan definisi garis aliran dan garis ekipotensial untuk aliran di dalam lapisan tanah yang tembus air (permeable layer) di sekeliling jajaran turap yang ditunjukkan pada gambar tersebut (untuk $k_x = k_z = k$). Kombinasi dari beberapa garis aliran dan garis ekipotensial dinamakan *jejaring aliran (flow net)*. Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa jaringan aliran dibuat untuk menghitung aliran air tanah tersaji pada gambar berikut.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 17 Pola jejaring aliran (*flownet*) 2D

3.6 Pengolahan Data Hidrologi

Analisis hidrologi dimaksudkan sebagai langkah untuk memperoleh besarnya debit banjir rencana. Debit banjir rencana adalah debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dialirkan tanpa membahayakan lingkungan dan stabilitas sungai (Koten dan Suhudi 2020). Langkah untuk mendapatkan debit banjir rencana yaitu dengan menganalisis data curah hujan maksimum pada daerah aliran sungai yang diperoleh dari beberapa stasiun hujan terdekat (Argue *et al.* 2021). Data curah hujan yang digunakan minimal dalam kurun waktu 10 tahun terakhir pengamatan yang berasal dari stasiun pencatat curah hujan terdekat (Chayati dan Rezi 2018).

Analisis frekuensi dalam hidrologi digunakan untuk memperkirakan hujan rancangan dan kemungkinan tertinggi pada periode tertentu. Jenis distribusi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi yaitu distribusi normal, distribusi log normal, distribusi Log Person III, dan distribusi Gumbel (Porajouw *et al.* 2019).

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Perhitungan hujan rancangan menggunakan metode distribusi Gumbel, distribusi Log Normal, distribusi Log Pearson III, dan kala ulang T disesuaikan dengan penyebaran (distribusi) dengan menggunakan persamaan (1), (2), (3), (4), dan (5) sebagai berikut.

Distribusi Gumbel

$$Y_{Tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_{r-1}}{T_r} \right\} \quad (1)$$

$$X_{tr} = \underline{X} + K. Sd \quad (2)$$

Distribusi Log Normal

$$\text{Log} X_{Tr} = \text{Log} \underline{X} + K. Sd_{\log} \quad (3)$$

Distribusi Log Pearson III

$$\text{Log} X_{Tr} = \text{Log} \underline{X} + K. Sd_{\log} \quad (4)$$

Distribusi Normal

$$X_{Tr} = \underline{X} + K. Sd \quad (5)$$

X_{tr} merupakan curah hujan rencana (mm/hari), $\bar{X}$ merupakan curah hujan maksimum rata-rata (mm/hari), Sd yaitu standar deviasi nilai variat, dan K sebagai faktor probabilitas yang digunakan. Langkah selanjutnya yaitu membandingkan nilai koefisien kemencengan (Cs) dan nilai koefisien kurtosis (Ck) sehingga didapatkan jenis probabilitas yang sesuai. Nilai Cs dan Ck dihitung dengan persamaan (6) dan (7), Soewarno (1995) dalam (Wijaya *et al.* 2014).

$$Cs = \frac{\frac{1}{n} \sum (X_i - \underline{X})^3}{\left(\frac{1}{n} \sum (X_i - \underline{X})^2 \right)^{3/2}} \left(\frac{n^2}{(n-1)(n-2)} \right) \quad (6)$$

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum (X_i - \underline{X})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum (X_i - \underline{X})^2 \right)^2} \left(\frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \right) \quad (7)$$

Analisis distribusi peluang digunakan untuk menentukan besaran variabel hidrologi pada periode ulang tertentu dengan melihat syarat parameter yang akan digunakan dalam pemilihan tipe distribusi (Widodo dan Ningrum 2015). Pengolahan data hujan secara statistik bertujuan untuk mendapatkan curah hujan ekstrim, yaitu angka perkiraan hujan harian maksimum yang dianggap terjadi dalam periode ulang (*return period*) yang telah direncanakan. Penentuan jenis probabilitas dengan menggunakan perbandingan nilai koefisien kemencengan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck) yang di peroleh dari Tabel 1 berikut.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Tabel 1 Syarat penggunaan jenis sebaran

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Metode Gumbel I	$C_k \leq 5,4$
		$C_s \leq 1,14$
2	Metode Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3 = 1,14$
		$C_k = 0$
3	Metode Log Pearson III	$C_s \neq 0$
		$C_k = 1,5 \quad C_s (\ln x)^2 + 3 = 8,43$
4	Metode Normal	$C_k = 3$
		$C_s = 0$

Sumber: Chow (1992)

Penentuan debit limpasan rencana merupakan faktor utama dalam merencanakan kapasitas saluran pembuang dan dimensi saluran drainase serta saluran gorong-gorong. Analisis debit limpasan secara teoritis dapat dilakukan dengan metode rasional. Metode rasional digunakan untuk menentukan debit puncak dengan persamaan (8) (Feyen 1980).

$$Q = 0,278 C I A \quad (8)$$

Nilai Q merupakan debit limpasan (m^3/det), I yaitu intensitas hujan (mm/jam), C merupakan koefisien limpasan, dan A sebagai luas area kawasan (km^2). Nilai koefisien limpasan ditentukan berdasarkan pada penggunaan lahannya (Tabel 2).

Tabel 2 Nilai koefisien limpasan metode rasional

Deskripsi lahan/karakter permukaan	Koefisien limpasan (C)
Atap	0,75 – 0,95
Perkerasan	
Aspal dan beton	0,75 – 0,95
Batu bata, paving	0,50 – 0,70
Area bisnis	
Perkotaan	0,75 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
Rumah tinggal	0,30 – 0,50
Rumah multi unit, terpisah	0,40 – 0,60
Rumah multi unit, tergabung	0,60 – 0,75
Halaman, tanah berpasir	
Datar, 2%	0,05 – 0,10
Rata-rata, 2 – 7%	0,10 – 0,15
Halaman, tanah berat	

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Deskripsi lahan/karakter permukaan	Koefisien limpasan (C)
Datar, 2%	0,13 – 0,17
Rata-rata, 2 – 7%	0,18 – 0,22
Taman tempat bermain	0,22 – 0,35

Sumber: Suripin (2004)

Intensitas hujan dihitung dengan rumus Mononobe apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia dan hanya tersedia data hujan harian, oleh karena itu intensitas hujan di hitung dengan persamaan (12).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (12)$$

Nilai I merupakan nilai intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam), hujan rencana dalam satu hari (mm) yaitu R_{24} , dan t sebagai lamanya waktu hujan (jam).

Dimensi pada saluran drainase ditentukan setelah debit limpasan rencana diketahui. Penentuan dimensi saluran drainase dapat dihitung menggunakan rumus Manning, seperti pada persamaan (13) dan (14).

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} A \quad (14)$$

Dimana Q yaitu debit saluran ($m^3/detik$), v sebagai nilai kecepatan aliran ($m^2/detik$), n sebagai nilai kekasaran manning, S yaitu kemiringan dasar saluran, R merupakan jari jari hidrolis (m), dan A sebagai luas penampang basah (m^2). Koefisien manning berdasarkan jenis bahan pembuat saluran pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Koefisien kekasaran manning

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
Saluran Buatan					
1	saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,02	0,023	0,025
2	saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,03	0,04
3	saluran pada dinding batuan, lurus, dan teratur	0,02	0,03	0,033	0,035
4	saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,04	0,045	0,045

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
5	saluran batuan yang diledakan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,03	0,035	0,04
6	dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,03	0,033	0,035
7	saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,02	0,025	0,028	0,03
Saluran Alam					
8	bersih, lurus, tidak berpasir dan tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9	seperti no.8 tapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,030	0,035	0,040	0,045
11	seperti no.10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	seperti no.10, berbatu, dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	seperti no.11, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
Saluran Buatan, Beton, Atau Batu Kali					
16	saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	seperti no.16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
21	saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

Sumber: DPU (2006)

Tinggi jagaan atau *freeboard* saluran drainase direncanakan agar aman terhadap debit limpasan dan dapat mengalirkan air dengan kecepatan tertentu. Penentuan tinggi jagaan saluran ditentukan berdasarkan Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Tinggi jagaan drainase pasang batu dan dari tanah

Debit (m ³ /det)	Tinggi jagaan pasangan batu (m)	Tinggi jagaan saluran dari tanah (m)
$Q < 0,50$	0,20	0,40
$0,50 < Q \leq 1,50$	0,20	0,50
$1,50 < Q \leq 5,00$	0,25	0,60
$5,00 < Q \leq 10,00$	0,30	0,75
$10,00 < Q \leq 15,00$	0,40	0,85
$Q > 15,00$	0,50	1,00

Sumber: Chow (1992)

Penampang saluran yang memiliki keliling basah lebih kecil dapat mengalirkan air secara maksimal. Penampang ini disebut penampang hidrolis terbaik (Chow 1992). Unsur-unsur geometris dalam penentuan dimensi saluran dihitung berdasarkan bentuknya seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Unsur geometris penampang saluran persegi dan trapesium

Unsur Geometris	Satuan	Saluran	
		Segiempat	Trapesium
Luas penampang (A)	m ²	B. h	(B + m. h) h
Keliling basah (P)	m	B + 2h	$B + 2h\sqrt{1 + m^2}$
Jari-jari hidrolis (R)	m	$B. h / b h$	$(B + m.h)h / B + 2h\sqrt{1 + m^2}$
Kedalaman hidrolis (d)	m	h	$(B + m. h) h / B + 2mh$
Lebar puncak (B)	m	B	B + 2mh
Kedalaman rata-rata (dm)	m	A/B	A/B

Sumber: (DPU 2006)

Perencanaan saluran drainase yang sesuai dengan jumlah debit, maka perencanaan yang sesuai dapat mengacu pada nilai hubungan antara Q, h, dan b/h seperti pada Tabel 6.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Tabel 6 Hubungan antara nilai Q, h, dan b/h untuk saluran drainase

Debit, Q (m³/det)	h (m)	Rasio b/h
< 0,5	< 0,50	1,00
0,5 – 1,1	0,50 – 0,70	2,00
1,1 – 3,5	0,70 – 1,00	2,50
> 3,5	> 1,00	3,00

Sumber: DPU (2006)

BAB IV. ANALISIS HIDROLOGI

Pembangunan pada suatu kawasan akan memberikan dampak pada lingkungan sekitar. Salah satu dampak yang akan timbul adalah peningkatan air limpasan (*run off*) akibat terjadinya perubahan tutupan lahan. Perubahan tersebut dapat berupa bangunan, jalan, atau bangunan lainnya yang sebelumnya berupa vegetasi atau tanaman penutup seperti ilalang, rumput, kebun maupun persawahan. Peningkatan air limpasan akan menurunkan kapasitas badan air dan mengakibatkan terjadinya banjir apabila tidak ditangani dengan baik. Oleh karena itu diperlukan upaya – upaya pencegahan dari dampak peningkatan air limpasan sehingga rencana pembangunan yang akan dilaksanakan tidak akan menimbulkan masalah dikemudian hari.

Penerapan konsep *zero runoff* merupakan salah satu upaya upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak akibat peningkatan air limpasan. Selain sebagai upaya pencegahan dampak, konsep ini juga sebagai upaya untuk melakukan konservasi terhadap air dan tanah. Konsep ini mengupayakan semaksimal mungkin air limpasan dimasukan kedalam air tanah sebagai *recharge* dan seminimal mungkin air masuk ke badan air melalui saluran drainase. Air limpasan dapat dimasukan kedalam tanah melalui rekayasa penggunaan bangunan konservasi air.

Agar konsep *zero runoff* tersebut dapat diaplikasikan dengan baik maka perlu dilakukan analisis hidrologi untuk mengkaji aspek-aspek hidrologinya. Selain itu untuk menentukan ketinggian dasar bangunan yang aman dari banjir, maka diperlukan analisis Peil Banjir.

Analisis hidrologi dan peil banjir selanjutnya akan menjadi dasar untuk dikeluarkannya rekomendasi penataan drainase dan peil banjir sebagai bagian dari persyaratan perijinan dalam pembangunan sebuah kawasan.

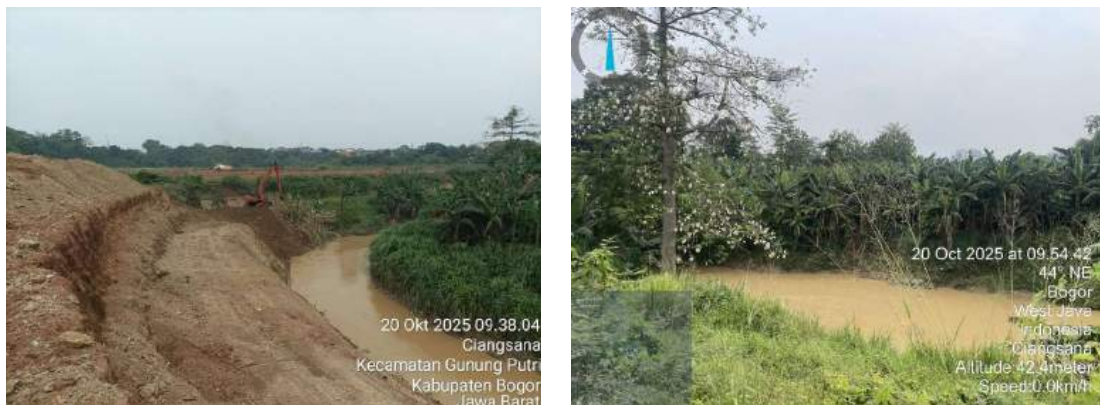
4.1. Kondisi Existing Sungai

Pada kondisi eksisting terdapat sungai yang melintas. Jarak lokasi dengan Sungai utama (Sungai Cikeas) paling dekat sebesar 15 meter dan ditemukan adanya potensi banjir pada lokasi kajian. Prakiraan kondisi kenaikan muka air banjir paling tinggi pada wilayah kajian adalah setinggi 3 – 10 meter. Hal ini didasarkan pada ditemukannya sisa sampah yang tersangkut di atas ranting pohon yang berada di pinggir sungai. Kondisi ini akan berdampak pada lokasi kajian karena lokasi kajian berada dekat dengan badan sungai. Oleh karena itu, disarankan untuk dipasang turap atau peil banjir untuk melindungi batas properti dari kenaikan muka air banjir.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 18 Kondisi kenaikan muka air banjir eksisting



Gambar 19 Kondisi eksisting sungai pada lokasi kajian

4.2. Profil Sungai dan Saluran

Kawasan pengembangan perumahan yang dikaji memiliki jarak yang tergolong dekat dari Sungai Cikeas. Pada saat survei lokasi kegiatan juga dilakukan pengukuran kecepatan aliran, lebar dan kedalaman Sungai Cikeas. Pada kondisi eksisting diketahui lebar Sungai Cikeas kurang lebih sebesar 8 – 15 meter dengan ketinggian muka air normal sebesar 1,5 – 2,2 meter. Kenaikan muka air banjir Sungai Cikeas diperkirakan sebesar 3 – 10 meter. Pada kondisi eksisting kenaikan muka air banjir Sungai Cikeas memiliki pengaruh pada lokasi kajian jika tidak dilakukan konservasi, hal ini dibuktikan dengan ditemukannya sisa sampah yang tersangkut di atas ranting pohon yang berada di pinggir sungai.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Aliran Sungai Cikeas pada lokasi kajian mengalir dari Selatan menuju Utara mengikuti arah kontur. Lebar Sungai Cikeas bagian hulu sampai hilir relatif beragam. Kondisi hulu memiliki profil penampang sungai yang relatif lebih besar dibandingkan dengan kondisi hilir. Ketinggian muka air normal (MAN) berkisar antara 1,5 – 2,2 meter dan kenaikan muka air banjir (MAB) berkisar antara 3 – 10 meter dari ketinggian muka air normal.

Pada kondisi eksisting, bagian Hulu Sungai Cikeas berada pada elevasi 110,23 mdpl pada kondisi muka air normal. Lebar Sungai Cikeas pada bagian Hulu sebesar 8,56 meter dengan MAN sebesar 2,13 meter dan MAB sebesar 11,27 meter. Pada area Hulu Sungai Cikeas, elevasi paling rendah lokasi kajian berada pada 120,65 mdpl. Apabila dimodelkan kenaikan muka air banjir maksimal sebesar 10 meter dari kondisi muka air normal, maka perlu dibuat turap pada Garis Sempadan Sungai hingga mencapai elevasi minimal setinggi 120,15 mdpl agar tidak terjadi luapan banjir ke dalam lokasi kajian.

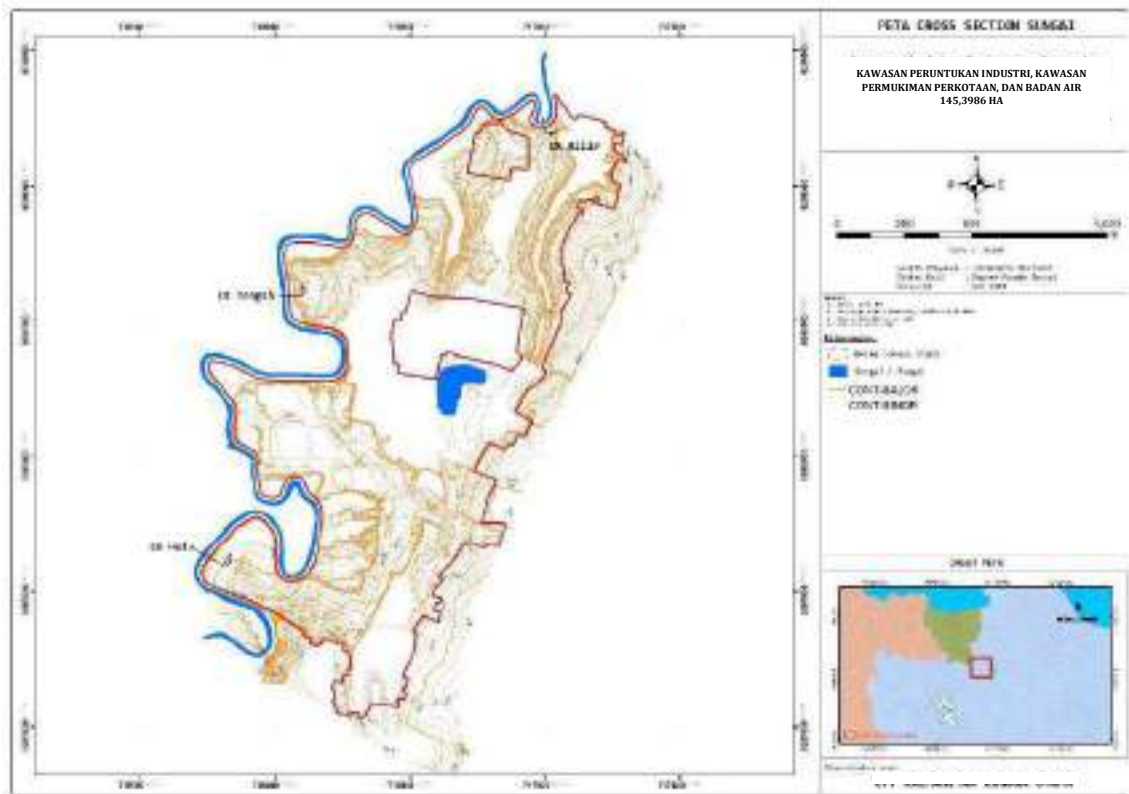
Pada kondisi eksisting, bagian Tengah Sungai Cikeas berada pada elevasi 109,62 mdpl pada kondisi muka air normal. Lebar Sungai Cikeas pada bagian Tengah sebesar 8,83 meter dengan MAN sebesar 1,97 meter dan MAB sebesar 10,97 meter. Pada area Tengah Sungai Cikeas, elevasi paling rendah lokasi kajian berada pada 119,32 mdpl. Apabila dimodelkan kenaikan muka air banjir maksimal sebesar 10 meter dari kondisi muka air normal, maka perlu dibuat turap pada Garis Sempadan Sungai hingga mencapai elevasi minimal setinggi 119,32 mdpl agar tidak terjadi luapan banjir ke dalam lokasi kajian.

Pada kondisi eksisting, bagian Hilir Sungai Cikeas berada pada elevasi 108,82 mdpl pada kondisi muka air normal. Lebar Sungai Cikeas pada bagian Hilir sebesar 8,31 meter dengan MAN sebesar 1,54 meter dan MAB sebesar 10,54 meter. Pada area Hilir Sungai Cikeas, elevasi paling rendah lokasi kajian berada pada 119,72 mdpl. Apabila dimodelkan kenaikan muka air banjir maksimal sebesar 10 meter dari kondisi muka air normal, maka perlu dibuat turap pada Garis Sempadan Sungai hingga mencapai elevasi minimal setinggi 119,22 mdpl agar tidak terjadi luapan banjir ke dalam lokasi kajian. Pemodelan banjir pada lokasi kajian disajikan pada tabel berikut.

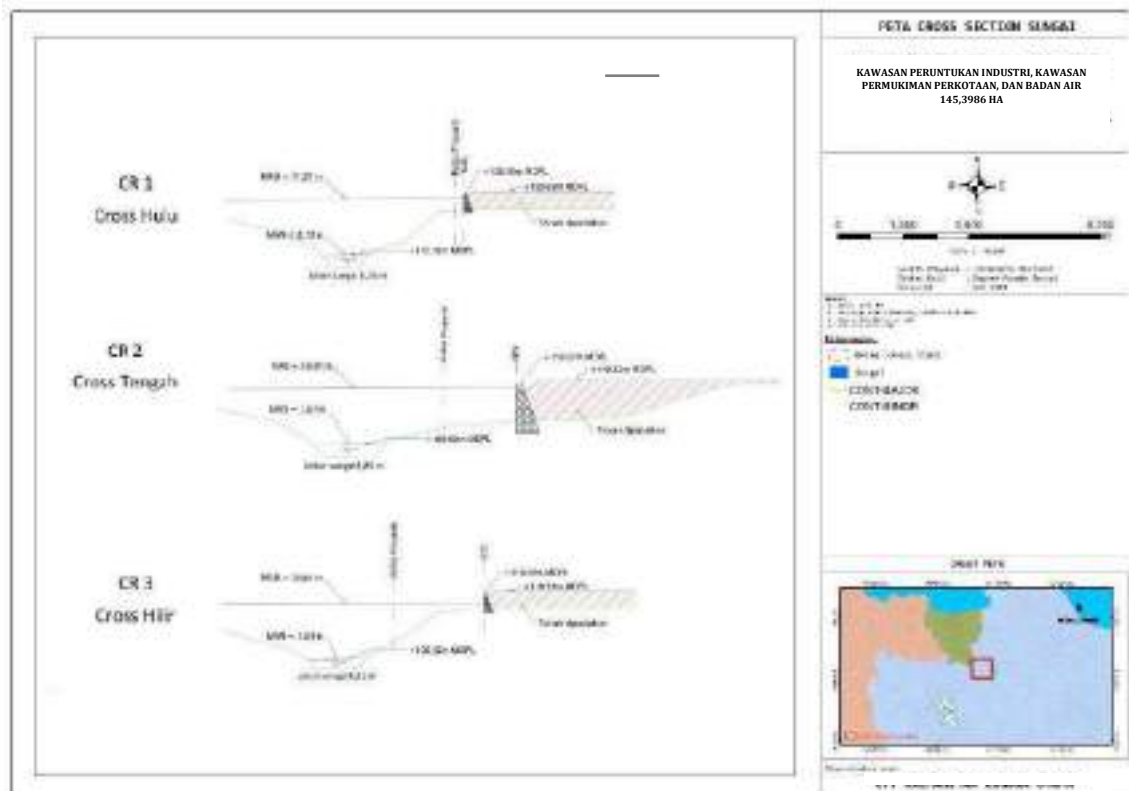
Tabel 7 Pemodelan Profil Sungai Cikeas

Komponen	Lebar Sungai	MAN		MAB	
	(m)	(m)	(mdpl)	(m)	(mdpl)
Hulu	8,56	2,13	110,32	11,27	119,46
Tengah	8,83	1,97	109,62	10,97	119,62
Hilir	8,31	1,54	108,82	10,54	118,82

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



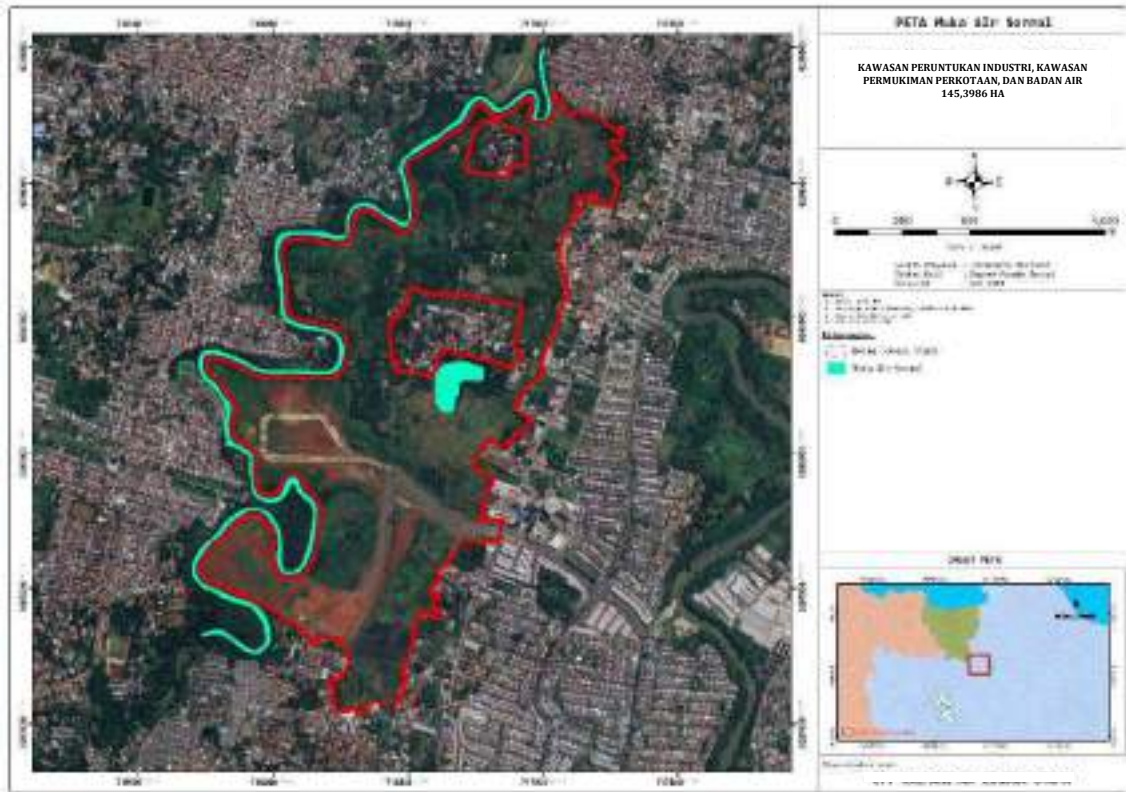
Gambar 20 Layout *cross section* sungai pada lokasi kajian



Gambar 21 *Cross section* hulu, tengah dan hilir Sungai Cikeas

KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA

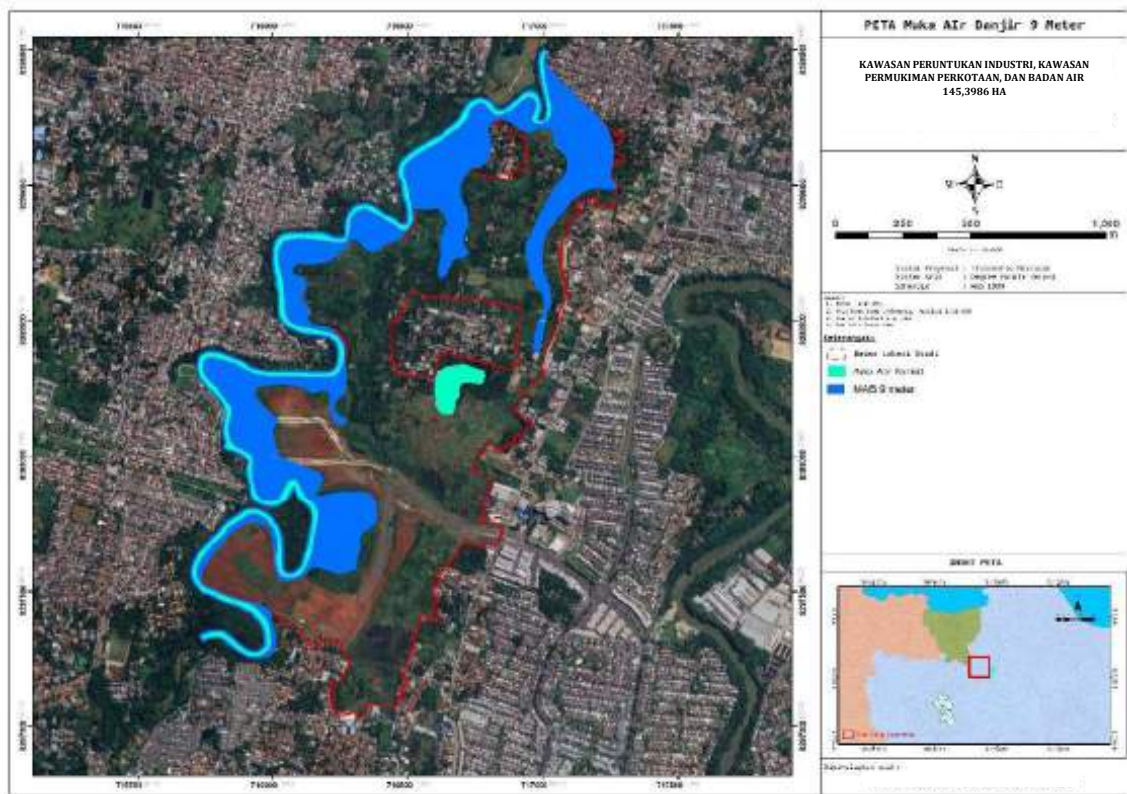
Pemodelan banjir dilakukan untuk tiga skenario ketinggian muka air, yaitu 3, 6, dan 9 meter untuk mengidentifikasi zona berisiko tinggi terhadap dampak banjir di wilayah kajian. Hasil pemodelan banjir menunjukkan bahwa pada skenario MAB 3 meter, genangan masih terbatas pada daerah rendah di sekitar aliran sungai namun sudah ada beberapa genangan yang melebihi garis sempadan sungai. Pada pemodelan banjir dengan ketinggian MAB 6 meter, genangan sudah mulai meluas hingga masuk ke dalam wilayah perumahan dan pada pemodelan banjir dengan ketinggian MAB 9 meter kondisi genangan makin meluas. Kondisi paling parah berada pada bagian utara lokasi kajian di mana lokasi tersebut merupakan daerah hilir Sungai Cikeas. Oleh karena itu perlu dilakukan antisipasi dengan pembuatan peil banjir pada lokasi kajian. Pemodelan banjir pada lokasi kajian disajikan pada gambar berikut.



Gambar 22 Pemodelan muka air normal

46

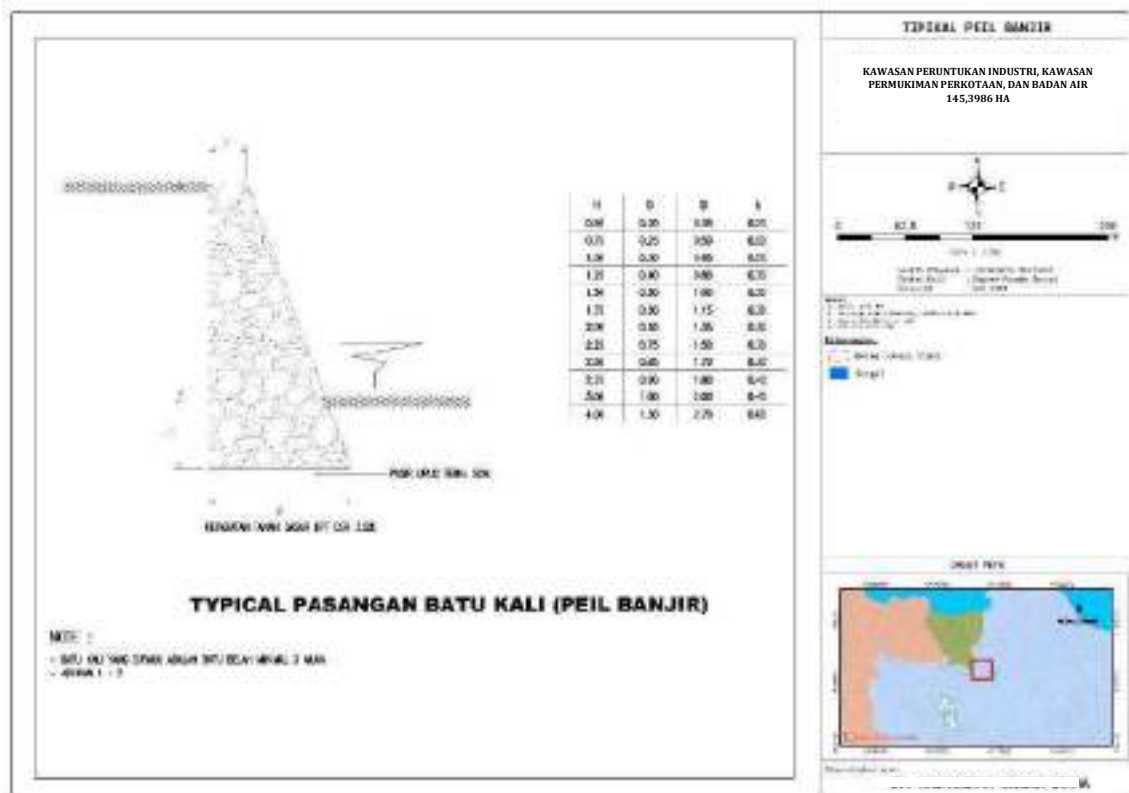
**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 25 Pemodelan banjir 9 meter

Rancangan desain peil banjir pada lokasi kajian direncanakan menggunakan pasangan batu belah minimal 3 muka dengan perbandingan adukan 1 : 3. Ketebalan pasir urug pada lantai dasar peil direncanakan dengan tebal minimal 5 cm dengan kondisi kepadatan tanah sebesar 3,5% berdasarkan pengukuran CBR. Gambar teknik rekomendasi rancangan desain peil banjir pada lokasi kajian tersaji pada gambar berikut.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 26 Desain tipikal peil banjir

Pengukuran kecepatan aliran sungai digunakan alat *current meter*. Pengukuran dilakukan pada 1 lokasi yaitu pada bagian hilir sungai. Hal ini dikarenakan bagian hulu dan tengah sungai pada lokasi kajian memiliki medan yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pengukuran. Hasil pengukuran kecepatan aliran sungai di bagian hilir ini relatif sama dengan kecepatan aliran sungai di bagian hulu dan tengah. Dokumentasi pengukuran kecepatan aliran saluran tersaji pada gambar berikut.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 27 Pengukuran kecepatan aliran sungai

Hasil dari pengukuran debit saluran *outlet* pada lokasi kajian diperoleh hasil perhitungan seperti pada tabel di bawah. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kecepatan aliran rata-rata pada daerah hulu, tengah dan hilir sungai berturut – turut sebesar 1,17 m/s, 0,98 m/s dan 0,75 m/s. Luas perimeter atau penampang terbasahkan pada daerah hulu, tengah dan hilir sungai berturut – turut sebesar 26,79 m², 26,23 m² dan 21,11 m². Berdasarkan ketinggian muka air normal, diperoleh rata-rata besarnya debit untuk daerah hulu, tengah dan hilir sungai pada lokasi kajian berturut – turut sebesar 31,26 m³/s, 26,35 m³/s dan 20,09 m³/s.

Tabel 8 Hasil perhitungan debit sungai pada wilayah kajian

Lokasi	Titik	Kecepatan (m/s)	Luas penampang (m ²)	Debit (m ³ /s)
Hulu	1	1,15	26,79	30,81
	2	1,20		32,15
	3	1,15		30,81
	Rata-rata	1,17		31,26
Tengah	1	1,00	26,23	26,79
	2	1,05		28,13
	3	0,90		24,11
	Rata-rata	0,98		26,35
Hilir	1	0,75	21,11	20,09
	2	0,80		21,43

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Lokasi	Titik	Kecepatan (m/s)	Luas penampang (m ²)	Debit (m ³ /s)
	3	0,70		18,75
	Rata-rata	0,75		20,09

4.3. Analisis Infiltrasi

Infiltrasi adalah bagian dari siklus hidrologi yaitu peristiwa masuknya atau perembesan air dari permukaan tanah menuju ke dalam tanah sebagai akibat adanya gaya gravitasi dan gaya kapiler. Manfaat adanya infiltrasi antara lain menyediakan air untuk evaporasi, mengisi atau menyimpan air reservoir tanah sebagai cadangan air serta dapat meminimalisir terjadinya erosi dan dapat mengendalikan limpasan yang menyebabkan banjir. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh karakteristik sifat fisik tanah, besarnya presipitasi atau hujan, dan penggunaan atau pemanfaatan lahan. Semakin porus tanah, maka laju infiltrasi akan semakin tinggi. Laju infiltrasi akan semakin mengecil apabila tanah dalam kondisi jenuh air. Apabila curah hujan lebih besar daripada kapasitas infiltrasi maka dapat menyebabkan limpasan. Pemanfaatan lahan untuk pembangunan akan menurunkan kapasitas infiltrasi di suatu wilayah karena wilayah resapan air berkurang. Pengukuran infiltrasi disajikan pada gambar berikut.



Gambar 28 Pengukuran laju infiltrasi

Laju infiltrasi pada pembangunan perumahan di lokasi kajian secara langsung dengan alat *double ring infiltrometer*. Pengukuran laju infiltrasi didasarkan pada SNI 7752:2012 tentang Tata Cara Pengukuran Laju Infiltrasi Tanah di Lapangan Menggunakan Infiltrometer Cincin Ganda. Pengukuran dilakukan satu kali pengulangan sehingga memperoleh perubahan ketinggian (ΔH).

Metode pengukuran berdasarkan perubahan tinggi muka air. Cincin bagian dalam dan cincin bagian luar diisi air dengan ketinggian yang sama yang bertujuan untuk mencegah aliran ke samping. Setelah itu, perubahan ketinggian (ΔH) dicatat

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

setiap selang waktu 1 menit. Pengukuran dihentikan ketika perubahan ketinggian telah konstan.

Tabel 9 Data hasil pengukuran laju infiltrasi titik 1

Waktu (Menit)	H (cm)	ΔH(cm)	ΔH kumulatif (cm)
0	11,5	0,0	0,0
1	11,1	0,4	0,4
2	10,9	0,2	0,6
3	10,5	0,4	1,0
4	10,0	0,5	1,5
5	9,8	0,2	1,7
6	9,6	0,2	1,9
7	9,5	0,1	2,0
8	9,5	0,0	2,0
9	9,3	0,2	2,2
10	9,2	0,1	2,3

Tabel 10 Data hasil pengukuran laju infiltrasi titik 2

Waktu (Menit)	H (cm)	ΔH(cm)	ΔH kumulatif (cm)
0	13,5	0,0	0,0
1	12,5	1,0	1,0
2	11,7	0,8	1,8
3	11,5	0,2	2,0
4	11,4	0,1	2,1
5	11,3	0,1	2,2
6	11,2	0,1	2,3
7	11,1	0,1	2,4
8	11,0	0,1	2,5
9	10,9	0,1	2,6
10	10,9	0,0	2,6

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh perubahan tinggi muka air (ΔH) pada setiap masing-masing pengulangan. Pengukuran dilakukan 1 kali ulangan untuk memperoleh laju infiltrasi yang konstan dengan waktu 10 menit. Perubahan ketinggian (ΔH) kumulatif dari hasil pengukuran sebesar 2,3 cm pada titik 1 dan 2,6 cm pada titik 2. Data-data tersebut diolah untuk memperoleh nilai laju infiltrasi menggunakan Model Kostiakov seperti tersaji pada Tabel 11 dan 12.

Tabel 11 Hasil pengolahan data infiltrasi titik 1

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

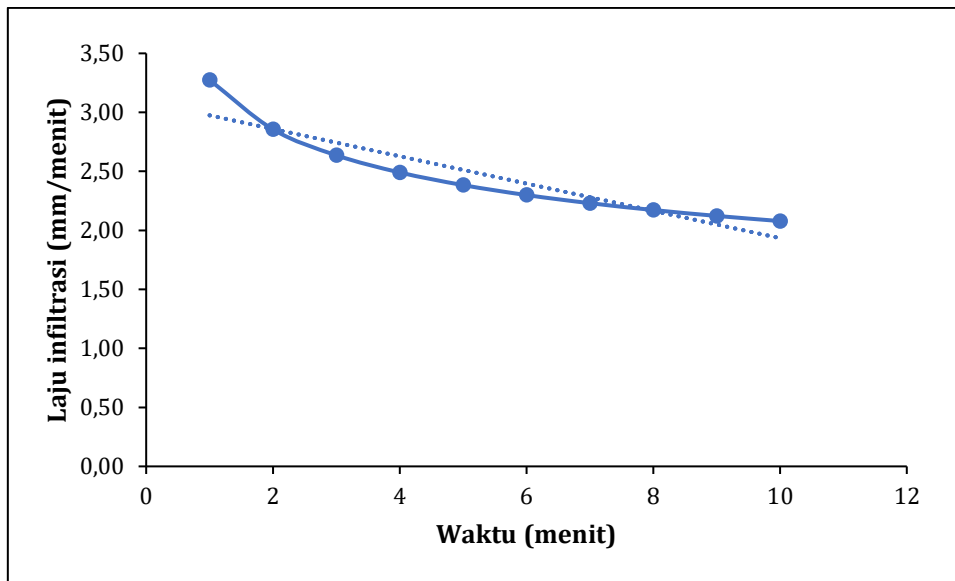
Waktu (menit)	Infiltrasi Akumulatif (mm)	Kapasitas Infiltrasi (mm/menit)	Log t	Log F	Laju Infiltrasi Kostiakov (mm/menit)	Infiltrasi Kumulatif Kostiakov (mm)
1	4,00	4,00	0,00	0,60	3,27	4,08
2	6,00	3,00	0,30	0,78	2,86	2,34
3	10,00	3,33	0,48	1,00	2,64	1,69
4	15,00	3,75	0,60	1,18	2,49	1,34
5	17,00	3,40	0,70	1,23	2,38	1,12
6	19,00	3,17	0,78	1,28	2,30	0,97
7	20,00	2,86	0,85	1,30	2,23	0,86
8	20,00	2,50	0,90	1,30	2,17	0,77
9	22,00	2,44	0,95	1,34	2,12	0,70
10	23,00	2,30	1,00	1,36	2,08	0,64

Tabel 12 Hasil pengolahan data infiltrasi titik 2

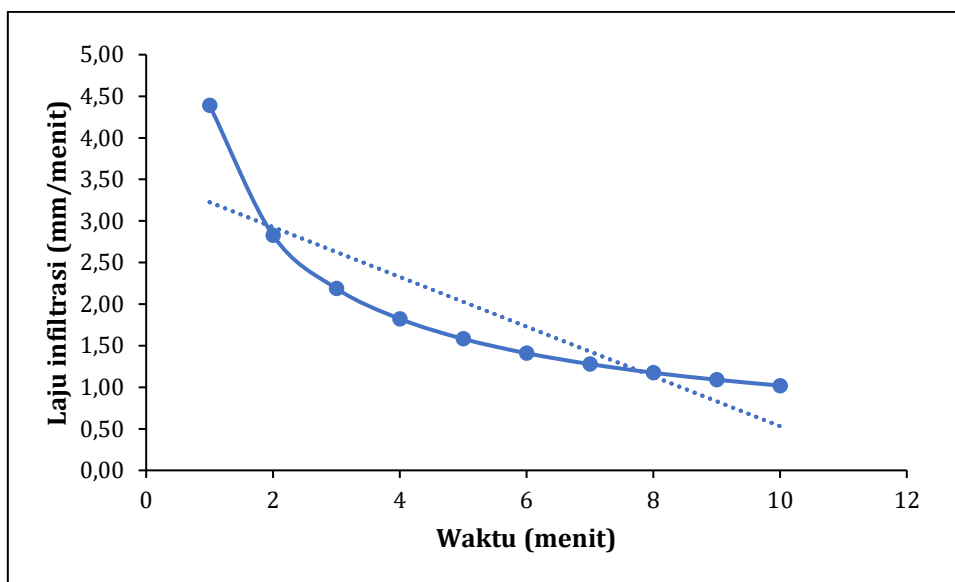
Waktu (menit)	Infiltrasi Akumulatif (mm)	Kapasitas Infiltrasi (mm/menit)	Log t	Log F	Laju Infiltrasi Kostiakov (mm/menit)	Infiltrasi Kumulatif Kostiakov (mm)
1	10,00	10,00	0,00	1,00	4,39	11,99
2	18,00	9,00	0,30	1,26	2,83	9,31
3	20,00	6,67	0,48	1,30	2,19	8,02
4	21,00	5,25	0,60	1,32	1,82	7,22
5	22,00	4,40	0,70	1,34	1,58	6,66
6	23,00	3,83	0,78	1,36	1,41	6,23
7	24,00	3,43	0,85	1,38	1,28	5,88
8	25,00	3,13	0,90	1,40	1,17	5,60
9	26,00	2,89	0,95	1,41	1,09	5,37
10	26,00	2,60	1,00	1,41	1,02	5,16

Perhitungan dengan model kostiakov dilakukan proses Fitting Pendugaan Kostiakov dan Regresi Linear. Grafik regresi linear yaitu antara Log t (waktu) sebagai sumbu x dan Log F (Infiltrasi kumulatif) sebagai sumbu y. Berdasarkan proses tersebut diperoleh persamaan laju infiltrasi dan persamaan laju infiltrasi kumulatif Kostiakov pada hasil pengukuran. Hasil dari pengolahan data infiltrasi tersebut diplotkan pada grafik yang tersaji pada Gambar 29 dan 30. Grafik tersebut menunjukkan pada hubungan antara laju infiltrasi dan waktu. Semakin lama waktu, laju infiltrasi semakin menurun. Laju infiltrasi menunjukkan konstan mulai pada waktu 8 menit yang memiliki nilai 2,17 mm/menit pada titik 1 dan pada waktu 8 menit yang memiliki nilai 1,17 mm/menit pada titik 2.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 29 Grafik laju infiltrasi titik 1



Gambar 30 Grafik laju infiltrasi titik 2

4.4. Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan dilakukan dengan menggunakan data curah hujan selama 10 tahun dari tahun 2015 hingga tahun 2024 yang diperoleh dari stasiun meteorologi terdekat dari Badan Meterologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Citeko dan Stasiun Klimatologi Jawa Barat. Data curah hujan tahunan maksimum tersaji pada Tabel 12. Berdasarkan data tersebut, curah hujan maksimum selama 10 tahun terakhir adalah 406,6 mm yang terjadi pada tahun 2024. Curah hujan rata-rata selama 10 tahun adalah 224,7 mm. Data curah hujan daerah maksimum tahunan digunakan untuk analisis distribusi hujan. Analisis distribusi dilakukan

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

dengan menggunakan analisis distribusi gumbel. Dipilih dengan menggunakan metode ini dikarenakan sudah pernah dilakukan analisis curah di daerah lokasi sekitar kajian menggunakan distribusi Gumbel menjadi pilihan terbaik diantara metode yang lain. Hasil uji Koefisien *Kurtosis* (Ck), Koefisien *Skewness* (Cs), dan Koefisien Variasi (Cv) seperti pada Tabel 14 menunjukkan bahwa metode Gumbel adalah metode yang memenuhi persyaratan. Selain itu, juga dilakukan uji *Smirnov-Kolmogorov* dan *Chi Kuadrat* yang hasilnya memenuhi kriteria.

Tabel 13 Curah hujan tahunan maksimum

Tahun	Curah hujan (mm)
2015	86,6
2016	80,5
2017	90,0
2018	164,1
2019	120,5
2020	355,8
2021	336,4
2022	291,9
2023	314,7
2024	406,6
Rata-rata	224,7

Sumber : Stasiun Meteorologi Citeko dan Klimatologi Jawa Barat, 2024

Tabel 14 Hasil perhitungan koefisien Ck, Cs, dan Cv

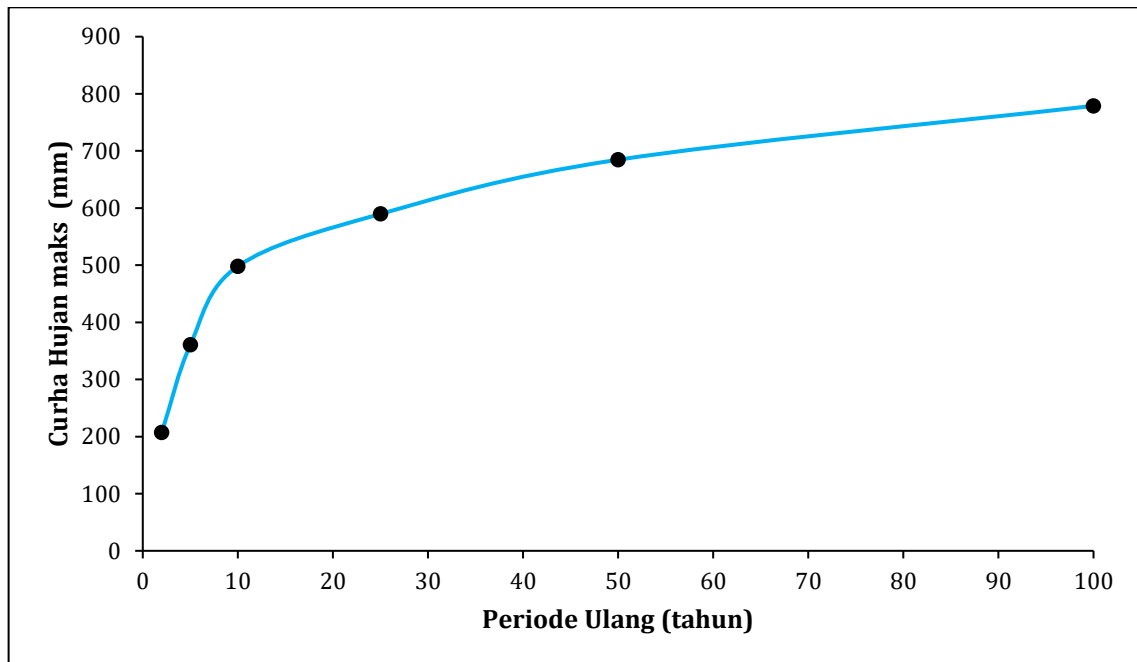
No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Metode Gumbel I	$Ck \leq 5,4$	1,069	memenuhi
		$Cs \leq 1,14$	0,083	memenuhi
2	Metode Log Normal	$Cs = 3Cv + Cv^3 = 1,14$	1,897	tidak memenuhi
		$Ck = 0$	1,069	tidak memenuhi
3	Metode Log Pearson III	$Cs \neq 0$	0,083	memenuhi
		$Ck = 1,5 \quad Cs (\ln x)^2 + 3 = 8,43$	-0,470	tidak memenuhi
4	Metode Normal	$Ck = 3$	1,069	tidak memenuhi
		$Cs = 0$	0,083	tidak memenuhi

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Tabel 15 Hasil analisis distribusi curah hujan Metode Gumbel

PUH (Tahun)	2	5	10	25	50	100
CH Maks (mm)	207,34	360,34	498,08	589,65	684,61	778,87

Sumber : Hasil pengolahan data hujan



Gambar 31 Curah hujan rancangan Metode Gumbel

Analisis distribusi yang dilakukan menggunakan nilai periode 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun seperti tersaji pada Tabel 15 dan Gambar 31. Periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut. Pada periode ulang hujan 50 tahun diketahui curah hujan rancangan sebesar 684,61 mm dan angka ini akan digunakan untuk analisis intensitas hujan untuk mendapatkan jumlah limpasan.

4.4.1. Intensitas Hujan

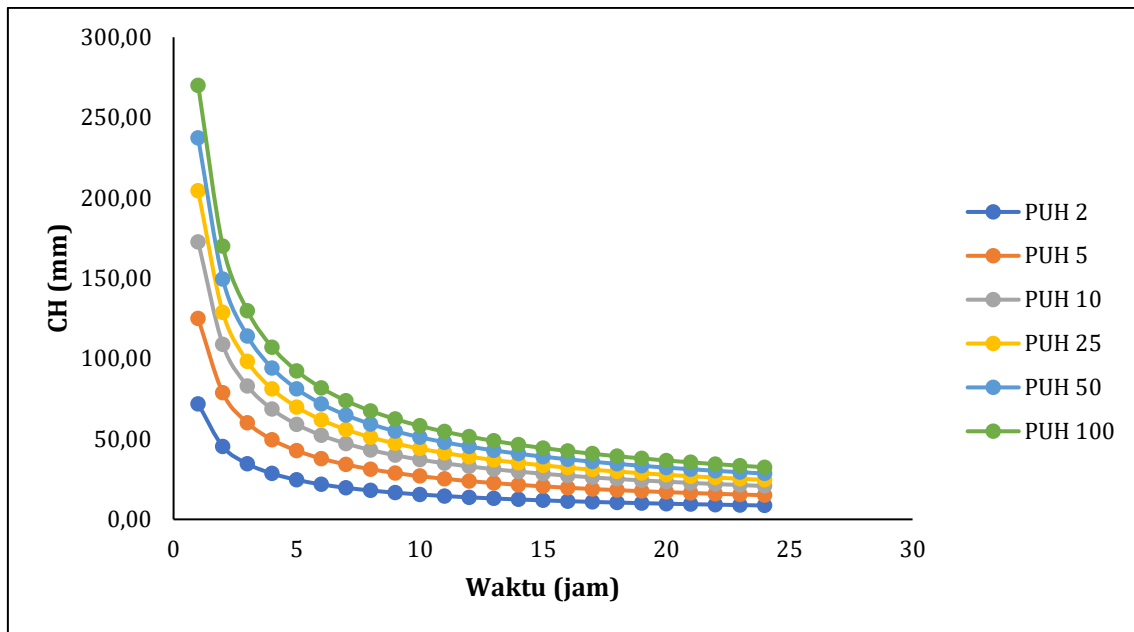
Intensitas hujan dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe. Data curah hujan yang dipakai adalah curah hujan dengan periode ulang 50 tahun yang sudah ditetapkan sebelumnya. Intensitas hujan tiap jam dapat dilihat pada Tabel 16 dan Gambar 32.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Tabel 16 Intensitas hujan

t (jam)	Periode Ulang Hujan (tahun)					
	2	5	10	25	50	100
	207,33	360,34	498,1	589,65	684,61	778,87
1	71,88	124,92	172,68	204,42	237,34	270,02
2	45,28	78,70	108,78	128,78	149,52	170,10
3	34,56	60,06	83,01	98,28	114,10	129,81
4	28,53	49,58	68,53	81,12	94,19	107,16
5	24,58	42,72	59,05	69,91	81,17	92,35
6	21,77	37,83	52,30	61,91	71,88	81,78
7	19,64	34,14	47,19	55,86	64,86	73,79
8	17,97	31,23	43,17	51,11	59,34	67,50
9	16,61	28,87	39,91	47,25	54,85	62,41
10	15,49	26,91	37,20	44,04	51,13	58,17
11	14,53	25,26	34,91	41,33	47,99	54,59
12	13,71	23,83	32,94	39,00	45,28	51,52
13	13,00	22,60	31,23	36,97	42,93	48,84
14	12,37	21,51	29,73	35,19	40,86	46,48
15	11,82	20,54	28,39	33,61	39,02	44,39
16	11,32	19,67	27,19	32,19	37,38	42,53
17	10,87	18,89	26,12	30,92	35,90	40,84
18	10,47	18,19	25,14	29,76	34,56	39,31
19	10,09	17,54	24,25	28,71	33,33	37,92
20	9,76	16,95	23,44	27,74	32,21	36,65
21	9,44	16,41	22,69	26,86	31,18	35,47
22	9,15	15,91	21,99	26,04	30,23	34,39
23	8,89	15,45	21,35	25,28	29,35	33,39
24	8,64	15,01	20,75	24,57	28,53	32,45

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



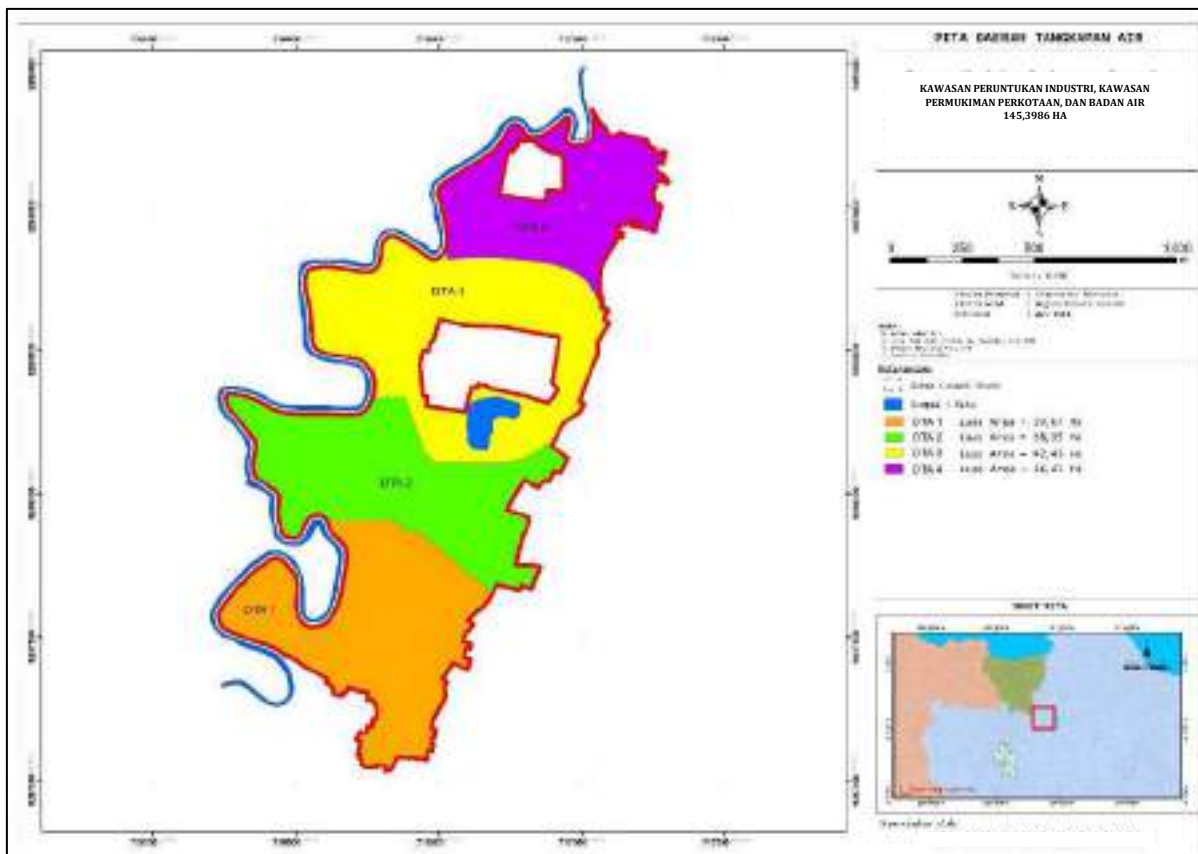
Gambar 32 Grafik intensitas hujan (mm/jam)

Waktu konsentrasi (T_c) merupakan waktu perjalanan air dari tempat yang paling jauh (hulu) sampai pada titik outlet (hilir), Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan rumus Kirpich diperoleh waktu hujan yaitu 1 jam, Intensitas hujan dengan waktu hujan 1 jam dan curah hujan rancangan sebesar 237,34 mm.

4.4.2. Debit dan Volume Limpasan

Besarnya limpasan permukaan dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor cuaca terutama curah hujan dan faktor karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu bentuk dan ukuran DAS, topografi, geologi, dan jenis penggunaan lahan. Air di bumi akan mengalami siklus tersebut secara terus-menerus. Perhitungan limpasan dihitung berdasarkan data curah hujan rencana, intensitas hujan, luas area pembangunan, serta koefisien C yang diperoleh dari tutupan lahan. Luas area yang akan dilakukan pembangunan dibagi menjadi empat DTA (daerah tangkapan air). DTA 1, 2, 3 dan 4 memiliki luas berturut – turut sebesar 39,67 Ha, 38,15 Ha, 42,43 Ha dan 26,41 Ha. Pembagian DTA dapat dilihat pada gambar berikut.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 33 Peta pembagian DTA

Tutupan lahan eksisting berupa tegalan. Dengan pembangunan berupa perumahan maka akan menyebabkan perubahan nilai C. Berdasarkan SNI 03-2415-2016, koefisien limpasan (C) berupa tanah lapang dengan kondisi tanah berat, datar 2% sebesar 0,10 dan setelah dilakukan pembangunan perumahan akan berubah lebih besar koefisien limpasannya. Perhitungan koefisien limpasan kumulatif (Cr) didasarkan pada perbandingan luas lahan. Nilai Cr untuk DTA 1, 2, 3 dan 4 untuk tata guna lahan perumahan seperti pada Tabel 17.

Tabel 17 Hasil perhitungan koefisien limpasan kumulatif (Cr)

Area	Tata guna lahan	Luas		Koefisien Limpasan (C)	Cr
		ha	%		
DTA 1	Kawasan terbangun	22,99	58	0,30	0.17
	RTH (Ruang Terbuka Hijau)	16,68	42	0,10	0.04
	Total	39,67	100		0.22
DTA 2	Kawasan terbangun	17,75	47	0,30	0,14
	RTH (Ruang Terbuka Hijau)	20,40	53	0,10	0,05
	Total	38,15	100		0,19
DTA 3	Kawasan terbangun	20,10	47	0,30	0,14
	RTH (Ruang Terbuka Hijau)	22,33	53	0,10	0,05
	Total	42,43	100		0,19

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

	Kawasan terbangun	16,30	62	0,30	0,19
DTA 4	RTH (Ruang Terbuka Hijau)	10,11	38	0,10	0,04
	Total	26,41	100		0,22

Koefisien C semakin besar maka debit limpasan akan semakin besar juga, Berdasarkan analisis limpasan dengan metode Rasional maka diperoleh debit dan volume limpasan seperti pada Tabel 18. Debit limpasan eksisting untuk DTA 1 sebesar 2,62 m³/det, DTA 2 sebesar 2,52 m³/det, DTA 3 sebesar 2,80 m³/det dan DTA 4 sebesar 1,74 m³/det. Dengan waktu konsentrasi sebesar 1 jam maka Volume limpasan eksisting DTA 1 adalah 9422,89 m³, DTA 2 sebesar 9061,84 m³, DTA 3 sebesar 10078,48 m³ dan DTA 4 sebesar 6273,22 m³.

Tabel 18 Debit dan volume limpasan eksisting

Parameter	Eksisting			
	DTA 1	DTA 2	DTA 3	DTA 4
Luas lahan, A (ha)	39,67	38,15	55,64	29,95
Koef. Limpasan, C	0,10	0,10	0,10	0,10
Intensitas hujan, I (mm/jam)	237,34	237,34	237,34	237,34
Debit Rancangan, Q (m ³ /det)	2,62	2,52	2,80	1,74
Waktu konsentrasi (det)	3600	3600	3600	3600
Volume limpasan (m ³)	9422,89	9061,84	10078,48	6273,22
Koefisien drainase, q (m ³ /det.ha)	0,07	0,07	0,07	0,07

Sumber : Hasil perhitungan, 2025

Tabel 19 Debit dan volume limpasan proyek

Parameter	Proyek			
	DTA 1	DTA 2	DTA 3	DTA 4
Luas lahan, A (ha)	39,67	38,15	42,43	26,41
Koef. Limpasan, C	0,22	0,19	0,19	0,22
Intensitas hujan, I (mm/jam)	237,34	237,34	237,34	237,34
Debit Rancangan, Q (m ³ /det)	5,65	4,86	5,45	3,89
Waktu konsentrasi (det)	3600	3600	3600	3600
Volume limpasan (m ³)	20344,61	17494,22	19627,26	14016,76
Koefisien drainase, q (m ³ /det.ha)	0,14	0,13	0,13	0,15

Sumber : Hasil perhitungan, 2025

Debit dan volume limpasan pada proyek mengalami peningkatan karena kondisi eksisting dan kondisi proyek memiliki kondisi yang berbeda. Debit limpasan proyek untuk DTA 1 sebesar 5,65 m³/det, DTA 2 sebesar 4,86 m³/det, DTA 3 sebesar 5,45 m³/det dan DTA 4 sebesar 3,89 m³/det. Dengan waktu konsentrasi sebesar 1 jam maka Volume limpasan proyek DTA 1 adalah 20344,61 m³, DTA 2 sebesar 17494,22 m³, DTA 3 sebesar 19627,26 m³ dan DTA 4 sebesar 14016,76 m³.

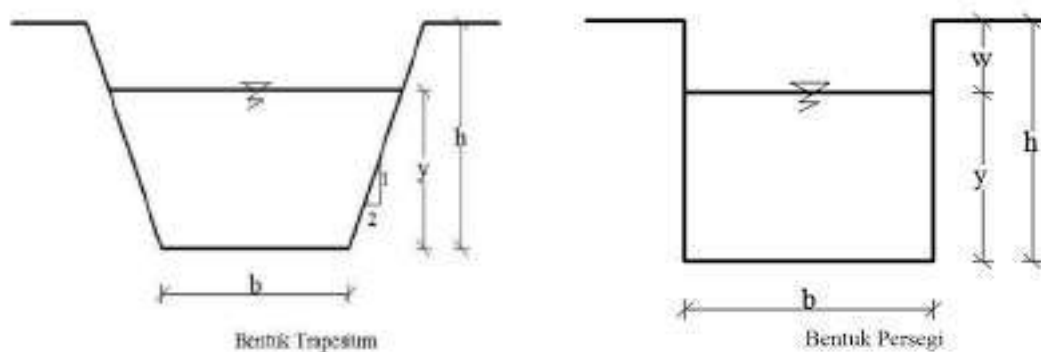
BAB V. ANALISIS HIDROLIKA

5.1. Drainase dan Bangunan Konservasi

Terjadinya perubahan tata guna lahan akan meningkatkan laju limpasan, Pada rancangan perencanaan pembangunan kawasan perumahan diperlukan drainase untuk kenyamanan, kebersihan dan kesehatan lingkungan. Drainase dapat diartikan sebagai serangkaian bangunan air yang memiliki fungsi untuk mengurangi atau membuang air yang berlebih ke badan air dalam suatu kawasan, Selain itu untuk menerapkan konsep *zero runoff* diperlukan bangunan konservasi berupa kolam retensi.

5.1.1. Saluran Drainase

Drainase termasuk komponen yang penting dalam infrastruktur kota dan desa untuk menanggulangi limpasan dan genangan air yang berlebih, Sistem drainase menjadi salah satu langkah untuk menyurutkan air akibat hujan maksimum yang terjadi pada suatu kawasan, Alih fungsi lahan dapat menimbulkan kelebihan air, hal ini akan berdampak pada berkurangnya daerah resapan dan meningkatnya limpasan, Jika penutupan lahan tidak diimbangi dengan bangunan pengendali limpasan maka akan menimbulkan genangan dalam waktu lama dan jumlah yang semakin banyak, Sistem drainase merupakan rangkaian yang membentuk upaya pengaliran air, baik permukaan (*limpasan/run off*), maupun air tanah (*underground water*) dari suatu kawasan, Saluran drainase yang digunakan yaitu saluran drainase tertutup untuk saluran drainase lingkungan yang mengalirkan air limbah domestik dan saluran drainase terbuka untuk drainase utama yang mengalirkan air limpasan, Kedua saluran tersebut berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air limpasan, baik saluran tertutup maupun terbuka umumnya mempunyai bentuk penampang persegi atau trapesium, Kontruksi saluran umumnya berupa beton atau pasangan batu kali, Adapun bentuk saluran dapat berbentuk persegi dan trapesium, seperti tersaji pada gambar berikut.



Gambar 34 Contoh bentuk penampang saluran drainase

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Dimensi drainase dihitung dan diperoleh seperti tersaji pada Tabel 20. Penampang saluran drainase direncanakan menggunakan *reinforced concrete pipe* (RCP) berbentuk lingkaran yang tertanam di dalam tanah. Pemilihan saluran jenis ini karena dapat menghemat lahan dan mudah pada pekerjaan konstruksi. Dimensi drainase ditentukan berdasarkan faktor keamanan dan ergonomi, Drainase terbagi menjadi drainase primer dan drainase sekunder. Drainase primer berfungsi menampung aliran air dari drainase sekunder, sementara drainase sekunder berfungsi menampung atau mengalirkan air dari rumah tinggal menuju saluran drainase primer. Panjang saluran drainase diperoleh dari *siteplan* proyek dan dapat disesuaikan kembali berdasarkan pengembangan *siteplan* kedepannya dengan tetap mempertimbangkan debit limpasan yang dapat ditampung. DTA 1, 2, 3 dan 4 direncanakan memiliki dimensi saluran drainase yang seragam. Dimensi saluran drainase direncanakan menggunakan RCP dengan diameter sebesar 1,8 meter. Saluran drainase pada lokasi kajian berfungsi untuk menerima dan menyalurkan air limpasan dari saluran perumahan menuju ke kolam retensi. Volume tampungan drainase pada DTA 1 sebesar 6284,74 m³, DTA 2 sebesar 8782,36 m³, DTA 3 sebesar 12465,20 m³ dan DTA 4 sebesar 2268,71 m³. Gambar teknik penampang drainase tersaji pada Gambar 35.

Tabel 20 Perhitungan penampang saluran drainase

Area	Dimensi	Keterangan	Primer	Satuan
DTA 1	Luas Lahan	A	39,67	ha
	Debit Limpasan	Q	5,65	m ³ /detik
	Lebar Saluran	b	1,80	m
	Tinggi Saluran	h	1,80	m
	Panjang Saluran	L	2471,00	m
	Waktu Konsentrasi	tc	3600,00	det
	<i>Freeboard</i>	f	0,12	m
	Kemiringan	s	0,02	
	Volume Limpasan	Vl	20344,61	m ³
	Volume Tampungan Drainase	Vt	6284,74	m ³
	Volume Kolam Retensi	Vd	7973,00	m ³
	Volume Sisa	Vs	6086,87	m ³
DTA 2	Luas Lahan	A	38,15	ha
	Debit Limpasan	Q	4,86	m ³ /detik
	Lebar Saluran	b	1,80	m
	Tinggi Saluran	h	1,80	m
	Panjang Saluran	L	3453,00	m
	Waktu Konsentrasi	tc	3600,00	det
	<i>Freeboard</i>	f	0,12	m

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Area	Dimensi	Keterangan	Primer	Satuan
	Kemiringan	s	0,02	
	Volume Limpasan	Vl	17494,22	m ³
	Volume Tampungan Drainase	Vt	8782,36	m ³
	Volume Kolam Retensi	Vd	16933,00	m ³
	Volume Sisa	Vs	-8221,14	m ³
DTA 3	Luas Lahan	A	42,43	ha
	Debit Limpasan	Q	5,45	m ³ /detik
	Lebar Saluran	b	1,80	m
	Tinggi Saluran	h	1,80	m
	Panjang Saluran	L	4901,00	m
	Waktu Konsentrasi	tc	3600,00	det
	<i>Freeboard</i>	f	0,12	m
	Kemiringan	s	0,02	
	Volume Limpasan	Vl	19627,26	m ³
	Volume Tampungan Drainase	Vt	12465,20	m ³
	Volume Kolam Retensi	Vd	14122,50	m ³
	Volume Sisa	Vs	-6960,44	m ³
DTA 4	Luas Lahan	A	26,41	ha
	Debit Limpasan	Q	3,89	m ³ /detik
	Lebar Saluran	b	1,80	m
	Tinggi Saluran	h	1,80	m
	Panjang Saluran	L	892,00	m
	Waktu Konsentrasi	tc	3600,00	det
	<i>Freeboard</i>	f	0,12	m
	Kemiringan	s	0,02	
	Volume Limpasan	Vl	14016,76	m ³
	Volume Tampungan Drainase	Vt	2268,71	m ³
	Volume Kolam Retensi	Vd	18277,00	m ³
	Volume Sisa	Vs	-6528,96	m ³

[illegible]

Technical drawing of a square pile cap foundation. The cap is 600mm wide and 200mm high. It features a central square hole with a side length of 1.0m. Reinforcement includes top and bottom longitudinal bars (D13-150) and vertical stirrups (D10-150). The cap is supported by a 150mm wide pile, which is embedded in a 200mm deep sand layer. The entire assembly is surrounded by lean concrete. Dimensions for the cap, hole, and reinforcement are clearly marked.

63

5.1.2. Kolam Retensi

Kolam retensi adalah suatu kolam atau bak yang yang dibuat untuk menampung air limpasan dari air hujan secara langsung untuk kemudian diresapkan kedalam tanah, Kolam retensi terbagi menjadi 2 macam tergantung pelapis dinding dan dasar kolam yaitu alami dan buatan. Kolam alami berbentuk cekungan air baik terbentuk secara alami maupun penyesuaian dan biasanya tidak ada pelapis pada dinding maupun dasar kolamnya. Sedangkan kolam buatan merupakan kolam retensi yang sengaja dibuat dan didesain dengan bentuk dan kapasitas tertentu pada lokasi yang sudah ditentukan. Biasanya dinding terbuat dari beton atau geomembrane. Kolam retensi dibuat untuk menampung volume limpasan sisa yang tidak dapat tertampung pada saluran drainase. Pada kondisi eksisting belum terdapat kolam retensi. Perencanaan desain kolam retensi direncanakan berdasarkan pengolahan data jumlah air limpasan yang tidak dapat tertampung pada saluran drainase dan dapat disesuaikan dengan *masterplan* yang telah disahkan.

Berdasarkan desain perhitungan dari *masterplan* kegiatan pembangunan perumahan pada lokasi kajian akan dibangun sejumlah 4 kolam retensi. Kolam retensi ini berada pada masing – masing DTA. Direncanakan kolam retensi pada DTA 1 memiliki luas sebesar 2278 m², pada DTA 2 sebesar 4838 m², pada DTA 3 sebesar 4035 m² dan pada DTA 4 sebesar 5222 m². Desain kolam retensi direncanakan memiliki kedalaman sebesar 3,5 meter. Sehingga total volume tampungan masing – masing kolam retensi berturut – turut sebesar 7973 m³, 16933 m³, 14122,5 m³ dan 18277 m³.

Pembuatan kedalaman kolam retensi disarankan tidak lebih dari 3,5 meter karena selain faktor keamanan juga menghindari pada zona *water table* air tanah dangkal. Kolam retensi disarankan memiliki *bar screen* yang berfungsi untuk menahan dan menyaring benda-benda keras dan besar seperti ranting kayu, batu dan lainnya. Bagian lain dari kolam retensi adalah pintu air pada *inlet* dan *outlet* yang berfungsi untuk membuka dan menutup aliran. Hasil perhitungan volume tampungan kolam retensi tersaji pada tabel berikut.

Tabel 21 Perhitungan volume tampungan kolam retensi

Area	Dimensi	Keterangan	Nilai	Satuan
DTA 1	Luas	A	2278,0	m ²
	Kedalaman	h	3,5	m
	Volume tampungan	Vt	7973,0	m ³
DTA 2	Luas	A	4838,0	m ²
	Kedalaman	h	3,5	m
	Volume tampungan	Vt	16933,0	m ³
DTA 3	Luas	A	4035,0	m ²

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Area	Dimensi	Keterangan	Nilai	Satuan
DTA 4	Kedalaman	h	3,5	m
	Volume tampungan	Vt	14122,5	m ³
	Luas	A	5222	m ²
	Kedalaman	h	3,5	m
	Volume tampungan	Vt	18277	m ³



Gambar 37 Skema gambaran kolam retensi

5.2. Skema Pengaliran Drainase

Terjadinya perubahan tataguna lahan akan meningkatkan laju limpasan, Pada rancangan perencanaan pembangunan kawasan perumahan diperlukan drainase untuk mencegah *runoff*. Drainase dapat diartikan sebagai serangkaian bangunan air yang memiliki fungsi untuk mengurangi atau membuang air yang berlebih ke badan air dalam suatu kawasan. Selain itu untuk menerapkan konsep *zero runoff* diperlukan bangunan konservasi berupa kolam retensi.

Volume limpasan pada DTA 1 berdasarkan perhitungan, didapatkan volume sebesar 20344,61 m³, DTA 2 sebesar 17494,22 m³, DTA 3 sebesar 19627,26 m³ dan DTA 4 sebesar 14016,76 m³. Volume yang dapat ditampung oleh drainase pada DTA 1 sebesar 6284,74 m³, DTA 2 sebesar 8782,36 m³, DTA 3 sebesar 12465,20 m³ dan DTA 4 sebesar 2268,71 m³. Berdasarkan kondisi tersebut pada masing – masing DTA masih memiliki volume sisa limpasan yang belum tertampung. Besarnya volume sisa limpasan ini dapat mengakibatkan banjir apabila tidak dikelola dan dialirkan dengan tepat. Pada daerah kajian akan dibagi menjadi 4 Daerah Tangkapan Air (DTA). Masing-masing DTA akan direncanakan memiliki skema

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

pengaliran limpasan dari drainase menuju ke kolam retensi yang memiliki kapasitas sebesar 7973 m³ pada DTA 1, sebesar 16933 m³ pada DTA 2, sebesar 14122,5 m³ pada DTA 3 dan sebesar 18277 m³ pada DTA 4. Perhitungan sisa volume limpasan pada masing – masing DTA tersaji pada tabel berikut.

Tabel 22 Perhitungan sisa volume limpasan

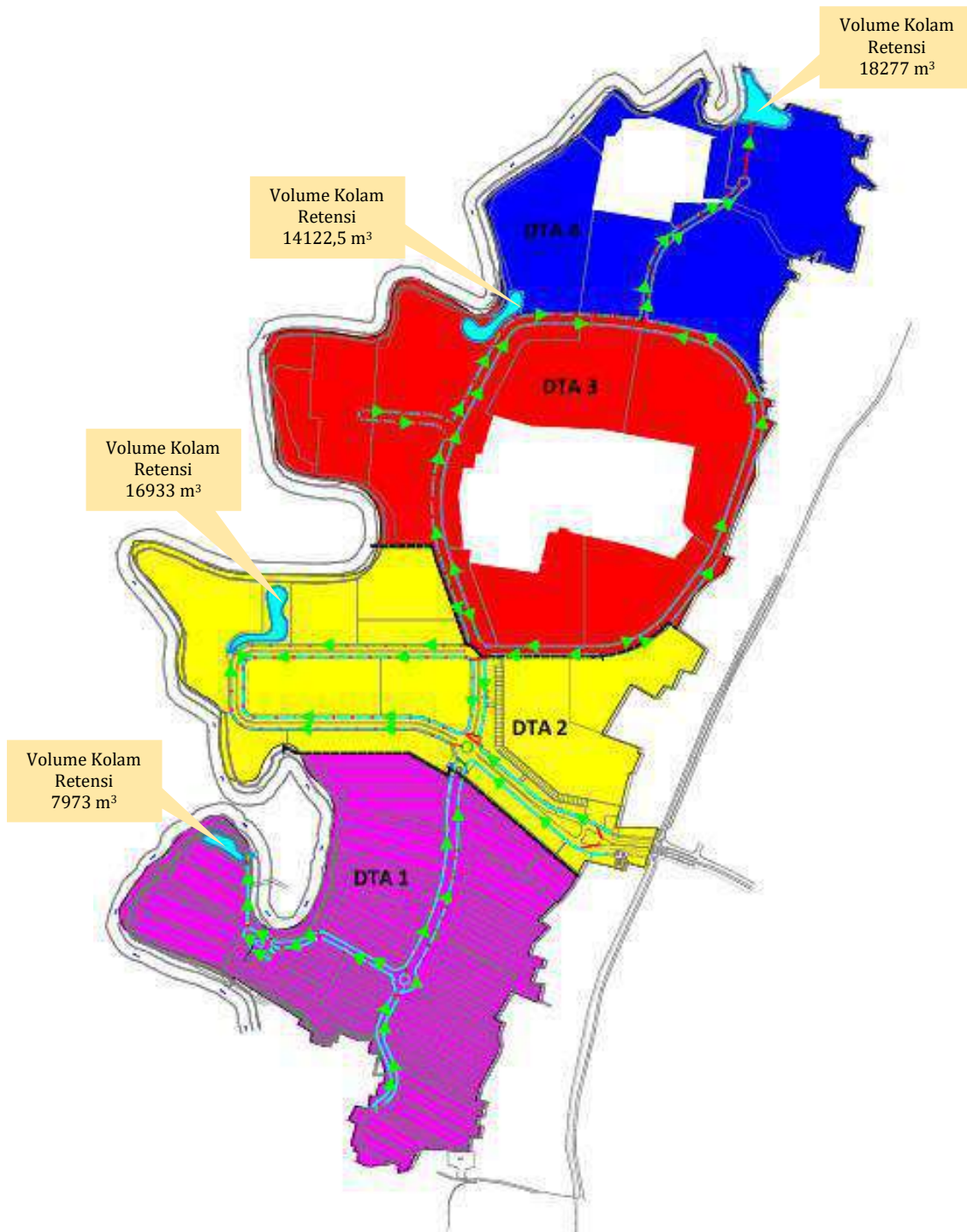
Area	Dimensi	Keterangan	Primer	Satuan
DTA 1	Volume Limpasan	VI	20344,61	m ³
	Volume Tampungan Drainase	Vt	6284,74	m ³
	Volume Kolam Retensi	Vd	7973,00	m ³
	Volume Sisa	Vs	6086,87	m³
DTA 2	Volume Limpasan	VI	17494,22	m ³
	Volume Tampungan Drainase	Vt	8782,36	m ³
	Volume Kolam Retensi	Vd	16933,00	m ³
	Volume Sisa	Vs	-8221,14	m ³
DTA 3	Volume Limpasan	VI	19627,26	m ³
	Volume Tampungan Drainase	Vt	12465,20	m ³
	Volume Kolam Retensi	Vd	14122,50	m ³
	Volume Sisa	Vs	-6960,44	m ³
DTA 4	Volume Limpasan	VI	14016,76	m ³
	Volume Tampungan Drainase	Vt	2268,71	m ³
	Volume Kolam Retensi	Vd	18277,00	m ³
	Volume Sisa	Vs	-6528,96	m ³

Berdasarkan perhitungan sisa volume limpasan pada masing – masing DTA, dapat diketahui bahwa pada DTA 1 masih memiliki sisa volume limpasan yang cukup besar. Rekomendasi yang dapat dilakukan antara lain:

- 1) Memperbesar luasan kolam retensi menjadi minimal sebesar 4100 m² dengan kedalaman sebesar 3,5 meter;
- 2) Menambah 1 kolam retensi baru pada DTA 1 dengan luas minimal sebesar 1740 m² dengan kedalaman sebesar 3,5 meter; atau
- 3) Membangun kolam retensi pada DTA 2 secara bersamaan dengan dibangunnya kolam retensi pada DTA 1.

Sehingga setelah diterapkan pembangunan kolam retensi pada masing – masing DTA tidak akan menimbulkan volume sisa limpasan dan sesuai dengan prinsip *zero runoff*. Skema pengaliran drainase pada masing – masing DTA tersaji pada gambar berikut.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



Gambar 38 Skema pengaliran drainase

BAB VI. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1. Kesimpulan

Dari hasil kajian pembangunan perumahan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Peta RTRW Kabupaten Bogor dan Peta Pola Ruang Kabupaten Bogor Tahun 2024 – 2044 lokasi kegiatan pembangunan perumahan merupakan wilayah yang peruntukannya sebagai Permukiman Perkotaan.
2. Wilayah pengembangan merupakan daerah yang relatif datar dan bergelombang dengan beberapa kelas kemiringan lahan yaitu didominasi dengan slope 0 – 2,57 %.
3. Wilayah kajian memiliki elevasi tertinggi sebesar +140 meter sementara elevasi terendah +34 meter.
4. Pada kondisi eksisting, lokasi kajian dilewati oleh Sungai Cikeas dan memiliki lebar Garis Sempadan Sungai (GSS) sebesar 15 meter.
5. Berdasarkan peta *overlay* dengan RTRW Kabupaten Bogor, ditemukan satu badan air berupa Situ yang termasuk dalam area pengembangan perumahan yang terletak pada koordinat 6° 20' 40,88" LS dan 106° 57' 31,95" BT dengan luas sebesar 1,996 Ha.
6. Lebar Sungai Cikeas pada lokasi kajian relatif seragam yaitu berkisar antara 8 – 15 meter dengan kedalaman muka air normal berkisar antara 1,5 – 2,2 meter.
7. Ketinggian muka air normal (MAN) Sungai Cikeas berkisar antara 1,5 – 2,2 meter dan pemodelan kenaikan muka air banjir (MAB) pada lokasi kajian disajikan pada tabel berikut:

Komponen	Lebar Sungai	MAN		MAB	
	(m)	(m)	(mdpl)	(m)	(mdpl)
Hulu	8,56	2,13	110,32	11,27	119,46
Tengah	8,83	1,97	109,62	10,97	119,62
Hilir	8,31	1,54	108,82	10,54	118,82

8. Wilayah kajian merupakan wilayah yang belum terbangun berupa lahan terbuka dengan vegetasi berupa tegalan rumput ilalang dan sedang dilakukan proses pematangan lahan (*land preparation*) serta terdapat Sungai Cikeas yang berjarak 15 m dari wilayah kajian.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

9. Kondisi ketersediaan air tanah dangkal/bebas (*unconfined*) umumnya didapatkan pada kedalaman berkisar 15 – 20 m dibawah muka tanah setempat.
10. Analisis curah hujan rencana menggunakan distribusi Gumbel didapat nilai curah hujan rencana yaitu $R_2 = 207,34$ mm, $R_5 = 360,34$ mm, $R_{10} = 498,08$ mm, $R_{25} = 589,65$ mm, $R_{50} = 684,61$ mm dan $R_{100} = 778,87$ mm.
11. Berdasarkan perhitungan dengan rumus Kirpich waktu konsentrasi (t_c) yaitu 1 jam, Intensitas hujan dengan periode ulang hujan 50 tahun didapat 237,34 mm/jam.
12. Lokasi kajian dibagi menjadi 4 DTA. Luas DTA 1 sebesar 39,67 Ha, DTA 2 sebesar 38,15 Ha, DTA 3 sebesar 42,43 Ha dan DTA 4 sebesar 26,41 Ha.
13. Pada kondisi existing debit limpasan eksisting pada DTA 1 sebesar 2,62 m³/det, DTA 2 sebesar 2,52 m³/det, DTA 3 sebesar 2,80 m³/det dan DTA 4 sebesar 1,74 m³/det.
14. Pada kondisi dilakukan proyek, debit limpasan pada DTA 1 sebesar 5,65 m³/det, DTA 2 sebesar 4,86 m³/det, DTA 3 sebesar 5,45 m³/det dan DTA 4 sebesar 3,89 m³/det.
15. Skema untuk menerapkan konsep *zero run off* adalah sebagai berikut:

No.	Skema	Volume Limpasan (m ³)	Volume Tampungan (m ³)	Volume Sisa (m ³)	Keterangan
DTA 1					
1	Tanpa Drainase	20344,61	0,00	20344,61	Terjadi Genangan
2	Dengan Drainase	20344,61	6284,74	14059,87	Terjadi Genangan
3	Dengan Drainase + 1 Kolam Retensi pada DTA 1	14059,87	6086,87	6086,87	Terjadi Genangan
4	Dengan Drainase + 2 Kolam Retensi pada DTA 1	6086,87	6090,00	0,00	Tidak Ada Genangan (Opsi 1)
5	Dengan Drainase + 1 Kolam Retensi pada DTA 1 + 1 Kolam Retensi pada DTA 2	6086,87	16933,00	-10846,13	Tidak Ada Genangan (Opsi 2)
DTA 2					
1	Tanpa Drainase	17494,22	0,00	17494,22	Terjadi Genangan
2	Dengan Drainase	17494,22	8782,36	8711,86	Terjadi Genangan

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

3	Dengan Drainase + 1 Kolam Retensi	8711,86	16933,00	-8221,14	Tidak ada genangan
DTA 3					
1	Tanpa Drainase	19627,26	0,00	19627,26	Terjadi Genangan
2	Dengan Drainase	19627,26	12465,20	7162,06	Terjadi Genangan
3	Dengan Drainase + 1 Kolam Retensi	7162,06	14122,50	-6960,44	Tidak ada genangan
DTA 4					
1	Tanpa Drainase	14016,76	0,00	14016,76	Terjadi Genangan
2	Dengan Drainase	14016,76	2268,71	11748,04	Terjadi Genangan
3	Dengan Drainase + 1 Kolam Retensi	11748,04	18277,00	-6528,96	Tidak ada genangan

16. Prakiraan volume limpasan pada area pengembangan dibagi menjadi empat Daerah Tangkapan Air. Prediksi volume limpasan ditunjukkan pada tabel berikut:

Area	PUH (tahun)	A (Ha)	R24 (mm)	C	tc (jam)	I (mm/jam)	Qt (m ³ /detik)	V Limpasan (m ³)
DTA 1	10	39,67	498,08	0,22	1	172,68	4,11	14801,54
	25	39,67	589,65	0,22	1	204,42	4,87	17522,73
	50	39,67	684,61	0,22	1	237,34	5,65	20344,61
DTA 2	10	38,15	498,08	0,19	1	172,68	3,54	12727,77
	25	38,15	589,65	0,19	1	204,42	4,19	15067,70
	50	38,15	684,61	0,19	1	237,34	4,86	17494,22
DTA 3	10	55,64	498,08	0,19	1	172,68	3,97	14279,64
	25	55,64	589,65	0,19	1	204,42	4,70	16904,88
	50	55,64	684,61	0,19	1	237,34	5,45	19627,26
DTA 4	10	29,95	498,08	0,22	1	172,68	2,83	10197,77
	25	29,95	589,65	0,22	1	204,42	3,35	12072,57
	50	29,95	684,61	0,22	1	237,34	3,89	14016,76

17. Nilai koefisien limpasan rata-rata (C) untuk DTA 1 sebesar 0,22, DTA 2 sebesar 0,19, DTA 3 sebesar 0,19 dan DTA 4 sebesar 0,22. Semakin besar nilai koefisien limpasan rata-rata, maka peluang terjadinya limpasan akan semakin besar.

18. Rencana desain saluran drainase pada lokasi kajian ditunjukkan pada tabel berikut:

Area	Dimensi	Keterangan	Primer	Satuan
DTA 1	Luas lahan	A	39,67	ha

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

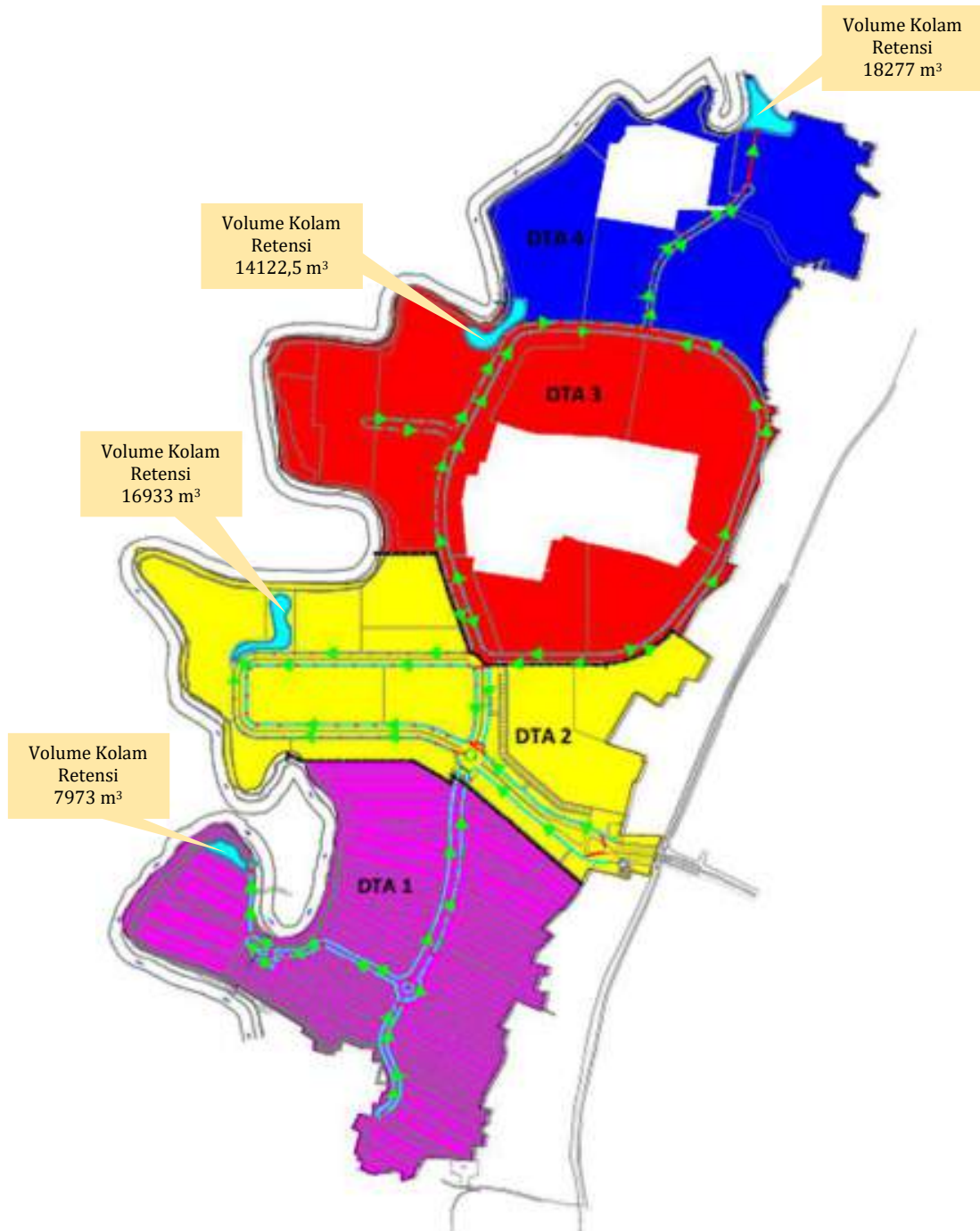
	Debit limpasan	Q	5,65	m ³ /det
	Lebar saluran	b	1,80	m
	Tinggi saluran	h	1,80	m
	Panjang saluran	L	2471,00	m
DTA 2	Luas lahan	A	38,15	ha
	Debit limpasan	Q	4,86	m ³ /det
	Lebar saluran	b	1,80	m
	Tinggi saluran	h	1,80	m
	Panjang saluran	L	3453,00	m
DTA 3	Luas lahan	A	42,43	ha
	Debit limpasan	Q	5,45	m ³ /det
	Lebar saluran	b	1,80	m
	Tinggi saluran	h	1,80	m
	Panjang saluran	L	4901,00	m
DTA 4	Luas lahan	A	26,41	ha
	Debit limpasan	Q	3,89	m ³ /det
	Lebar saluran	b	1,80	m
	Tinggi saluran	h	1,80	m
	Panjang saluran	L	892,00	m

19. Lokasi kajian direncanakan memiliki 4 kolam retensi yang tersebar pada masing-masing DTA. Perencanaan kolam retensi tetap memperhatikan besar debit limpasan rencana.
20. Rencana desain kolam retensi pada lokasi kajian ditunjukkan pada tabel berikut:

Area	Dimensi	Keterangan	Nilai	Satuan
DTA 1	Luas	A	2278,0	m ²
	Kedalaman	h	3,5	m
	Volume tampungan	Vt	7973,0	m ³
DTA 2	Luas	A	4838,0	m ²
	Kedalaman	h	3,5	m
	Volume tampungan	Vt	16933,0	m ³
DTA 3	Luas	A	4035,0	m ²
	Kedalaman	h	3,5	m
	Volume tampungan	Vt	14122,5	m ³
DTA 4	Luas	A	5222	m ²
	Kedalaman	h	3,5	m
	Volume tampungan	Vt	18277	m ³

21. Skema pengaliran air limpasan menuju kolam retensi tersaji pada gambar berikut :

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



6.2. Rekomendasi

Dari hasil kajian pembangunan perumahan maka dapat direkomendasikan sebagai berikut:

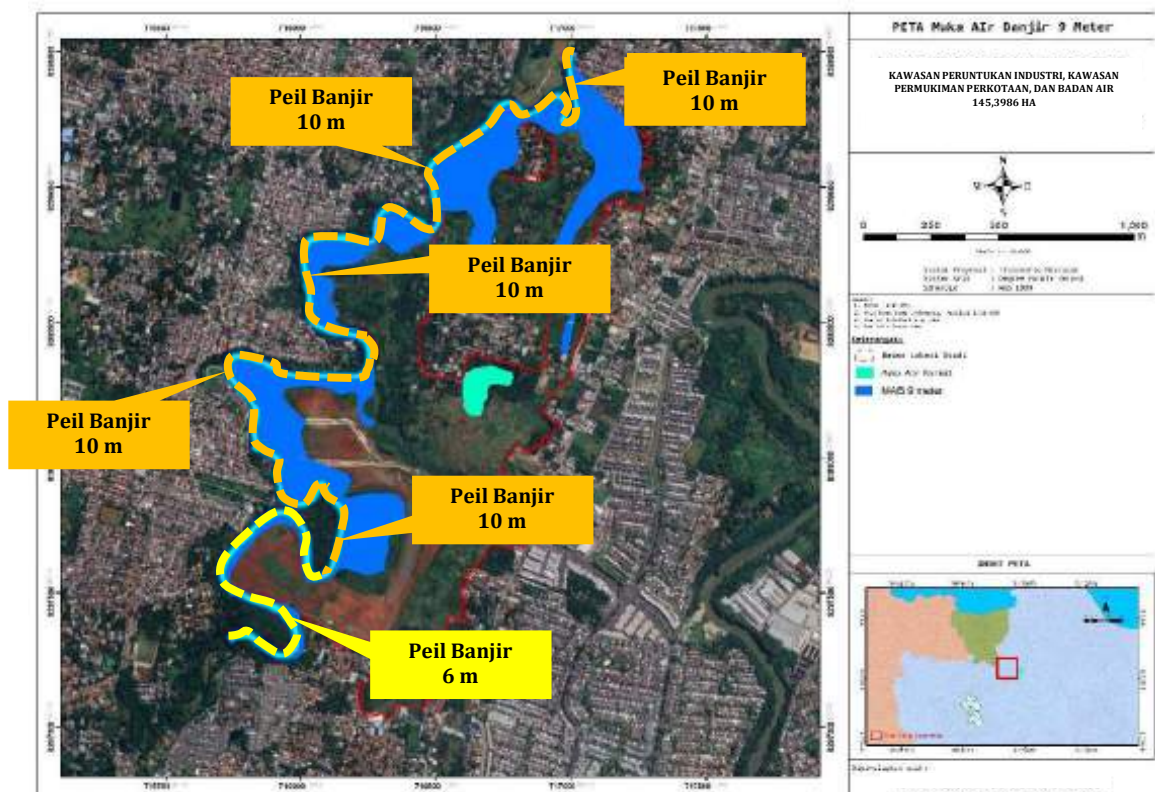
1. Pembangunan perumahan tetap memperhatikan KDB maksimal sebesar 60% dengan memperhitungkan faktor lahan terbuka yang berguna sebagai daerah *catchment area* dan tata guna lahan sesuai dengan Peta RTRW Kabupaten Bogor terbaru.
2. Pemanfaatan kolam retensi dioptimalkan untuk menampung air hujan dan limpasan, sehingga air hujan tidak langsung dialirkan menuju Sungai Cikeas.
3. Pembangunan kolam retensi mengikuti *masterplan* yang sudah disahkan dan tidak mengubah volume tampungan atau dengan pendekatan lain dengan jumlah volume sama.
4. Pembangunan sebaiknya dilakukan secara bertahap dari Selatan menuju Utara lokasi kajian untuk mengurangi dampak yang signifikan pada jumlah air limpasan.
5. Melakukan pembangunan saluran drainase baru (line sementara menuju kolam retensi) saat proses konstruksi agar tidak membebani kapasitas tampungan Sungai Cikeas.
6. Pada proses persiapan konstruksi pada umumnya akan melakukan pembersihan lahan (*land clearing*) yang akan menimbulkan limpasan. Oleh karena itu perlu dibuat kolam retensi sementara mulai dari awal proses konstruksi sesuai *masterplan* pada masing-masing DTA dengan volume sebesar 7973 m³ pada DTA 1, sebesar 16933 m³ pada DTA 2, sebesar 14122,5 m³ pada DTA 3 dan sebesar 18277 m³ pada DTA 4.
7. Untuk mengakomodasi bentuk konservasi air pada proses *land clearing* sebaiknya dibangun *sedimen trap* pada beberapa kontur yang curam sehingga mengurangi dampak sedimentasi pada kolam retensi dan Sungai Cikeas.
8. Dikarenakan volume kolam retensi pada DTA 1 yang tidak mencukupi apabila mengikuti desain luasan sesuai dengan *masterplan*, maka rekomendasi yang dapat dilakukan antara lain:
 - a) Memperbesar luasan kolam retensi menjadi minimal sebesar 4100 m² dengan kedalaman sebesar 3,5 meter;
 - b) Menambah 1 kolam retensi baru pada DTA 1 dengan luas minimal sebesar 1740 m² dengan kedalaman sebesar 3,5 meter; atau
 - c) Membangun kolam retensi pada DTA 2 secara bersamaan dengan dibangunnya kolam retensi pada DTA 1.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

9. Membuat mekanisme pengaliran drainase yang saling terintegrasi antar DTA dan kolam retensi sesuai dengan perencanaan yang akan dibangun pada areal perumahan untuk mengurangi dampak air melimpas langsung ke sarana atau menyebabkan terjadinya genangan.
10. Meminimalkan aliran limpasan yang dialirkan pada Sungai Cikeas sehingga tidak menambah beban air limpasan.
11. Pembuatan kedalaman kolam retensi disarankan tidak lebih dari 3,5 meter karena selain faktor keamanan juga menghindari pada zona *water table* air tanah dangkal.
12. Kolam retensi disarankan memiliki *bar screen* yang berfungsi untuk menahan dan menyaring benda-benda keras dan besar seperti ranting kayu, batu dan lainnya dan *sedimen trap* untuk mengurangi dampak sedimentasi pada kolam retensi dan Sungai Cikeas.
13. Penempatan kolam retensi pada Ruang Terbuka Hijau atau sarana lainnya dengan tetap mempertimbangkan kontur.
14. Pembuangan air hujan sebaiknya tidak langsung keluar menuju badan Sungai Cikeas melalui saluran pembawa untuk mengantisipasi adanya perubahan debit air sungai dan peningkatan sedimen yang terbawa dari area perumahan.
15. Pembuangan air hujan sebaiknya melalui peresapan pada RTH dan mengalir melalui saluran drainase menuju ke kolam retensi.
16. Perlu ditambahkan *screening* pada saluran masuk drainase untuk mencegah terjadinya sumbatan akibat sedimentasi maupun sampah yang masuk saluran.
17. Penataan drainase dipemukiman sekitar lokasi kajian dengan saluran kedap air atau dengan penahan tanah untuk menghindari resapan air tanah yang dapat memicu terjadinya gerakan tanah.
18. Pada area tikungan aliran sebaiknya memanfaatkan bronjong yang berfungsi meredam daya rusak air pada saat debit dan kecepatan air tinggi terutama pada area-area saluran yang berpotensi masuk ke kolam retensi.
19. Pola aliran drainase dapat disesuaikan berdasarkan *masterplan* yang nantinya disahkan dengan mempertimbangkan volume limpasan yang telah dihitung.
20. Saluran drainase primer atau induk perlu dibuat menggunakan *Reinforced Concrete Pipe (RCP)* dengan bentuk penampang lingkaran dengan diameter minimal sebesar 1,8 meter.

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

21. Perlu diperhatikan pada pembangunan yang berada pada lahan yang mempunyai kemiringan cukup besar dengan membuat bangunan penahan longsor/dinding penahan tanah terutama pada area yang dekat dengan Sungai Cikeas.
22. Tidak merubah dimensi dari Sungai Cikeas maupun anak sungai yang menuju Sungai Cikeas serta dilakukan normalisasi sepanjang aliran sungai yang melintasi wilayah kajian.
23. Peil banjir dibuat dengan ketinggian minimal 6 – 10 meter untuk mencegah luapan dari Sungai Cikeas seperti tersaji pada gambar berikut:



DAFTAR PUSTAKA

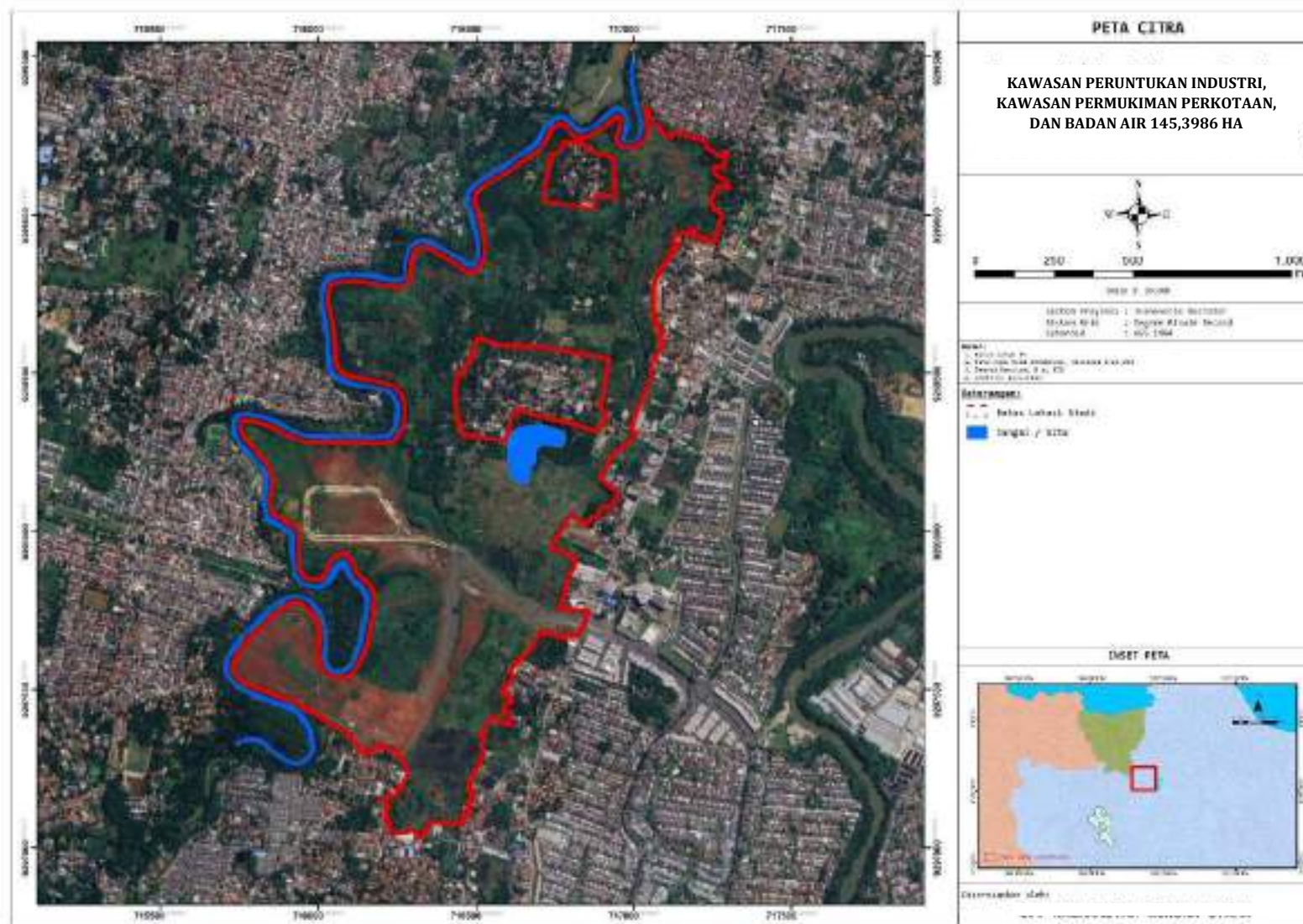
- [BSN], Badan Standarisasi Nasional, 1994, SNI 03 3424 1994 *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*, Jakarta: BSN
- [BSN], Badan Standarisasi Nasional, 2016, SNI 2415 2016 *Tentang tata cara perhitungan Debit Banjir Rencana*, Jakarta: BSN,
- Argue J, Ahammed F, Hewa G, Myers B, Pezzaniti D, Argue J, Ahammed F, Hewa G, Myers B, Icsn DP, 2021, ICSM : A Strategy to Manage Flooding in Urban Catchments Experiencing Regrowth, University of South Australia,
- Asdak C, 1995, *Hidrologi dan pengolahan air sungai*, Yogyakarta : Gajah Mada Univesity Press,
- Chayati C, Rezi NH, 2018, Perencanaan drainase vertikal di Jalan Cendana 2 Perumahan Bumi Sumekar Asri Kecamatan Kota Kabupaten Sumenep, *Ge-STRAM J, Perenc, dan Rekayasa Sipil*, 1(2):58–64, doi:10,25139/jprs,v1i2,1110,
- Chow VT, 1964, *Handbook of Applied Hydrology*, New York: Mc Graw Hill,
- Chow, 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Jakarta: Erlangga,
- Dawson KJ, Istok JD, 1991, *Aquifer Testing: Design and Analysis of Pumping and Slug Tests*, Michigan: Lewis Publishers,
- Dobrin, MB, 1998, *Introduction to Geophysical Prospecting*, Singapore : Mc Graw Hill Book, Co,
- DPU, 2006, *Pedoman Konstruksi Bangunan Perencanaan Sistem Drainase Jalan*, Ed ke-02, Jakarta: Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan,
- Fetter CW, 1994, *Applied Hydrogeology*, 3rdED, Merrill Publishing Company, Ohio
- John A, Shimer, 1968, *An Introuction to Geology*, New York : Appleton Century Crofts,
- Feyen, 1980, *Drainage of Irigated Land*, London (UK): Batsford Academic and Educatonial Ltd, Katholieke Universitet Leuven, Center for Irrigation Engineering,
- Kashef AAI, 1987, *Ground waterEngineering*, Singapore: Me Graw – Hill Book Co,
- Kodoatie RJ, 1996, *Pengantar Hidrogeologi*, Yogyakarta: Penerbit ANDI,
- Koten SW, Suhudi S, 2020, Perencanaan jaringan drainase pemukiman pada perumahan Istana Safira jalan Jambu Semanding Sumbersekar dau Kabupaten Malang, *Reka Buana J, Ilm, Tek, Sipil dan Tek, Kim*, 5(2):50, doi:10,33366/rekabuana,1945,

**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN
PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

- Mays LW, Tung YK, 1992, *Hydrosystem Engineering & Managenment*, Singapore: Mc Graw-Hill,
- Mays LW, 2005, *Water Resources Engineering*, Second Edition, New York: John Wiley & Sons,
- Nemec J, 1972, *Engineering Hydrology*, London: Mc Graw-Hill,
- Porajouw AM, Mananoma T, Tangkudung H, T, 2019, Analisis sistem drainase di kelurahan Tikala Kumaraka Kota Manado, *Sipil Statik*, 7(12):1593–1604,
- Quener EP, 2001, *The Effect of Human Interventions on Groundwater Recharge, Paper in Impact of Human Activity on Groundwater Dinamics*, Proceeding of Sixth IAHS Scientific Assembly, July 2001, Maastricht, Netherland, IAHS Publ, 269 : 59-56,
- Robinson C, 1988, Basics Exploration Geophysics, John Willey And Son Inc,, Canada,
- Schwab GO, Frevert RK, Barnes T, 1968, *Soil and Water Conservation Engineering*, 3rdedition, Jihn Willey & Sons Inc, New York,
- Seyhan E, 1977, *Fundamentals of Hydrology*, Geografisch Instituut der Rijks-universiteit te Utrecht, Utrecht,
- Soemarto CD, 1995, *Hidrologi Untuk teknik*, Jakarta: Erlangga,
- Sorodarsono S, Takeda K, 1999, *Hidrologi untuk Pengairan*, Jakarta: Pradnya Paramita,
- Srijatno, 1980, *Geofisika Terapan*, Bandung : Departemen fisika ITB,
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta: Adi,
- Telford, Geldart, Sheriff, 1976, *Applied Geophysics*, 2nd edition, Cambridge University Press, New York,
- Todd DK, 1995, *Groundwater Hydrology*, Second Edition, John Wiley & Sons, Singapore,
- Vingoe, P, 1972, *Electrical Resistivity Surveying, Geophysical Memorandum*,
- Widodo E, Ningrum D, 2015, Evaluasi sistem jaringan drainase permukiman Soekarno Hatta Kota Malang dan penanganannya, *J, Ilmu-Ilmu Tek*, 11(3):1–9,
- Wijaya HK, Prastowo, Sapei A, Pandjaitan NH, 2014, Analisa kriteria rancangan hidraulika pada pemanfaatan air limpasan untuk air baku di kawasan perumahan, *Tek, Hidraul*, 5(1):57–68,

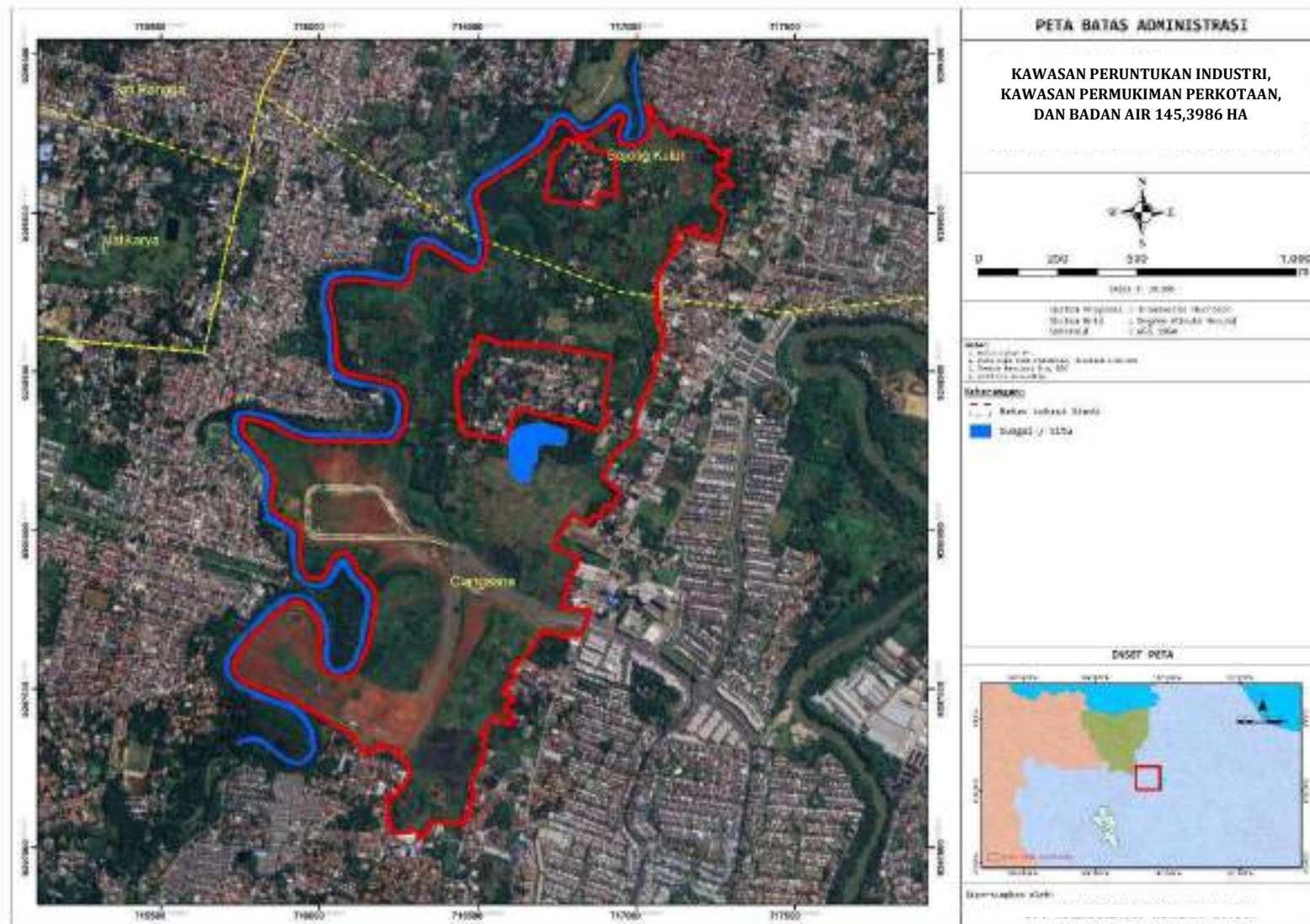
LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta citra wilayah pengembangan

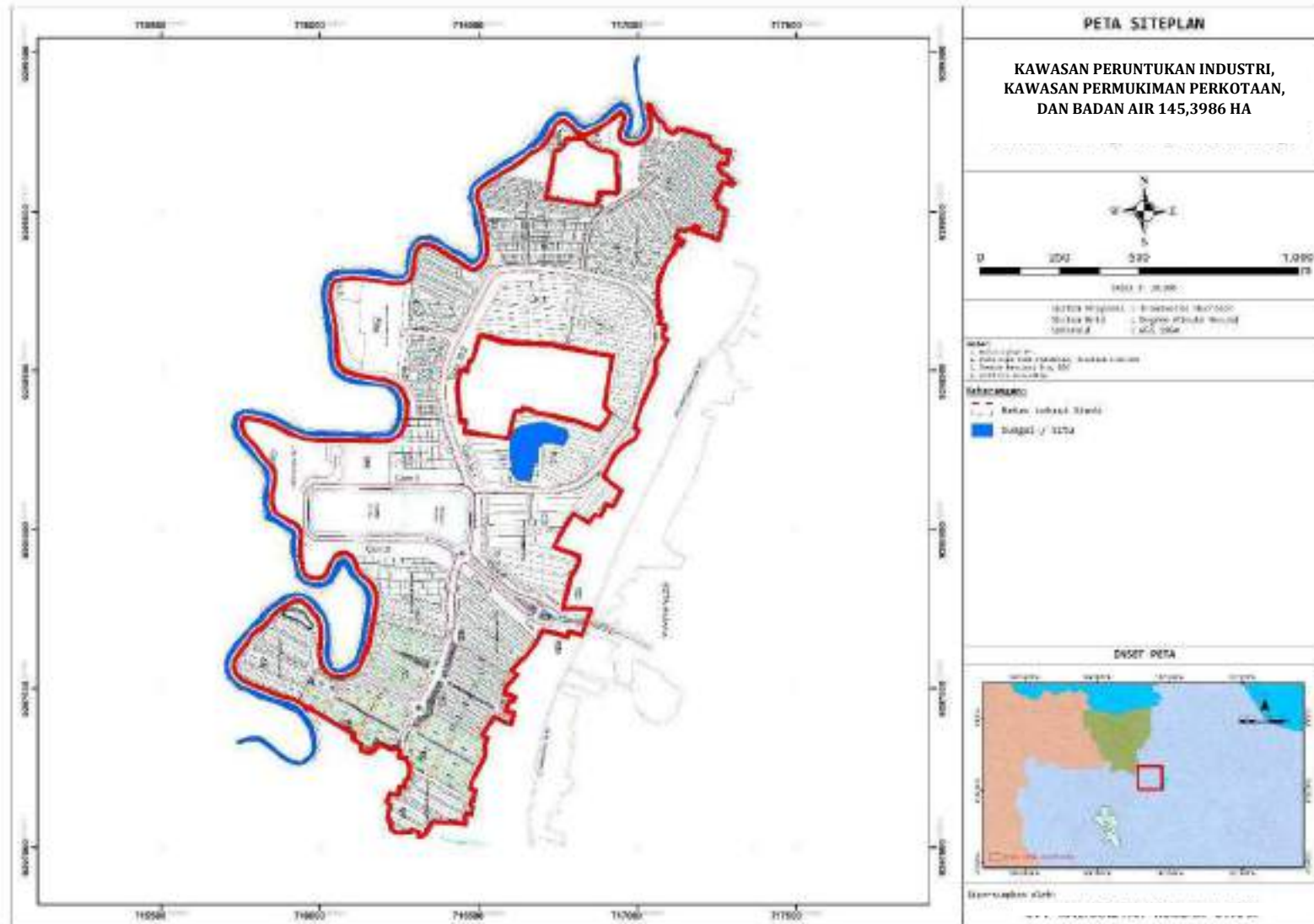


KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA

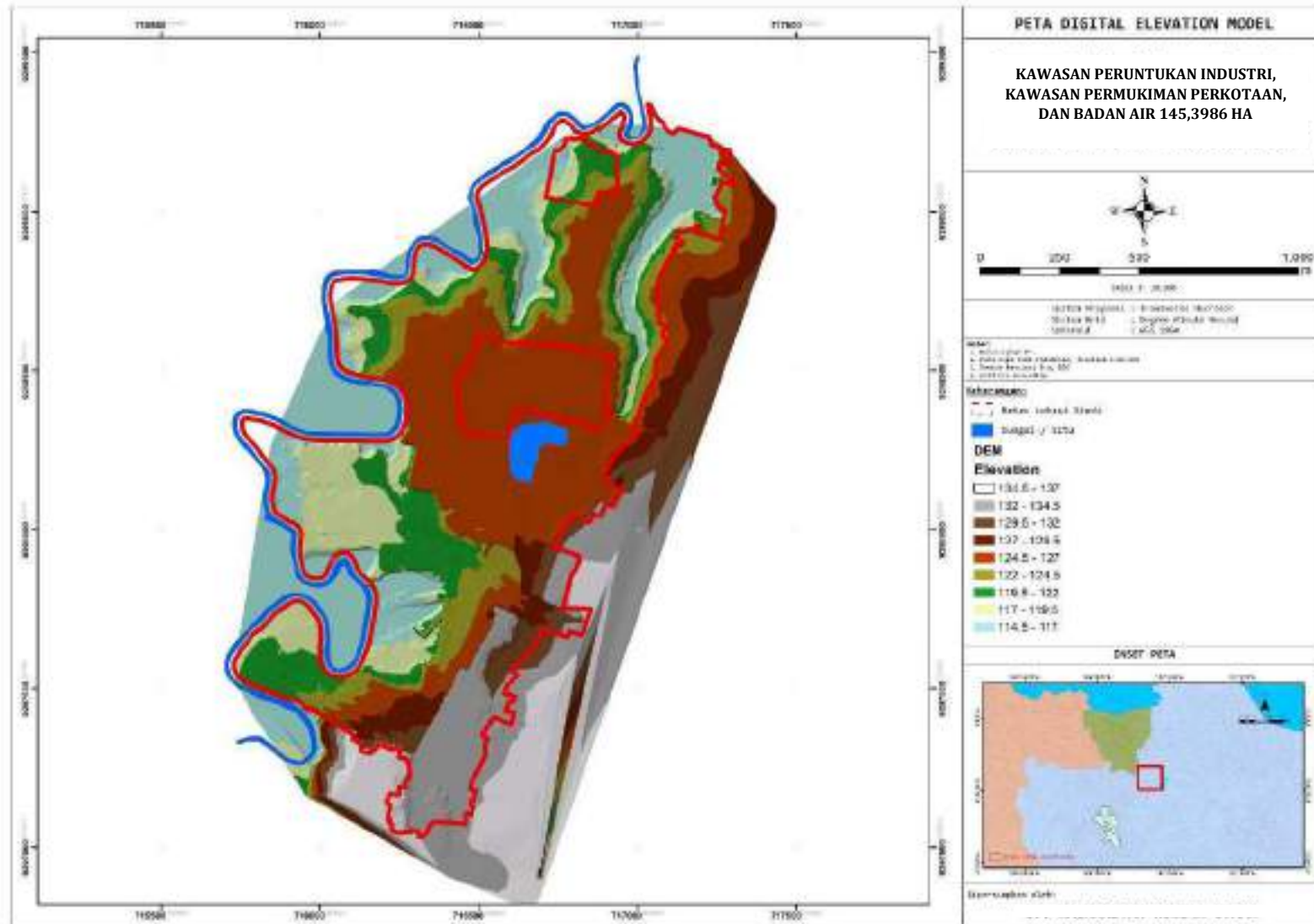
Lampiran 2. Peta batas administrasi



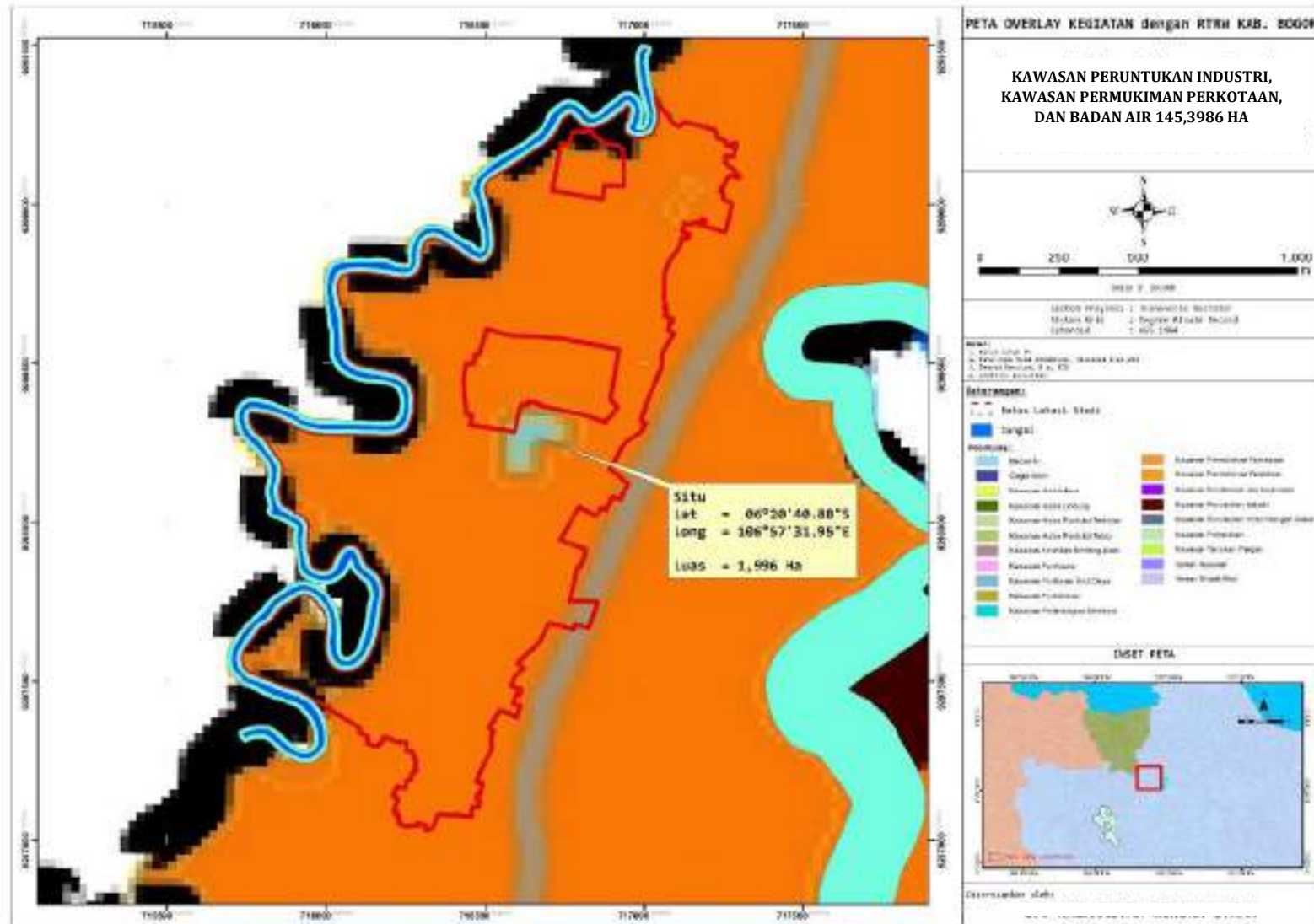
Lampiran 3. Peta *siteplan* wilayah pengembangan



Lampiran 4. Peta DEM wilayah pengembangan



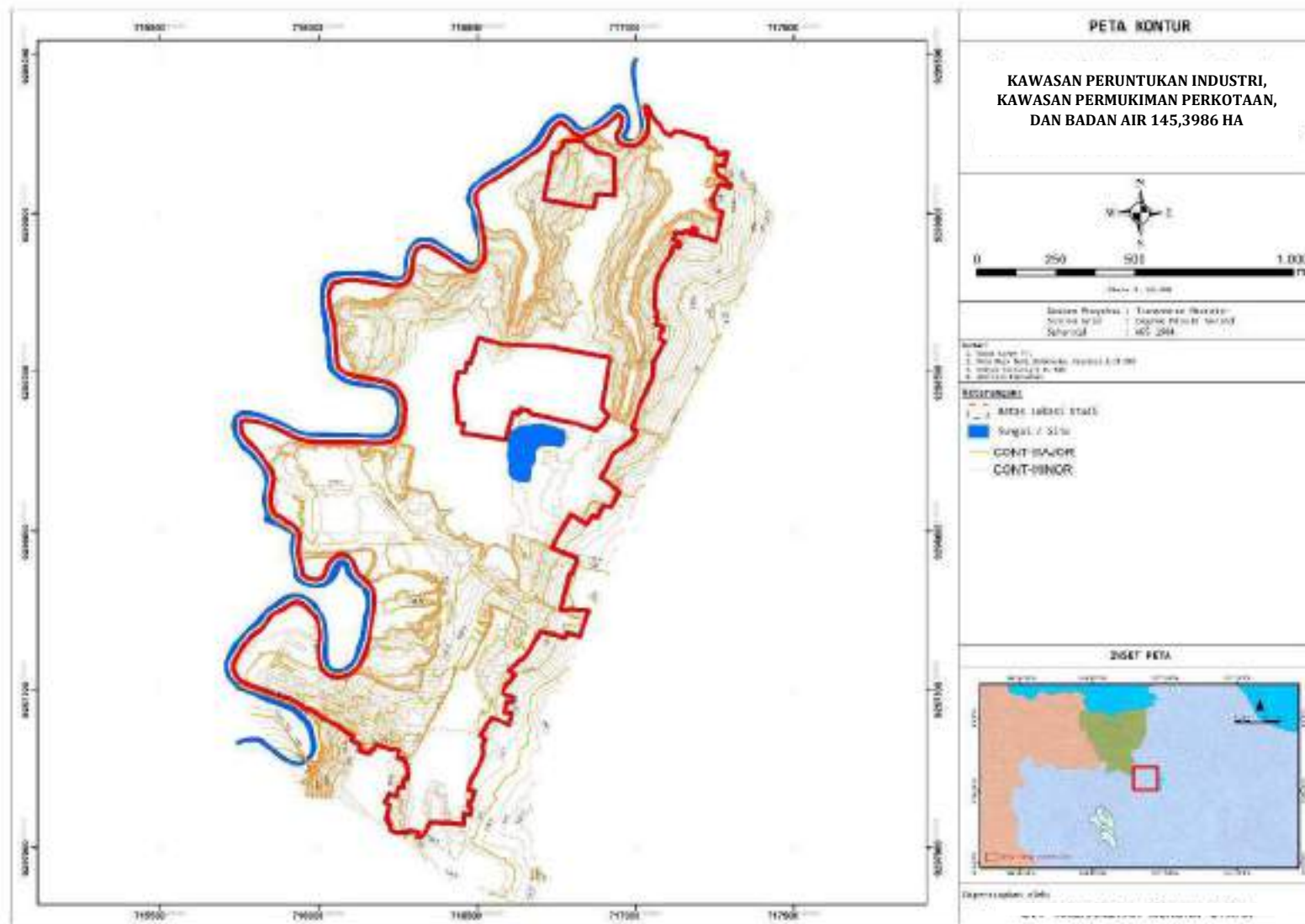
Lampiran 5. Peta *overlay* kegiatan dengan RTRW Kabupaten Bogor



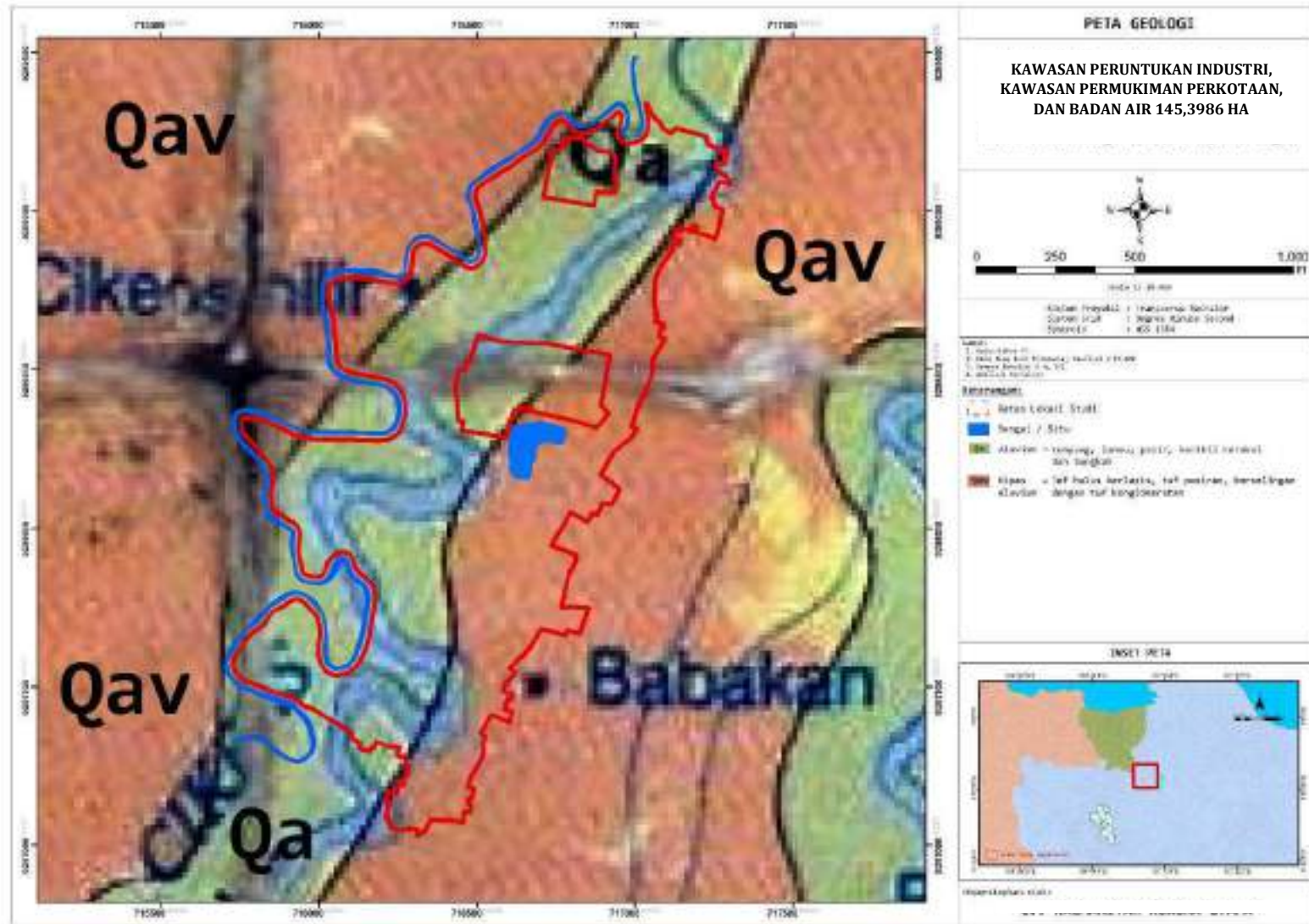
Lampiran 6. Peta kelerengan lahan wilayah kajian



Lampiran 7. Peta kontur wilayah kajian

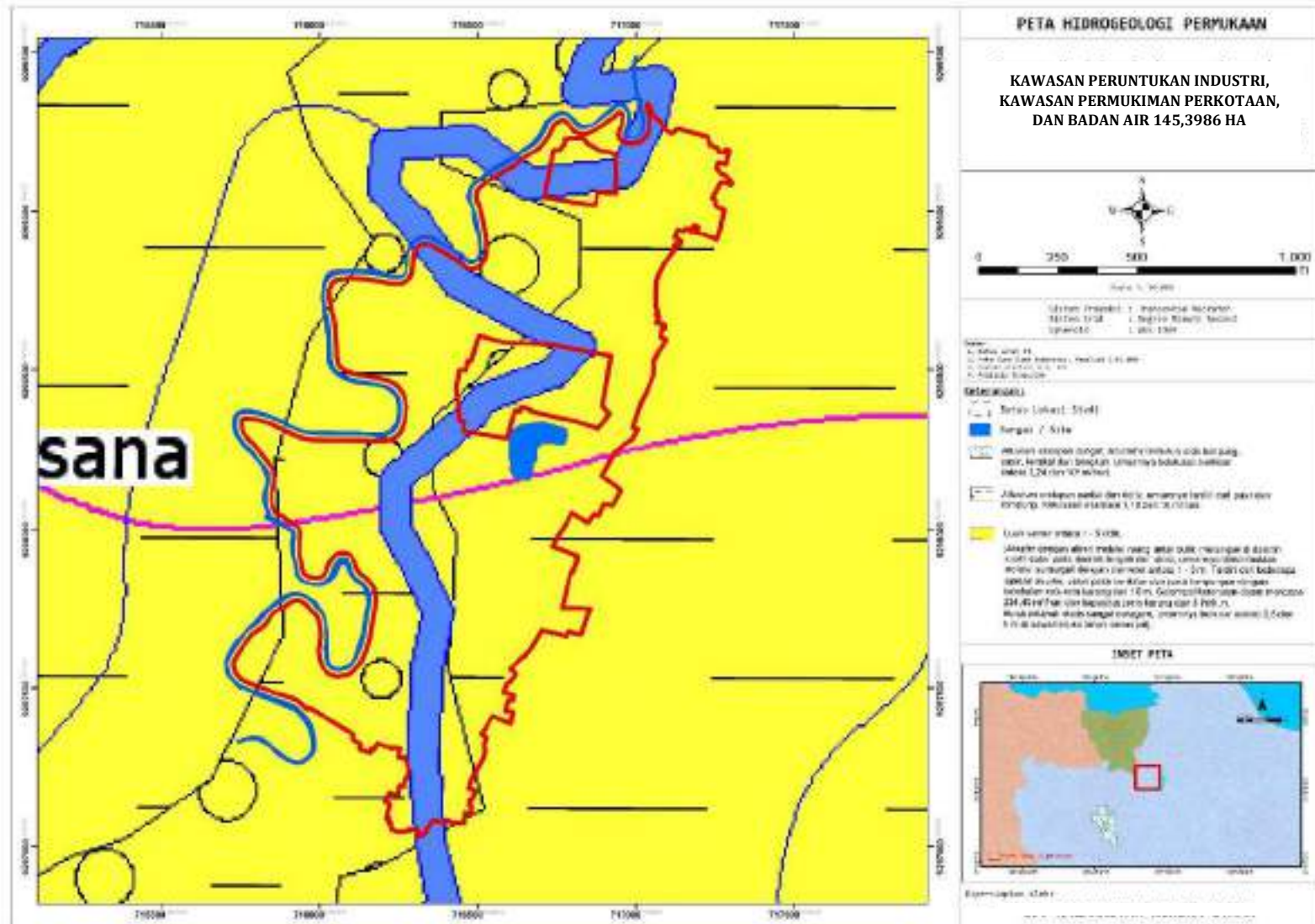


Lampiran 8. Peta geologi wilayah kajian

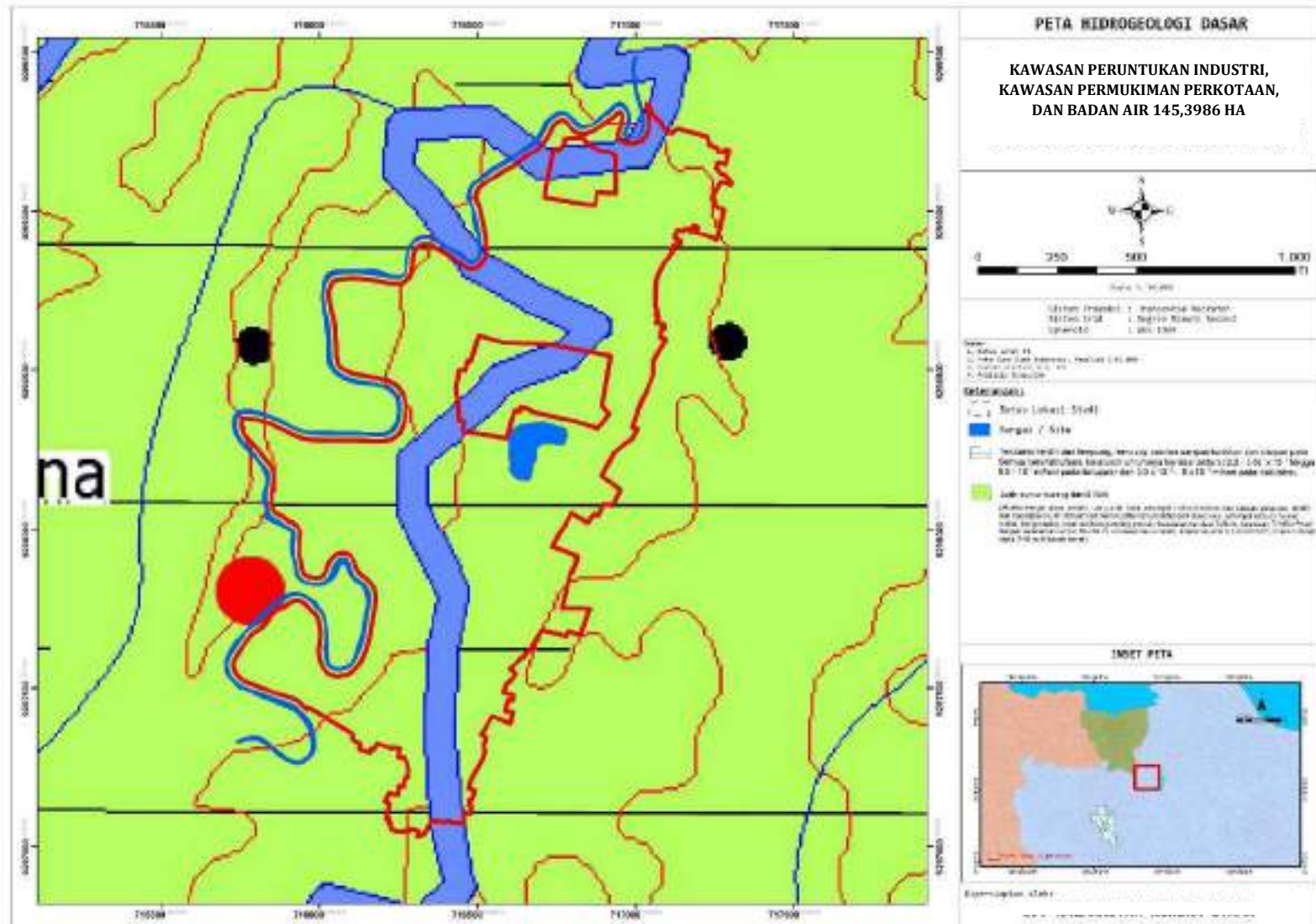


KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA

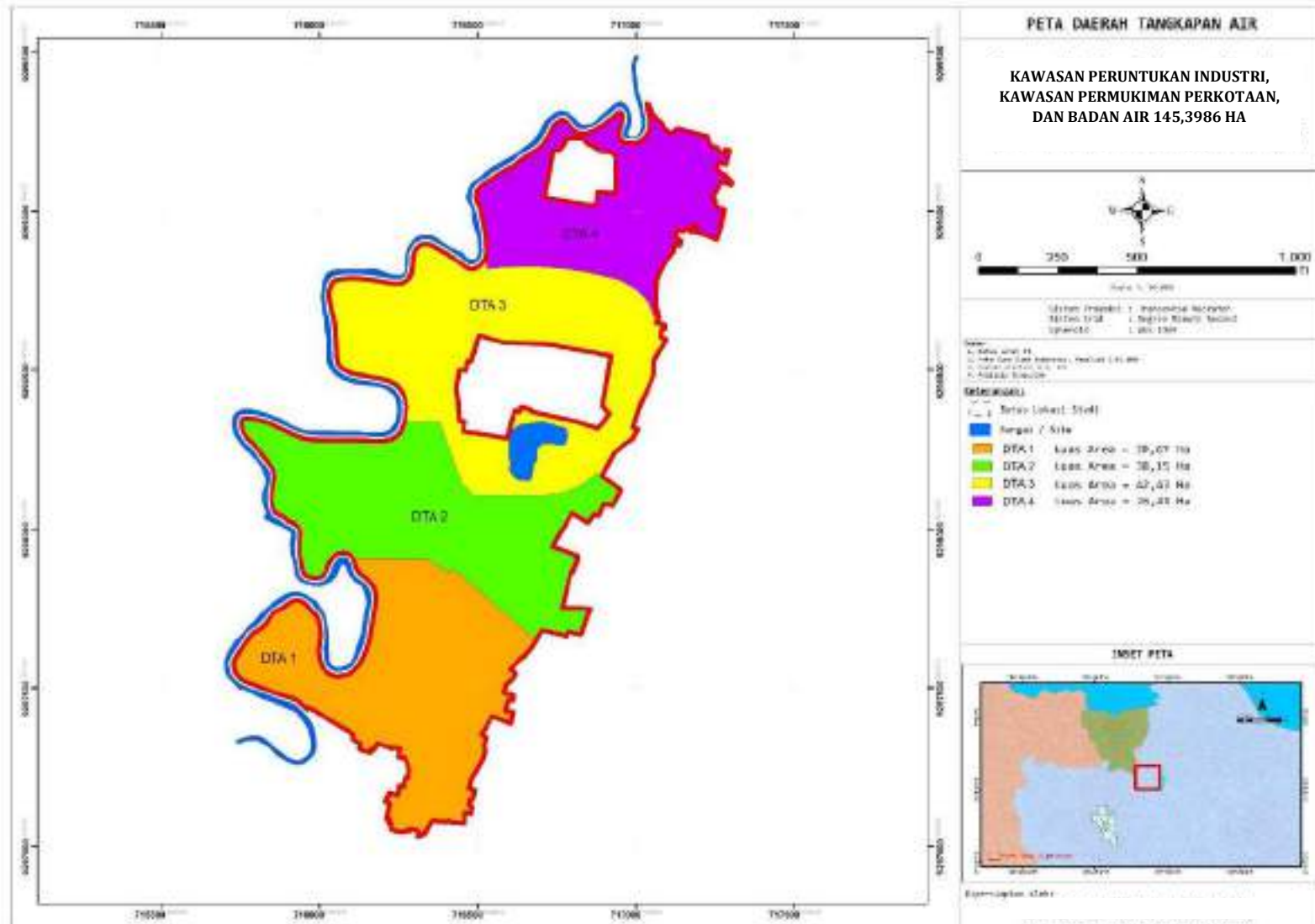
Lampiran 9. Peta hidrogeologi permukaan wilayah kajian



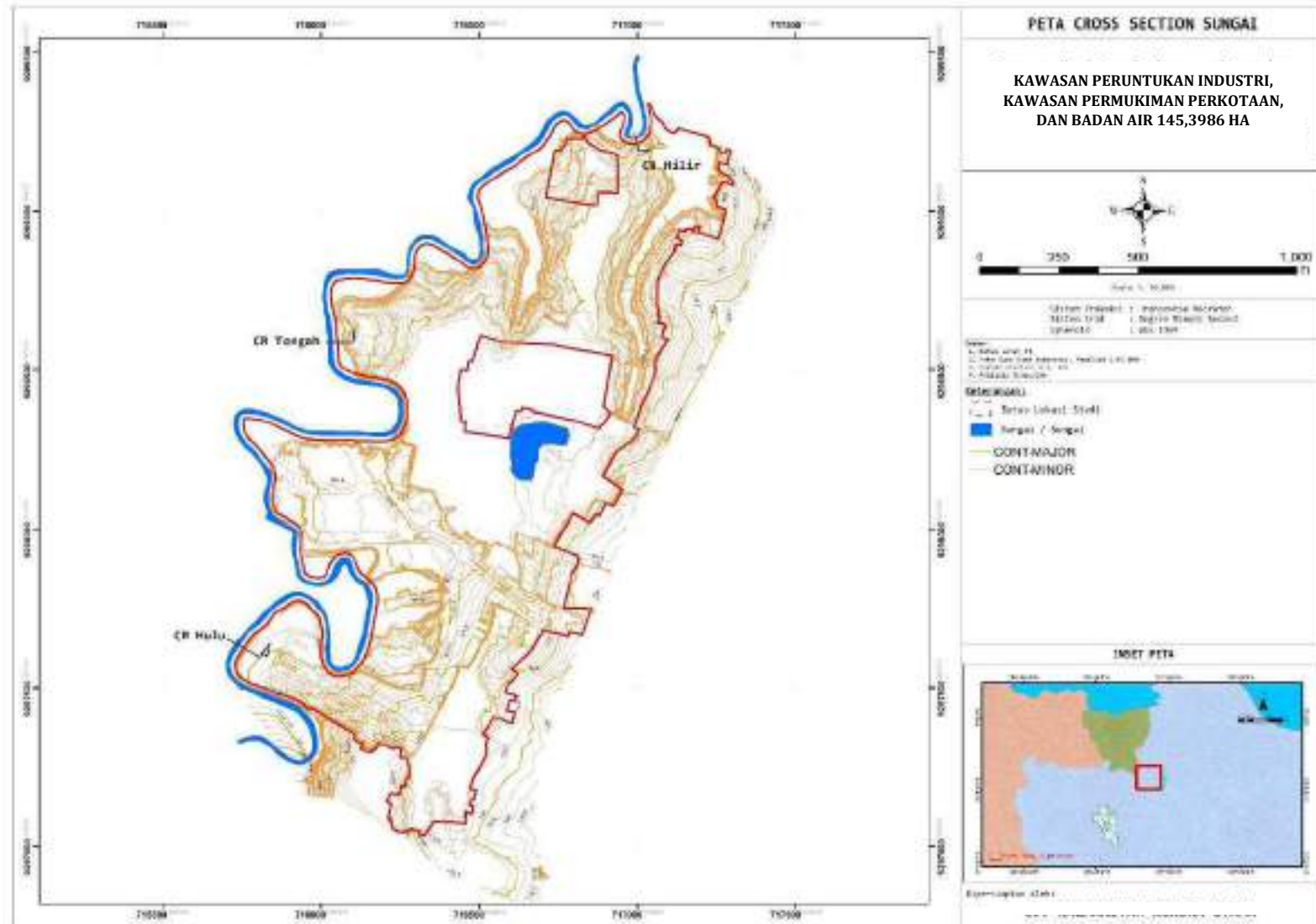
Lampiran 10. Peta hidrogeologi dasar wilayah kajian



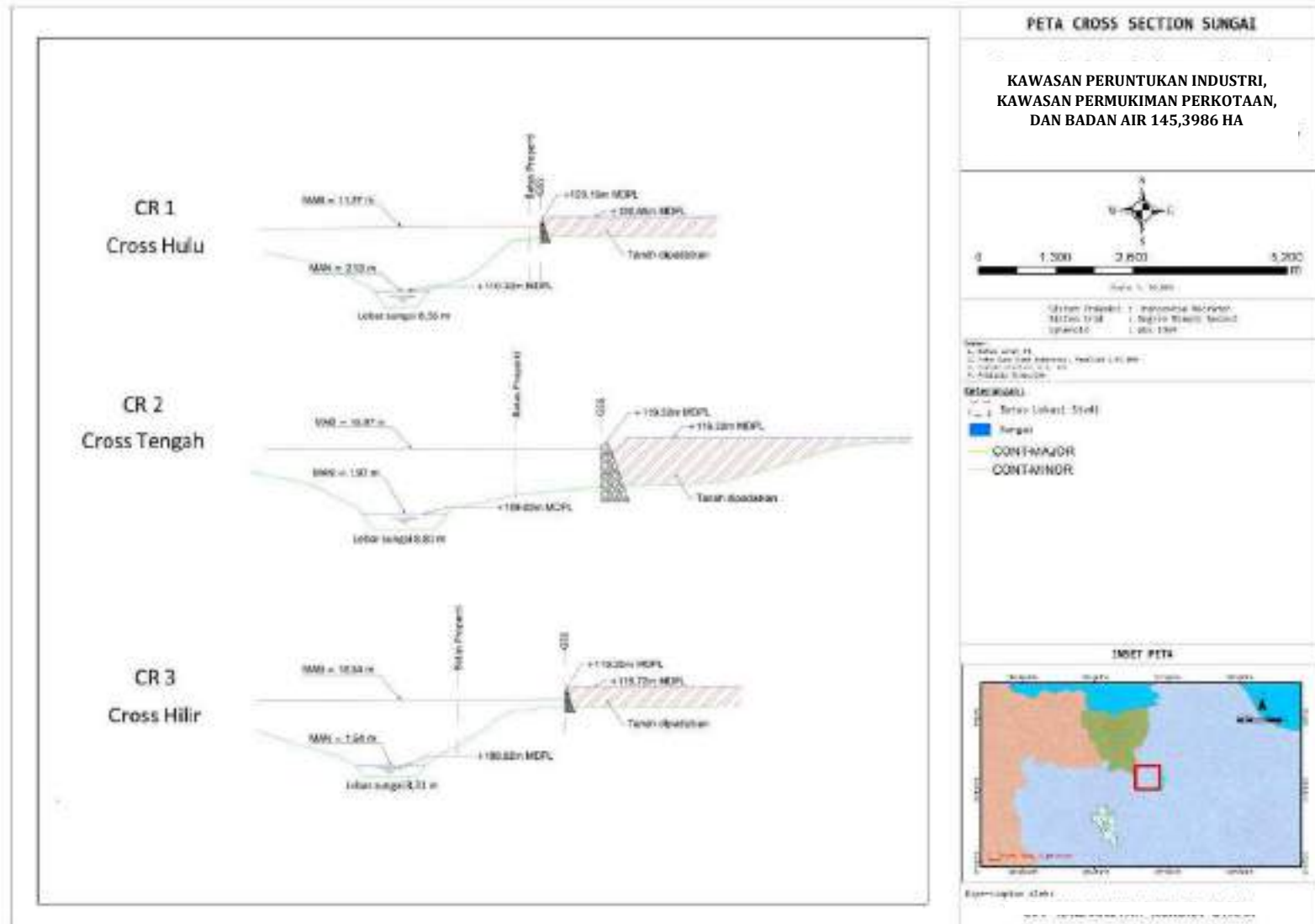
Lampiran 11. Peta DTA wilayah kajian



Lampiran 12. Peta layout *cross section* sungai wilayah kajian

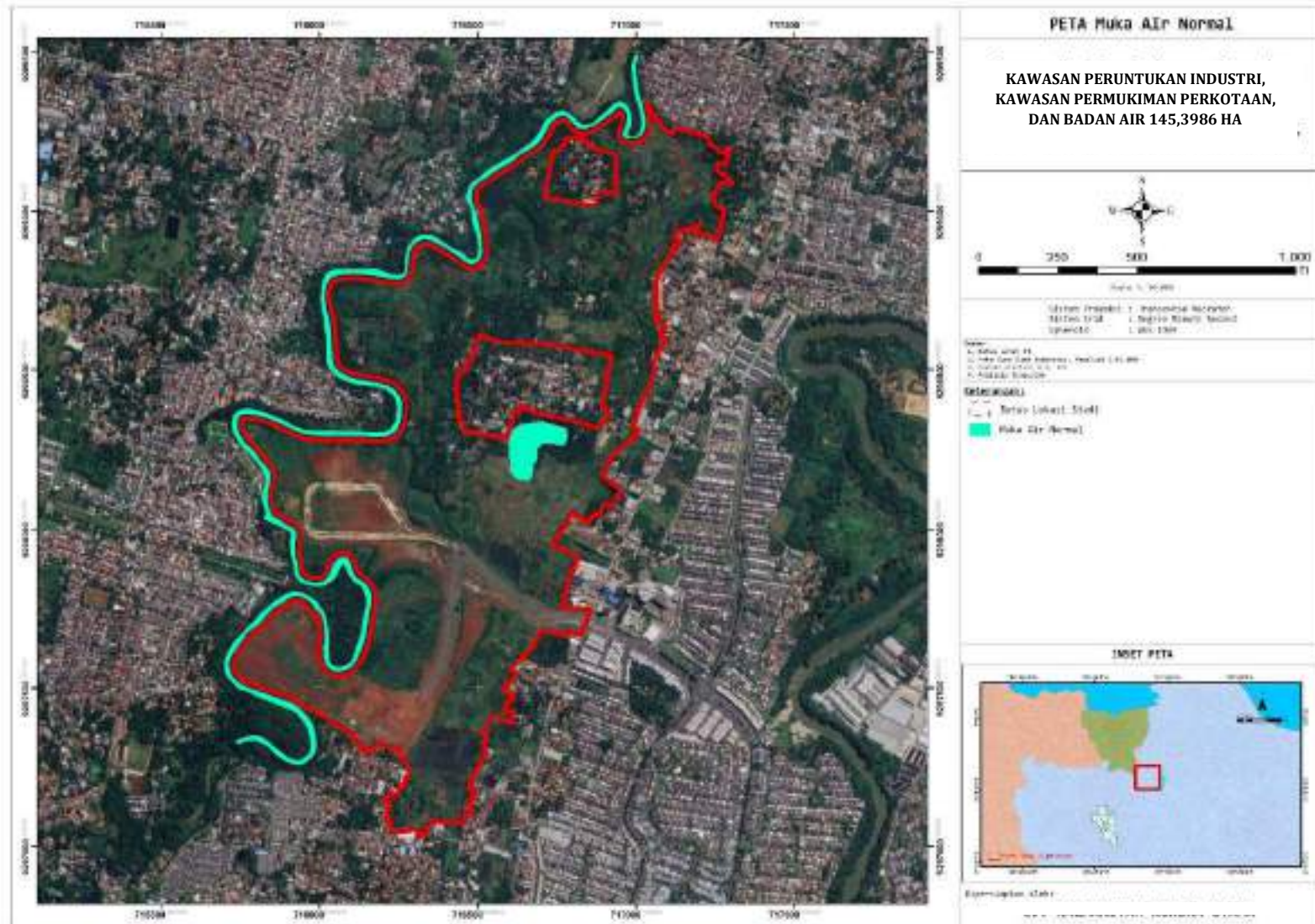


Lampiran 13. Peta *cross section* sungai wilayah kajian

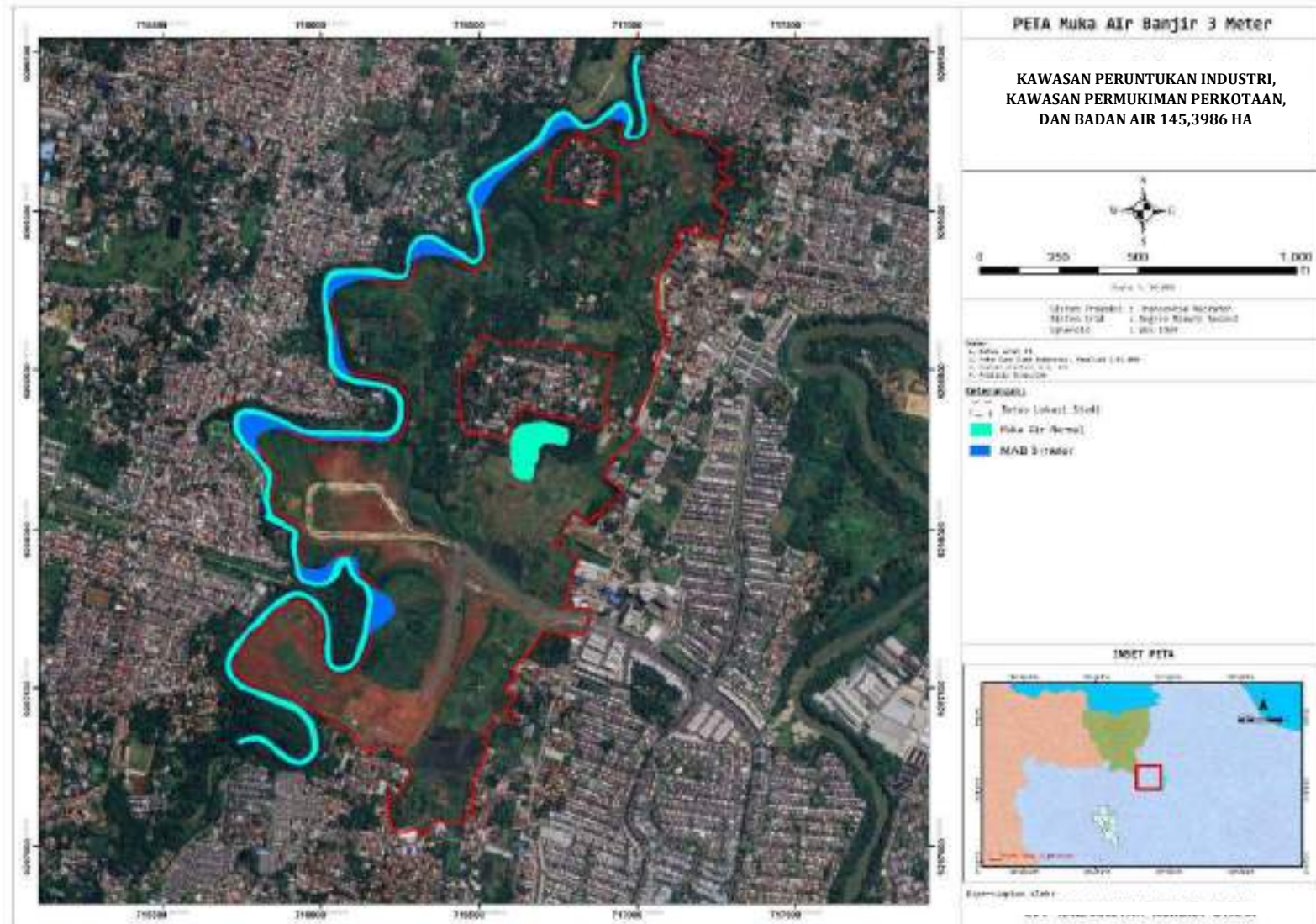


KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA

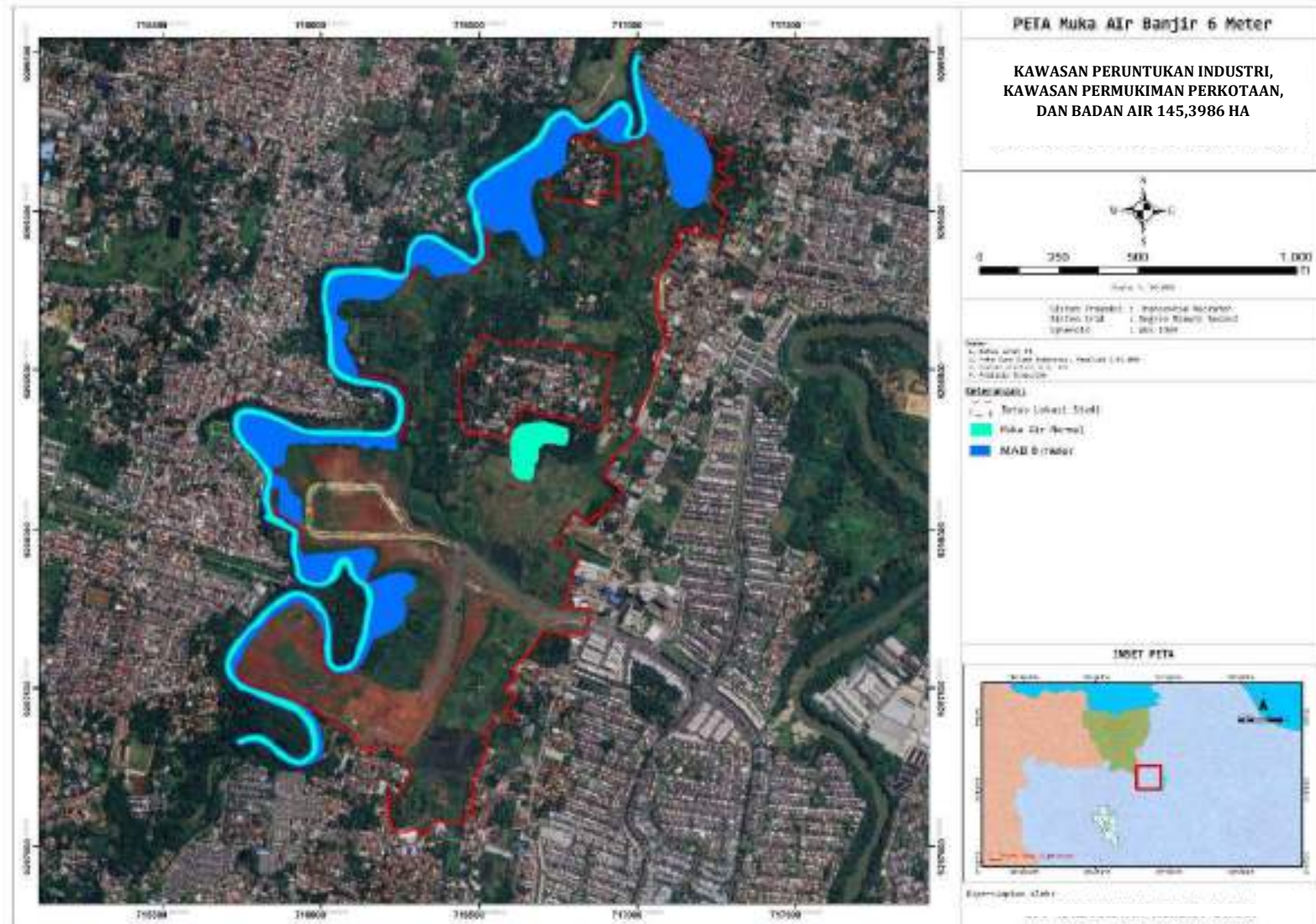
Lampiran 14. Peta MAN wilayah kajian



Lampiran 15. Peta MAB 3 meter wilayah kajian

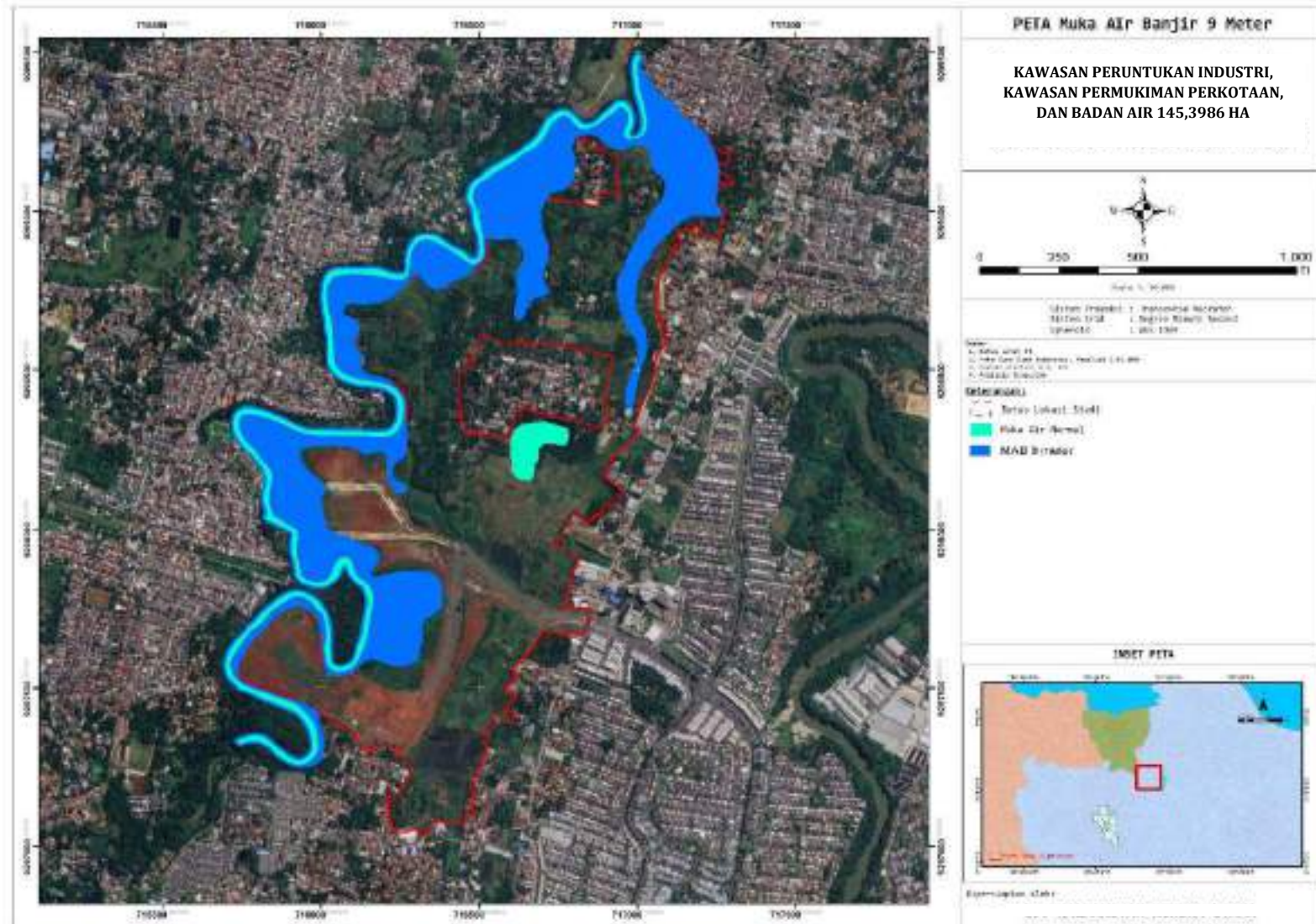


Lampiran 16. Peta MAB 6 meter wilayah kajian

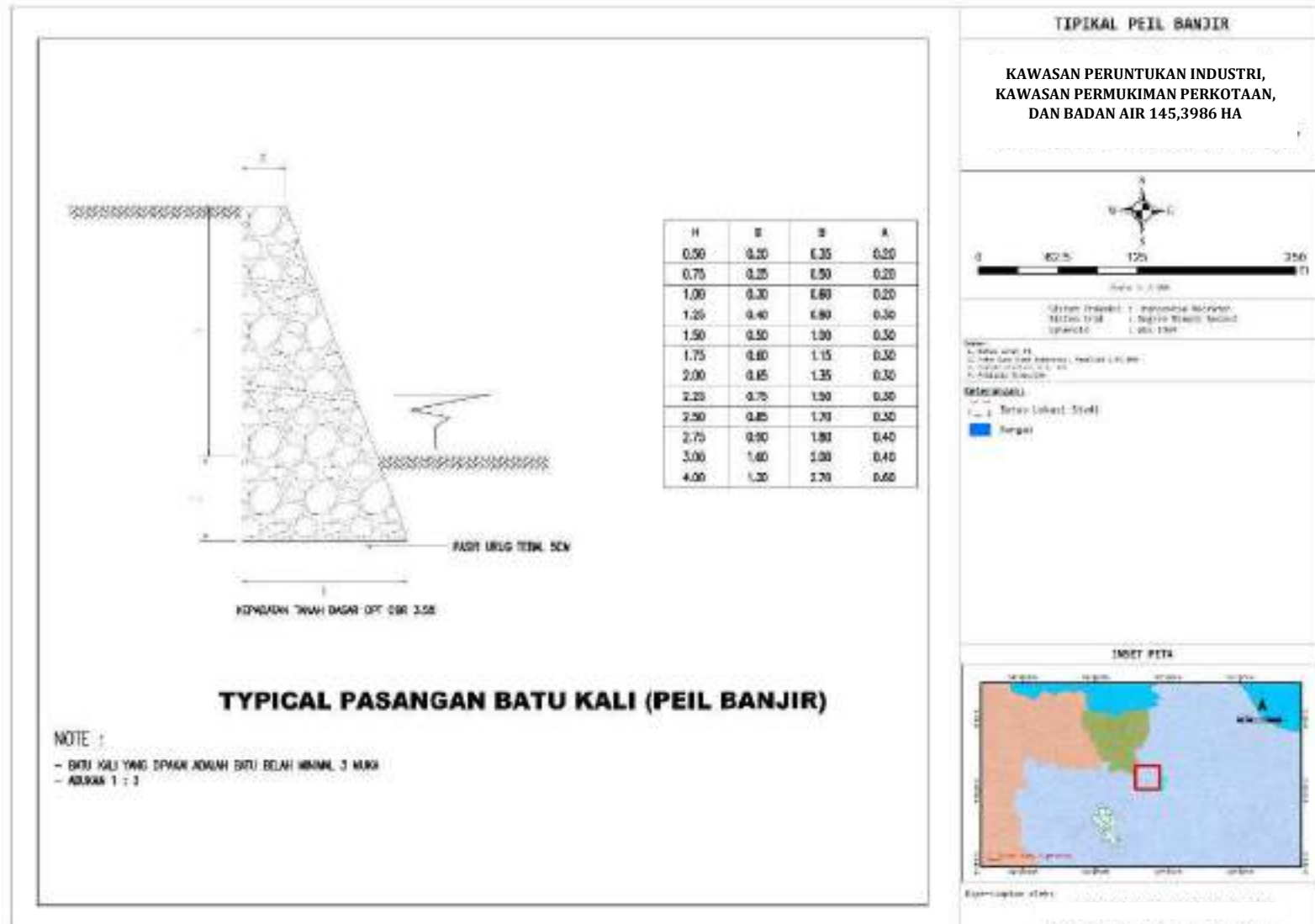


KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA

Lampiran 17. Peta MAB 9 meter wilayah kajian

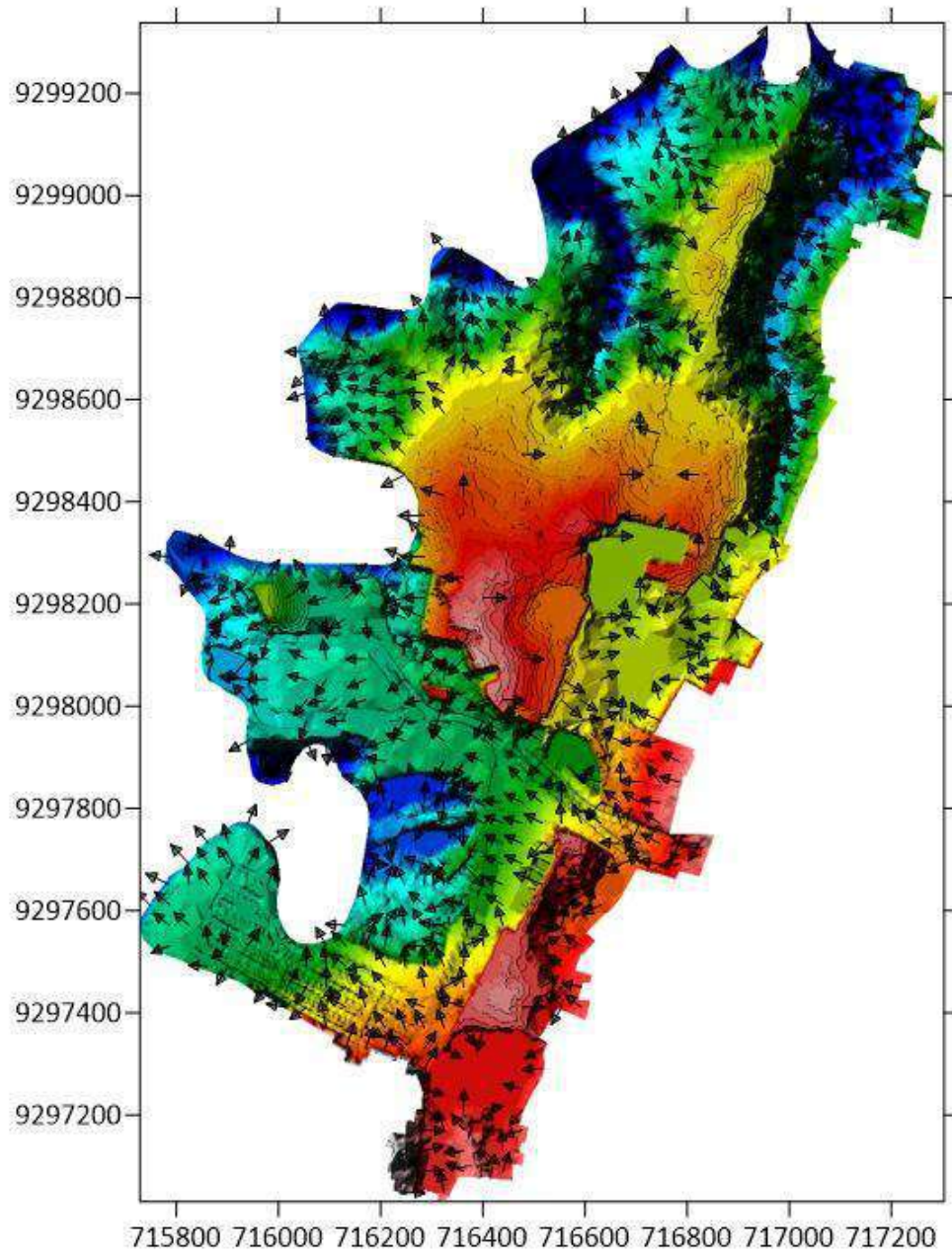


Lampiran 18. Desain tipikal peil banjir



**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN,
DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Lampiran 19. Pola jejaring aliran (*flownet*) 2D



**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN,
DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Lampiran 20. Gambaran kondisi Sungai Cikeas



**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN,
DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Lampiran 21. Gambaran lahan eksisting



**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN,
DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Lampiran 22 Pengukuran lapangan



**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN,
DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

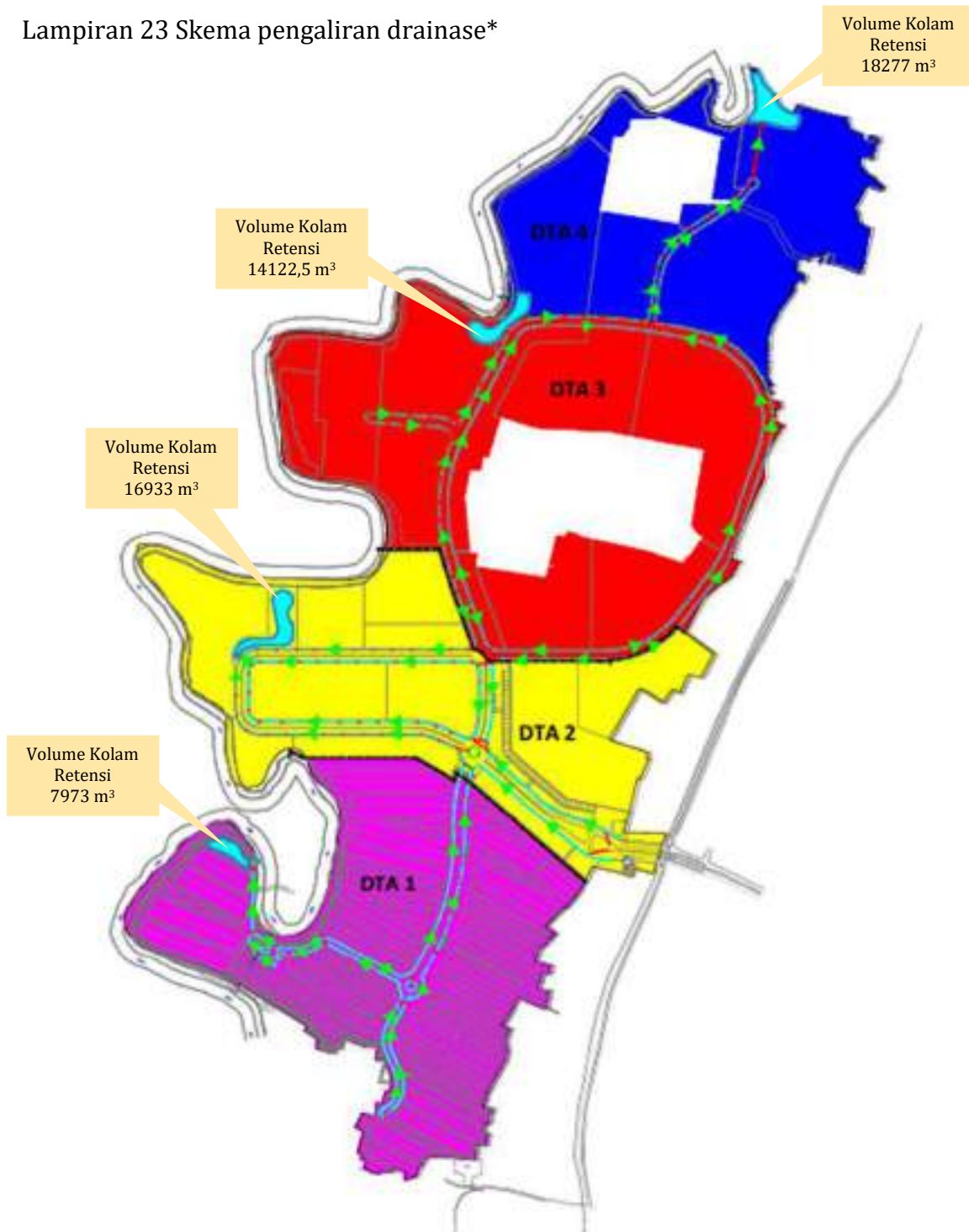


**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN,
DAN BADAN AIR 145,3986 HA**



**KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN,
DAN BADAN AIR 145,3986 HA**

Lampiran 23 Skema pengaliran drainase*



*Rencana drainase dapat disesuaikan berdasarkan *masterplan* yang disahkan

KAJIAN HIDROLOGI KAWASAN PERUNTUKAN INDUSTRI, KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN, DAN BADAN AIR 145,3986 HA

Lampiran 24 Skema pembuatan peil banjir

