



## Identifikasi Kemampuan Green Infrastructure dalam Upaya Mengurangi Banjir pada DAS Ciliwung Hilir Jakarta

Farizy Priscannanda, Hilwati Hindersah\*

*Prodi Teknik Perencanaan Wilayah & Kota, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia*

### ARTICLE INFO

#### Article history :

Received : 3/4/2022

Revised : 5/7/2022

Published : 6/7/2022



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 2

No. : 1

Halaman : 21 - 32

Terbitan : Juli 2022

### ABSTRAK

Musibah banjir akibat luapan Sungai Ciliwung merupakan musibah yang rutin terjadi di Ibukota Negara Republik Indonesia, Kota Jakarta. Berlandaskan pendekatan penelitian kuantitatif, tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menentukan permasalahan yang terjadi di lapangan. Dari tahap analisis ini teridentifikasi jenis green infrastructure berupa vegetated filter strip seluas 10.114,31 Ha, kolam retensi dan kolam detensi masing-masing seluas 11.650,62 Ha untuk diterapkan pada DAS Ciliwung Hilir DKI Jakarta. Hasil dari penelitian ini yaitu penerapan vegetated filter strip di Kecamatan Cakung, Jakarta Timur seluas 1.469,5 Ha; kolam detensi di Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat seluas 989,9 Ha; dan kolam retensi di 10.527 RT rawan banjir yang tersebar di seluruh DKI Jakarta dengan total luas 412 Ha. Tahap analisis terakhir yaitu perhitungan tingkat kemampuan ketiga jenis green infrastructure dalam mengurangi volume banjir Sungai Ciliwung berdasarkan kemampuan daya tampung masing-masing jenisnya, berdasarkan metode distribusi frekuensi Log Pearson III, dengan hasil: vegetated filter strip seluas mampu mengurangi volume banjir sebesar 27.100.656,6 m<sup>3</sup>; kolam detensi mampu mengurangi volume banjir sebesar 27.755.808,8 m<sup>3</sup>; dan kolam retensi mampu mengurangi genangan sebesar 20.615.400 m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci** : Green Infrastructure; Kesesuaian Lahan; Volume Banjir Rencana.

### ABSTRACT

The flood disaster due to the overflow of the Ciliwung River is a disaster that regularly occurs in the capital city of the Republic of Indonesia, the city of Jakarta. Based on a quantitative research approach, the stage carried out in this study is to determine the problems that occur in the field. From this analysis stage, it was identified the type of green infrastructure in the form of a vegetated filter strip covering an area of 10,114.31 Ha, a retention pond and a detention pond each covering an area of 11,650.62 Ha to be applied to the Ciliwung Hilir watershed of DKI Jakarta. The result of this study are the application of vegetated filter strips in Cakung District, East Jakarta covering an area of 1,469.5 Ha; a detention pond in Cengkareng District, West Jakarta covering an area of 989.9 ha; and retention ponds in 10,527 flood-prone RTs spread throughout DKI Jakarta with a total area of 412 Ha. The last analysis stage is calculating the level of capability of the three types of green infrastructure in reducing the flood volume of the Ciliwung River based on the capacity of each type, based on the Log Pearson III frequency distribution method, with results: a vegetated filter strip with an area of is able to reduce the volume of flooding by 27,100,656.6 m<sup>3</sup>; the detention pond is able to reduce the flood volume by 27,755,808.8 m<sup>3</sup>; and retention ponds are able to reduce inundation by 20,615,400 m<sup>3</sup>.

**Keywords** : Green Infrastructure; Land Suitability; Volume Capacity Plan.

@ 2022 Jurnal Riset Perencanaan Wilayah dan Kota Unisba Press. All rights reserved.

## A. Pendahuluan

Banjir akibat luapan Sungai Ciliwung adalah suatu bencana alam yang setiap tahun melanda Ibukota Negara Republik Indonesia. Terdapat dua faktor penyebab utama terjadinya banjir akibat meluapnya sungai Ciliwung, yaitu pertama, peningkatan debit sungai yang berasal dari wilayah hulu sungai Ciliwung di wilayah Kabupaten dan Kota Bogor, dan kedua adalah peningkatan debit sungai yang berasal dari tingginya curah hujan di wilayah hilir Sungai Ciliwung provinsi DKI Jakarta. Air tidak bisa terinfiltrasi dan menjadi limpasan permukaan yang bisa menyebabkan debit air Sungai Ciliwung menjadi tinggi pada saat musim penghujan dan berakibat meluapnya Sungai Ciliwung [1]. Selain itu, pada awalnya yang masih didominasi oleh lahan terbuka yang berupa sawah, dan perladangan berkembang menjadi areal pemukiman dan perkantoran [2]. Untuk mengurangi risiko bencana, masyarakat harus mempunyai kemampuan, kekuatan dan potensi yang dapat membuat mereka mampu mencegah, mengurangi, dan siap-siaga dalam menghadapi bencana [3]. Namun, berbagai macam solusi secara kontinu terus dilakukan untuk mencegah dan menanggulangi terjadinya musibah musiman di kota padat penghuni ini, mulai dari pengerukan sungai, pembuatan pintu-pintu air alternatif, hingga pembangunan kanal-kanal yang terhubung sepanjang wilayah aliran sungai dari timur-barat kota Jakarta. Tujuan dari kegiatan-kegiatan diatas adalah satu, untuk mengurangi beban aliran air sungai kiriman dari hulu sungai Ciliwung yang terdapat di Kota Bogor, menuju hilir sungai Ciliwung hingga bermuara di wilayah Jakarta Utara.

Pendekatan normatif dengan upaya penanggulangan bencana banjir di DKI Jakarta juga menerapkan metode struktural. Menurut laporan yang dipaparkan oleh Ketua Satgas Kajian Penanggulangan Banjir DKI Jakarta Ir. M. Cahyono, M.Sc., Ph.D., infrastruktur buatan (Grey Infrastructure) pengelolaan air pada wilayah Kota Jakarta telah dilakukan dengan pendirian saluran drainase makro, mikro, kolam pengendali banjir, kolam retensi, pintu air pengendali banjir, banjir kanal, dan pompa air.

Namun, metode struktural yang diterapkan berupa pendirian waduk, kanal, normalisasi sungai, dan lainnya tersebut masih belum efektif serta belum dapat menjadi solusi yang memadai. Dibuktikan dengan penelitian yang dipaparkan oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) yang menyatakan bahwa fakta yang didapatkan saat ini yaitu kondisi sungai dan kanal-kanal buatan yang tersebar di wilayah Kota Jakarta masih sangat jauh dari rencana. Kapasitas pengaliran infrastruktur fisik penanggulangan banjir yang ada saat ini masih jauh dibawah debit rencana, yang mengakibatkan sungai mudah meluap ketika terjadi peningkatan debit air.

Upaya struktural sistem pengendalian banjir pada dasarnya diciptakan untuk mengendalikan banjir hingga kisaran tertentu yang diproyeksikan dalam kurun waktu banjir rencana dengan periodisasi 3-100 tahun. Artinya, jika kemudian terdapat peningkatan debit pada sungai yang lebih besar dari ketersediaan debit banjir rencana tersebut, maka pasti akan terjadi peluapan yang menyebabkan banjir. Pada intinya, setiap tahun, secara bertahap dilakukan upaya pengendalian banjir dengan metode struktural maupun non-struktural, tetapi upaya tersebut secara konsisten terus kalah cepat apabila dibandingkan dengan lanju penyebab timbulnya banjir [4]

Dalam PP No. 37 tahun 2012 tentang pengelolaan kawasan DAS, salah satu tahapannya adalah tahap perencanaan yang mencakup penyusunan dan penetapan rencana pengelolaan DAS. Salah satu konsep perencanaan yang dapat diterapkan dalam pengelolaan kawasan DAS adalah konsep Green Infrastructure. Green Infrastructure merupakan upaya pendekatan terhadap manajemen air yang melindungi, mengembalikan, dan menciptakan daur atau siklus air secara natural. Konsep ini bersifat efektif, ekonomis, dan meningkatkan kesehatan dan keamanan serta kualitas lingkungan hidup [5].

Konsep ini pada dasarnya merupakan suatu metode perencanaan, pengembangan, dan pengelolaan kawasan yang mengandalkan kemampuan alami lingkungan dalam memberikan manfaat untuk ekosistem yang berada didalamnya. Dalam penerapan konsep Green Infrastructure terhadap kawasan DAS, intinya adalah menciptakan jaringan-jaringan infrastruktur pengelolaan air yang dapat langsung diproses ditempat dengan menggunakan vegetasi-vegetasi alami sebagai resapan air, dengan tujuan mengurangi beban jaringan drainase buatan (Grey Infrastructure) sehingga debit air tidak meningkat hingga meluap [6].

Oleh karena itu, perlunya suatu langkah strategis yang ditempuh untuk mengintegrasikan upaya pengendalian banjir dengan penerapan infrastruktur buatan yang selama ini telah berjalan, dengan pendekatan alternatif berupa penerapan Green Infrastructure yang tepat. Dengan keterpaduan kedua konsep pengendalian banjir tersebut, diharapkan terdapat peningkatan kemampuan penanganan banjir akibat luapan Sungai Ciliwung di wilayah hilir Provinsi DKI Jakarta.

Dalam upaya pengendalian bencana banjir di Kota Jakarta akibat luapan debit sungai Ciliwung, pemerintah daerah provinsi DKI Jakarta telah menerapkan berbagai macam upaya struktural, diantaranya banjir kanal timur-barat, saluran drainase makro-mikro, pintu air, normalisasi sungai, dan kolam pengendali banjir. Namun, infrastruktur buatan tersebut sejauh ini belum dapat menjadi solusi yang efektif dalam pengendalian debit genangan di Sungai Ciliwung ketika terjadi kiriman dari daerah hulu dan peningkatan curah hujan di wilayah hilir. Sehingga dari masalah tersebut, diperlukan upaya alternatif berupa penerapan green infrastructure yang bersifat alami, dengan memaksimalkan kemampuan ekosistem alami dalam mengendalikan siklus air, serta memadukannya dengan infrastruktur buatan yang telah berjalan selama ini.

Berdasarkan masalah penelitian tersebut, maka ditetapkan rumusan masalah pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi green infrastructure yang berpotensi untuk diterapkan sebagai metode perencanaan dalam upaya mengurangi volume banjir pada DAS Ciliwung Hilir DKI Jakarta. Tujuan Penelitiannya yaitu (1) mengidentifikasi berbagai jenis green infrastructure yang dapat diterapkan sebagai upaya untuk mengurangi volume banjir di DKI Jakarta. (2) Mengidentifikasi lokasi potensial untuk penerapan konsep green infrastructure pada wilayah administratif DKI Jakarta. (3) Mengidentifikasi tingkat kemampuan green infrastructure dalam mengurangi beban volume banjir Sungai Ciliwung pada wilayah DAS Ciliwung Hilir DKI Jakarta.

## B. Metode Penelitian

Pendekatan penelitian didefinisikan sebagai suatu langkah ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu [7]. Untuk itu, perlunya suatu jenis pendekatan dalam penelitian ini sebagai pedoman untuk hasil keluaran penelitian agar dapat menjadi sebuah karya ilmiah yang valid. Berlandaskan pendekatan penelitian kuantitatif, tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menentukan permasalahan yang terjadi di lapangan. Dari identifikasi permasalahan tersebut, selanjutnya diberikan batasan tertentu terkait topik atau judul penelitian, dimana batasan pada penelitian ini meliputi green infrastructure, pengelolaan kawasan DAS, dan perhitungan volume banjir.

Batasan penelitian berasal dari rumusan permasalahan dan hipotesis dalam penelitian ini, yaitu identifikasi jenis-jenis green infrastructure, identifikasi lokasi potensial, dan perhitungan tingkat kemampuan masing-masing jenis green infrastructure. Rumusan masalah tersebut kemudian diuji validitasnya dengan melalui tahap analisis dan pembahasan. setelah tahapan tersebut, maka data yang telah dianalisis kemudian disajikan dalam suatu kesimpulan yang menjawab rumusan permasalahan yang pada awal penelitian ditetapkan [7].

Pada penelitian ini, akan dilakukan beberapa perhitungan dengan rumus-rumus dibawah ini:

Persamaan (1) adalah nilai standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^2} \tag{1}$$

Persamaan (2) adalah Nilai Koefisien Skewness

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times S^2} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3 \tag{2}$$

Persamaan (3) adalah Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4)}{S^4} \tag{3}$$

Persamaan (4) adalah Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S}{X^-} \tag{4}$$

Persamaan (5) adalah Curah hujan rencana untuk periode ulang 10 tahun

$$X_{10}(P) = X^- + (K \times S) \tag{5}$$

Selanjutnya adalah menghitung nilai Curve Number (CN) untuk masing-masing tutupan lahan. Setelah nilai CN untuk tiap tutupan lahan didapat, maka selanjutnya dilakukan perhitungan nilai CN untuk seluruh DAS, dimana:

$$CNDAS = \frac{A \times CN}{A_{total}} \tag{5}$$

Dengan mencari nilai limpasan permukaan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$S = \frac{25400}{CN - 254} \tag{6}$$

$$Pe = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \tag{7}$$

Setelah diketahui nilai limpasan permukaan, maka akan didapatkan nilai volume genangan pada tahun rencana dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Va = A \times Pe \tag{8}$$

### C. Hasil dan Pembahasan

#### Analisis Kesesuaian Lahan untuk Penerapan Berbagai Jenis Green Infrastructure

Analisis ini dilakukan dengan metode skoring berdasarkan nilai kesesuaian lahan yang diwakilkan dengan bobot angka biner. Bobot tersebut adalah: 0 untuk wilayah yang tidak sesuai, 1 untuk wilayah yang sesuai. Setiap data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, diantaranya data shapefile batas administrasi, jenis tanah, kemiringan lereng, tutupan lahan, topografi (DEM), dan hidrologi, diolah menggunakan program penginderaan jarak jauh berupa ArcGis 10.3. Berdasarkan penelitian yang terdahulu, maka dapat digunakan kriteria kesesuaian lahan untuk tiap jenis green infrastructure yang berpotensi untuk diterapkan. Tabel 1 akan menjabarkan kriteria sebagai berikut.

**Tabel 1.** Kriteria Kesesuaian Lahan

No	Jenis Infrastruktur	Luas DAS (Ha)	Kemiringan Lereng	Ordo Tanah	Tutupan Lahan	Luas Minimum
1	Bioretensi	<0,81	<5%	A-D	Non terbangun	0,068 Ha
2	Sengkedan Rumput	<2,02	<4%	A-D	Non terbangun	0,009 Ha
3	Parit Resapan	<2,02	<15%	A-B	Non terbangun	0,0081 Ha
4	Vegetated Filter Strip	-	<10%	A-D	Non terbangun	0,005 Ha
5	Kolam Retensi	>10,12	<15%	A-D	Non terbangun	1% dari luas DAS
6	Kolam Detensi	>4,05	<15%	A-D	Non terbangun	0,81 Ha

#### Analisis Volume Banjir Rencana DAS Ciliwung Hilir DKI Jakarta

Tahap analisis ini bertujuan untuk mengetahui kondisi intensitas curah hujan rencana dan volume banjir rencana pada DAS Ciliwung Hilir DKI Jakarta berdasarkan metode perhitungan Soil Conservation Service (SCS) dengan kebutuhan data debit terhadap karakteristik fisik DAS [8].

Tahapan awal dalam analisis ini yaitu menentukan nilai limpasan permukaan menggunakan metode SCS. Untuk menghitung nilai limpasan permukaan, perlu dilakukan penentuan pendekatan yang sesuai dengan karakteristik wilayahnya. Langkah dalam penentuan pendekatan tersebut dilakukan dengan analisis distribusi frekuensi. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan analisis distribusi frekuensi adalah data parameter statistik.

#### Perhitungan Kemampuan Green Infrastucture dalam mengurangi Volume Banjir

Tahap analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan green infrastructure yang telah ditetapkan pada analisis sebelumnya dalam mengurangi volume genangan rencana setelah dikurangi dengan kapasitas tampung infrastruktur eksisting. Perhitungan dalam analisis ini menggunakan metode Soil Conservation

Service (SCS). Volume genangan untuk setiap jenis green infrastructure nantinya akan dibandingkan dengan volume genangan total DAS, sehingga akan menampilkan selisih yang merupakan nilai dari kemampuan green infrastructure dalam pengurangan debit/volume banjir.

### **Analisis Kesesuaian Lahan untuk Penerapan Berbagai Jenis Green Infrastructure**

Analisis bioretensi. Data-data spasial yang dimasukkan kemudian dilakukan pembobotan angka biner melalui attribute table tiap-tiap data shapefile, dengan klasifikasi sesuai tabel skoring diatas. Setelah data shapefile tersebut memiliki informasi yang sesuai dengan kriteria skoring, kemudian dilakukan tahap analisis dengan tools spatial analysis tools – overlay – intersect. Setelah proses berhasil, kemudian shapefile hasil intersect tersebut akan menghasilkan attribute table yang telah tergabung dan terklasifikasi sesuai dengan skor kesesuaian lahan untuk penerapan Bioretensi. Selanjutnya, pada tab attribute table terdapat ikon select by attribute. Tab ini bertujuan untuk menampilkan hasil skoring untuk lahan yang sesuai dengan kriteria penerapan Bioretensi, sehingga muncul highlight berwarna biru. Terakhir, untuk memunculkan peta wilayah yang sesuai dan tidak sesuai, dilakukan pengaturan pada tab symbology untuk menampilkan data peta berdasarkan keterangan kesesuaian lahan.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, teridentifikasi bahwa tidak ada lahan yang sesuai untuk diterapkan Bioretensi di DAS Ciliwung Hilir DKI Jakarta. Hal ini dikarenakan pada kriteria penerapannya, Bioretensi hanya dapat diterapkan pada wilayah DAS yang kecil ( $<0,81$ ), sedangkan luasan DAS Ciliwung Hilir yang terdapat di wilayah administrasi DKI Jakarta seluas 65.515 Ha. Artinya, keseluruhan wilayah administrasi DKI Jakarta masuk kedalam wilayah DAS Ciliwung.

Analisis sengkedan Rumput. Pada analisis ini, kebutuhan data yang diolah adalah data kemiringan lereng, jenis tanah, tutupan lahan, dan data topografi (DEM). Data-data tersebut diolah menggunakan program ArcMap 10.3. sebelum diolah dengan spatial analysis tools, data-data shapefile diatas dilakukan skoring menggunakan pembobotan angka biner melalui attribute table pada tiap shapefile.

Analisis parit resapan. Dari hasil analisis yang dilakukan, tidak ditemukan wilayah yang potensial untuk diterapkan green infrastructure pengandali banjir berupa parit resapan. Hal ini dikarenakan kriteria penerapan parit resapan yang memiliki luas maksimal 2,02 Ha, sedangkan luas DAS Ciliwung Hilir di DKI Jakarta seluas 65.515 Ha.

Analisis vegetated filter strip. Tahap analisis ini menggunakan program ArcMap 10.3 dengan kebutuhan data berupa shapefile kemiringan lereng, jenis tanah, tutupan lahan, dan topografi (DEM). Untuk menghasilkan informasi yang sesuai dengan kriteria kesesuaian lahan vegetated filter strip, tiap shapefile diolah dengan metode skoring berupa pembobotan angka biner pada attribute table.

Setelah attribute table sesuai dengan kriteria, maka dilakukan spatial analysis tools – overlay – intersect, sehingga informasi tiap shapefile mengandung angka biner yang mewakili klasifikasi kesesuaian lahan. Untuk menggabungkan informasi tersebut, dilakukan select by attribute yang akan menampilkan lokasi yang sesuai untuk diterapkan green infrastructure berupa vegetated filter strip. Dari hasil analisis ini, teridentifikasi wilayah yang berpotensi untuk penerapan vegetated filter strip seluas 10.114,32 Ha.

Analisis kolam retensi. Analisis ini menggunakan program ArcMap 10.3 dengan kebutuhan data shapefile berupa kelas kelerengan, kondisi tutupan lahan, dan topografi (DEM). Kemudian data shapefile tersebut diberikan bobot angka biner untuk mengklasifikasikan kesesuaian lahan berdasarkan kriteria penerapan kolam retensi menggunakan attribute table yang tersedia dalam ArcMap.

Setelah tahap skoring, data-data tersebut diolah dengan spatial analysis tools – overlay – intersect sehingga menjadi satu data shapefile yang berisikan informasi hasil pembobotan kelas kesesuaian lahan. Wilayah hasil analisis lalu dilakukan select by attribute dan melakukan perubahan kategori dalam symbology sehingga tampilan peta akan terbagi menjadi wilayah yang sesuai dan tidak sesuai. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan bahwa DAS Ciliwung Hilir DKI Jakarta berpotensi untuk diterapkan kolam retensi dengan wilayah potensial seluas 11.650,62 Ha.

Analisis kolam detensi. Data yang dibutuhkan dalam tahap analisis ini yaitu shapefile data kelas kemiringan lereng, jenis tanah, tutupan lahan, dan topografi (DEM), untuk kemudian diolah dengan program ArcMap 10.3. tahap awal dalam analisis ini adalah dengan metode skoring untuk dengan pemberian bobot angka biner pada attribute table tiap shapefile.

Setelah input skoring dimasukkan, maka kemudian masuk ke tahap spatial analysis tools - overlay - intersect untuk menggabungkan informasi hasil skoring dari tiap-tiap shapefile yang dibutuhkan. Setelah itu, untuk menampilkan hasil sortir wilayah, maka dilakukan select by attribute dan perubahan kategori pada symbology sehingga informasi yang muncul pada peta merupakan hasil klasifikasi kesesuaian lahan untuk penerapan kolam detensi.

Berdasarkan tahap analisis yang telah dilakukan, teridentifikasi lokasi potensial penerapan green infrastructure berupa kolam detensi pada DAS Ciliwung Hilir Provinsi DKI Jakarta seluas 11.650,62 Ha.

### **Analisis Kesesuaian Lahan Potensial Berdasarkan Riwayat Banjir**

Analisis ini bertujuan untuk memberikan informasi lebih detail mengenai lokasi potensial penerapan green infrastructure berdasarkan perbandingan dengan kondisi dan sebaran wilayah rawan banjir di DKI Jakarta. Gambaran mengenai wilayah yang rentan terhadap bencana banjir akan ditampilkan pada Gambar 5.7. Dalam tahap analisis ini, kebutuhan data yang digunakan adalah data peta rawan bencana banjir, data luas green infrastructure potensial yang telah dianalisis sebelumnya (vegetated filter strip, kolam retensi, dan kolam detensi), serta data shapefile kondisi tutupan lahan Provinsi DKI Jakarta.

Masuk kedalam tahap analisis, data sebaran wilayah rawan terdampak banjir di DKI Jakarta kemudian di overlay-intersect dengan wilayah potensial untuk penerapan masing-masing jenis infrastruktur dan juga data tutupan lahan pada setiap wilayah potensial. Berikut merupakan penjabaran wilayah yang berpotensi untuk diterapkan green infrastructure: (1) vegetated filter strip dimana lokasi wilayah yang berpotensi untuk diterapkan vegetated filter strip berdasarkan perbandingan antara wilayah rawan banjir, data tutupan lahan, dan kriteria penerapan vegetated filter strip adalah Kecamatan Cakung, Kota Jakarta Timur. Pertimbangan dari penetapan lokasi ini adalah karena kecamatan Cakung merupakan wilayah rawan banjir tinggi, selain itu terdapat luasan lahan dan tutupan lahan yang memadai untuk penerapannya. Total luasan lahan yang dapat diterapkan vegetated filter strip di wilayah ini seluas 1.469,5 Ha. (2) Kolam Detensi dimana penetapan wilayah potensial untuk diterapkan kolam detensi dilakukan dengan melakukan overlay data rawan banjir, tutupan lahan, dan kriteria penerapan kolam detensi. Dari hasil analisis ditemukan bahwa wilayah potensial untuk diterapkan kolam detensi berada di Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat, dengan total luas lahan seluas 989,9 Ha.

### **Analisis Kemampuan Berbagai Jenis Green Infrastructure dalam mengurangi Volume Banjir**

Tahap analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi intensitas curah hujan rencana dan volume banjir rencana pada DAS Ciliwung Hilir DKI Jakarta berdasarkan metode perhitungan Soil Conservation Service (SCS) dengan kebutuhan data berupa curah hujan maksimum tahunan dan kaitannya terhadap karakteristik fisik DAS yang diwakili oleh koefisien Curve Number (CN) pada tiap-tiap karakteristik (Rahmasari, 2017).

Tahapan awal dalam analisis ini yaitu menentukan nilai limpasan permukaan menggunakan metode Soil Conservation Service, yaitu metode perhitungan yang merupakan modifikasi dari metode rasional. Untuk menghitung nilai limpasan permukaan, perlu dilakukan penentuan pendekatan yang sesuai dengan karakteristik wilayahnya. Langkah dalam penentuan pendekatan tersebut dilakukan dengan analisis distribusi frekuensi. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan analisis distribusi frekuensi adalah data parameter statistik.

Setelah mendapatkan nilai perhitungan parameter statistik, maka dilakukan perhitungan terhadap nilai standar deviasi, nilai koefisien skewness, nilai koefisien kurtosis, dan nilai koefisien variasi. Nilai perhitungan dari masing-masing koefisien akan menentukan metode perhitungan distribusi frekuensi yang akan digunakan dalam tahap analisis ini.

Perhitungan nilai standar deviasi dengan menggunakan persamaan (1) didapatkan hasil sebesar 460,67, hasil perhitungan nilai koefisien skewness dengan persamaan (2) didapatkan sebesar 1,3, koefisien kurtosis dengan persamaan (3) didapatkan sebesar 0,1 dan koefisien variasi dengan persamaan (4) didapatkan sebesar 0,9.

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai  $C_s \neq 0$ , maka metode perhitungan distribusi frekuensi yang digunakan adalah Log Pearson III. Adapun lokasi penelitian yang merupakan saluran DAS primer, maka periode pengulangan yang digunakan adalah periode ulang 10 tahun (Rahmasari, 2017). Dari pengolahan diatas, didapatkan Nilai koefisien (K) distribusi frekuensi Log Pearson III untuk nilai  $C_s$  sebesar 1,3 adalah 1,338. Dari nilai koefisien ini selanjutnya dapat dilakukan analisis curah hujan rencana untuk periode ulang 10 tahun dimana dengan menggunakan persamaan (5) didapatkan sebesar 127,53 mm.

Setelah diketahui nilai CN untuk masing-masing tutupan lahan, maka selanjutnya adalah mencari nilai CN total untuk keseluruhan DAS dengan persamaan (6) didapatkan sebesar 64,57.

Selanjutnya adalah perhitungan limpasan permukaan dengan metode perhitungan seperti pada persamaan (7) didapatkan nilai S yaitu sebesar 139,37 mm dan nilai limpasan permukaan yaitu sebesar 0,979 m.

Dari hasil perhitungan diatas, telah didapat nilai limpasan permukaan sebesar 0,979 m. Dengan nilai ini, selanjutnya adalah menghitung nilai volume banjir DAS dengan perhitungan seperti pada persamaan (8). Dan didapatkan hasil yaitu sebesar 641.394.003,8 m<sup>3</sup>.

Perhitungan kolam detensi. luasan kolam detensi yang digunakan didapat dari hasil analisis sebelumnya seluas 989,9 Ha. Adapun jenis tutupan lahan yang dapat dimanfaatkan untuk penerapan kolam detensi diambil dari penggunaan lahan RTH dan tanah terbuka. Dengan hasil perhitungan CN<sub>DAS</sub>, nilai S dan nilai Pe yang sama didapatkan hasil volume setelah diterapkan kolam detensi dengan menggunakan persamaan (8) yaitu sebesar 638.773.395 m<sup>3</sup>.

Kapasitas Tampung Sungai Ciliwung, dengan panjang sungai = 121 Km = 121.000 meter, lebar sungai = 15 meter, tinggi/kedalaman = 12 meter, maka P x L x T = 21.780.000 m<sup>3</sup>

Kapasitas tampung Banjir Kanal Barat (BKB) dengan panjang = 17,4 Km = 17400 m, lebar = 16 m dan tinggi = 12 m, maka P x L x T = 3.340.800 m<sup>3</sup>.

Kapasitas Tampung Sodetan Ciliwung – BKB dengan panjang = 1,2 Km = 1200 m, lebar = 3 m dan tinggi = 4 m, maka P x L x T = 14.400 m<sup>3</sup>.

Selanjutnya total volume kapasitas infrastruktur existing = 21.780.000 m<sup>3</sup> + 3.340.800 m<sup>3</sup> + 14.400 m<sup>3</sup> = 25.135.200 m<sup>3</sup>.

Volume genangan banjir setelah diterapkan kolam detensi dan dikurangi volume tampungan infrastruktur eksisting dengan persamaan (8) didapatkan hasil yaitu 613.638.195 m<sup>3</sup>.

Setelah dilakukan perhitungan diatas, didapatkan bahwa perbandingan volume awal dengan volume penerapan kolam detensi setelah dikurangi dengan volume banjir rencana yang telah dikurangi dengan kapasitas tampungan infrastruktur eksisting adalah:

Va banjir awal – Va banjir setelah penerapan kolam detensi = 641.394.003,8 m<sup>3</sup> - 613.638.195 m<sup>3</sup> = 27.755.808,8 m<sup>3</sup>

Persentase kemampuan kolam detensi dalam mengurangi volume banjir rencana DAS Ciliwung Hilir:

$$\frac{27.755.808,8 m^3}{641.394.003,8 m^3} \times 100\% = 4,33\%$$

Kolam Retensi dimana perhitungan ini Menggunakan asumsi dari kolam retensi yang telah diterapkan oleh pemerintah daerah DKI Jakarta, yaitu kolam retensi di RT 08/RW 03, Kelurahan Sukapura, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara. Kolam retensi tersebut memiliki luasan sebagai berikut:

Panjang = 30 m

Lebar = 13 m

Kedalaman = 5 m

Volume Banjir = P x L x T = 1.950 m<sup>3</sup>

Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh BPBD DKI Jakarta, terdapat 82 kelurahan rawan banjir yang tersebar di Provinsi DKI Jakarta. Kelurahan tersebut membawahi 10.572 RT yang rawan terdampak banjir berdasarkan historis dan analisis data oleh BPBD DKI Jakarta.

Dari data diatas, maka kelurahan rawan terdampak banjir DKI Jakarta dijadikan asumsi dalam penerapan kolam retensi berdasarkan jumlah RT pada tiap kelurahan.

Perhitungan luas potensial penerapan kolam retensi dimana luas kolam retensi eksisting (RT 08, Kelurahan Sukapura) x jumlah RT rawan banjir DKI Jakarta = 390m<sup>2</sup> x 10.572 = 4.123.080 m<sup>2</sup> = 412,31 Ha.

Total kemampuan kolam retensi dalam menampung genangan dengan Va = volume kolam retensi eksisting x jumlah kolam retensi yang dibutuhkan per RT rawan banjir = 1.950 m<sup>3</sup> x 10.572 = 20.615.400 m<sup>3</sup>

Persentase kemampuan kolam retensi dalam mengurangi volume banjir rencana DAS Ciliwung Hilir:

$$\frac{20.615.400 m^3}{641.394.003,8 m^3} \times 100\% = 3,21\%$$

Vegetated filter strip dimana berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa total luasan di wilayah DKI Jakarta yang dapat diterapkan vegetated filter strip seluas 10.114,32 Ha.

Berdasarkan perbandingan antara wilayah rawan banjir, lokasi potensial, dan penutup lahan, maka ditetapkan bahwa Kotamadya Jakarta Timur di Kecamatan Cakung timur merupakan wilayah yang tepat. Adapun jenis tutupan lahan yang sesuai dengan penerapan vegetated filter strip merupakan tutupan lahan padang rumput. Untuk itu, total luas wilayah di Kecamatan Cakung Timur yang sesuai dengan penerapan jenis GI ini seluas 1.469,5 Ha.

Nilai  $CN_{DAS}$  dengan perhitungan menggunakan persamaan (5) didapatkan hasil 64,66, nilai S dengan persamaan (6) didapatkan hasil sebesar 138,82, nilai  $P_e$  dengan menggunakan persamaan (7) didapatkan hasil sebesar 0,976 meter dan nilai  $V_a$  dengan persamaan (8) didapatkan hasil sebesar 639.428.547,2  $m^3$ .

Volume genangan banjir setelah diterapkan vegetated filter strip dan dikurangi volume tampungan infrastruktur eksisting:

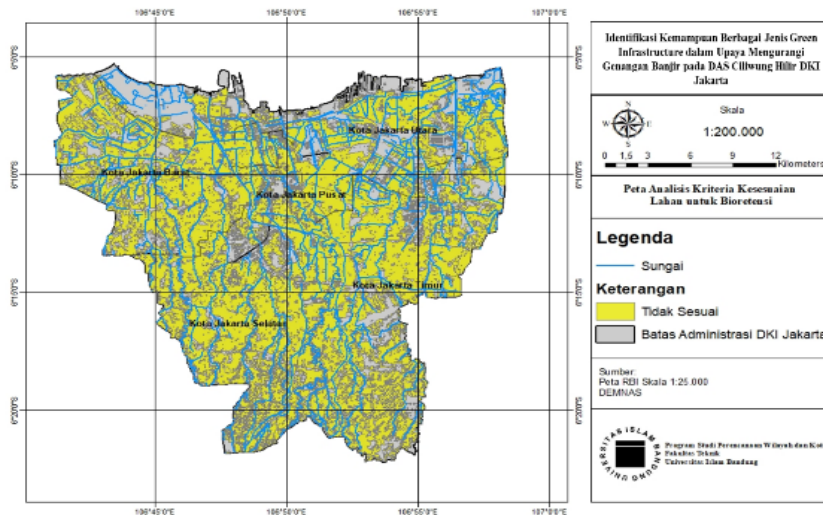
$$V_a = 639.428.547,2 \text{ m}^3 - 25.135.200 \text{ m}^3 = 614.293.347,2 \text{ m}^3$$

Tahap terakhir, yaitu perhitungan volume awal banjir rencana dikurangi dengan volume genangan total setelah penerapan vegetated filter strip, menjadi:

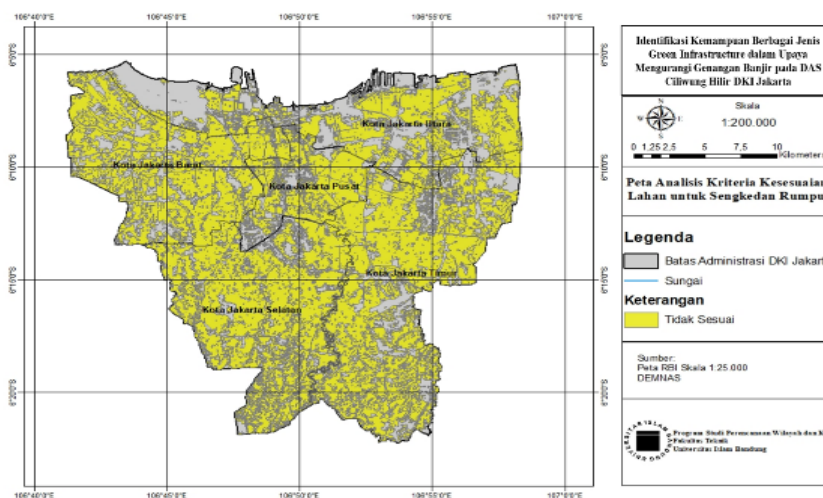
$$V_a = 641.394.003,8 \text{ m}^3 - 614.293.347,2 \text{ m}^3 = 27.100.656,6 \text{ m}^3$$

Persentase kemampuan vegetated filter strip dalam mengurangi volume banjir rencana DAS Ciliwung Hilir:

$$\frac{27.100.656,6 \text{ m}^3}{641.394.003,8 \text{ m}^3} \times 100\% = 4,23\%$$

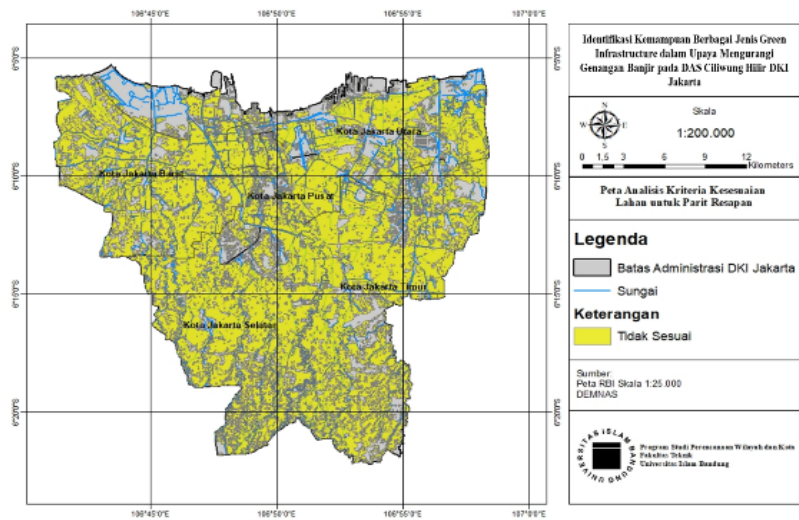


**Gambar 1.** Peta Analisis Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Bioretensi

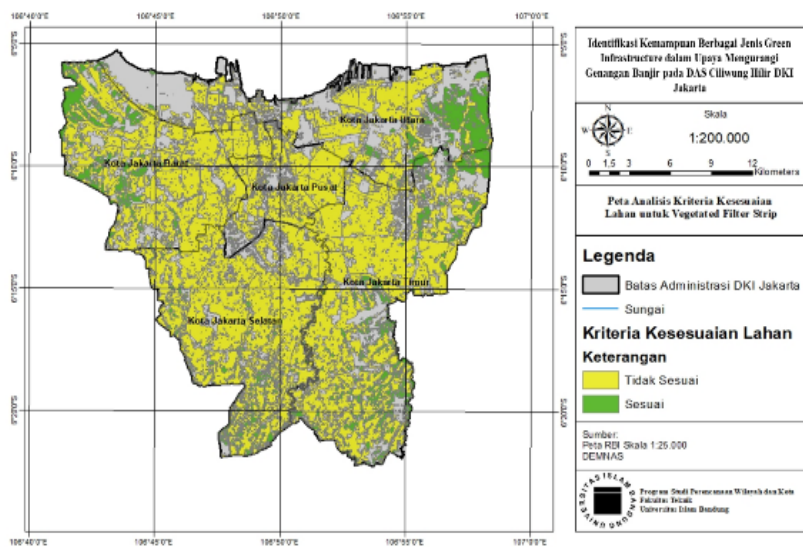


**Gambar 2.** Peta Analisis Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Seungkadan Rumput

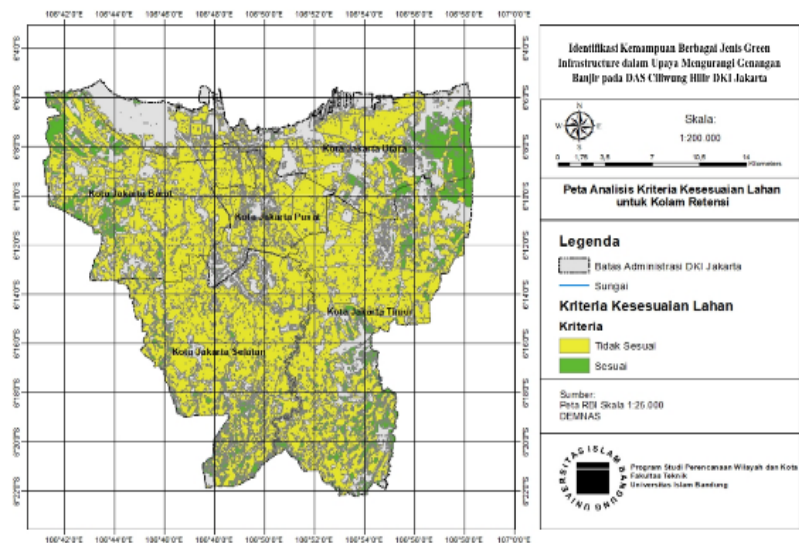




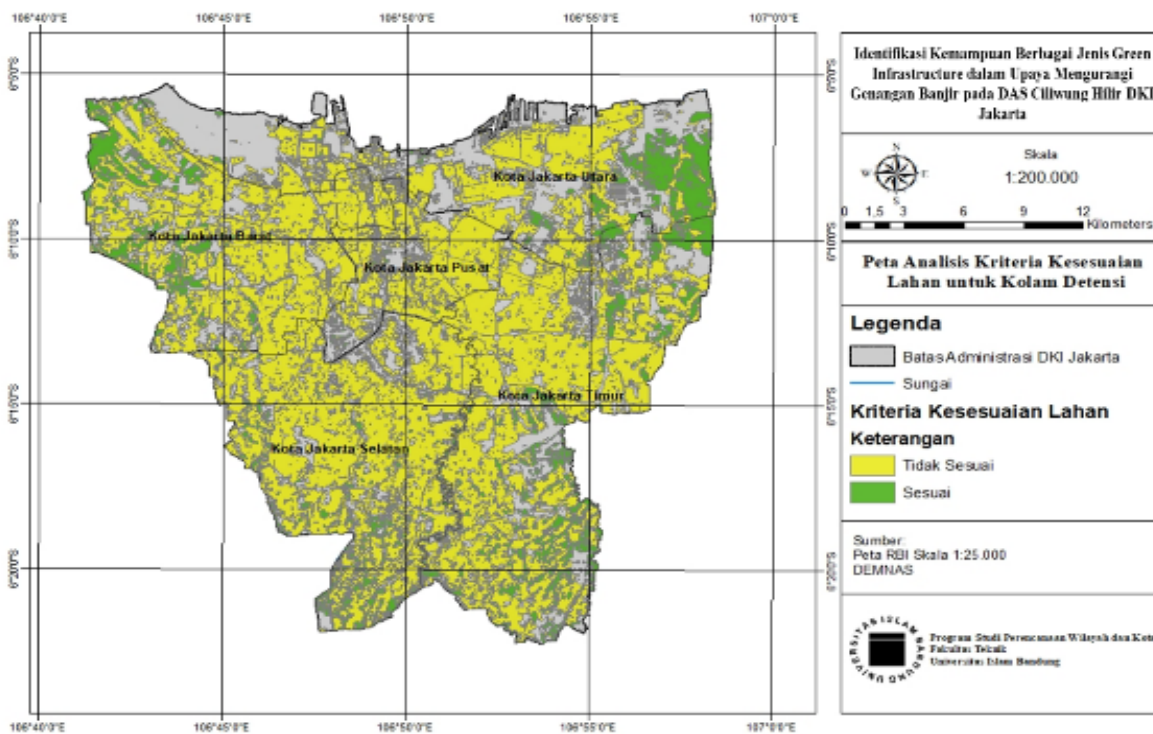
Gambar 3. Peta Analisis Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Parit Resapan



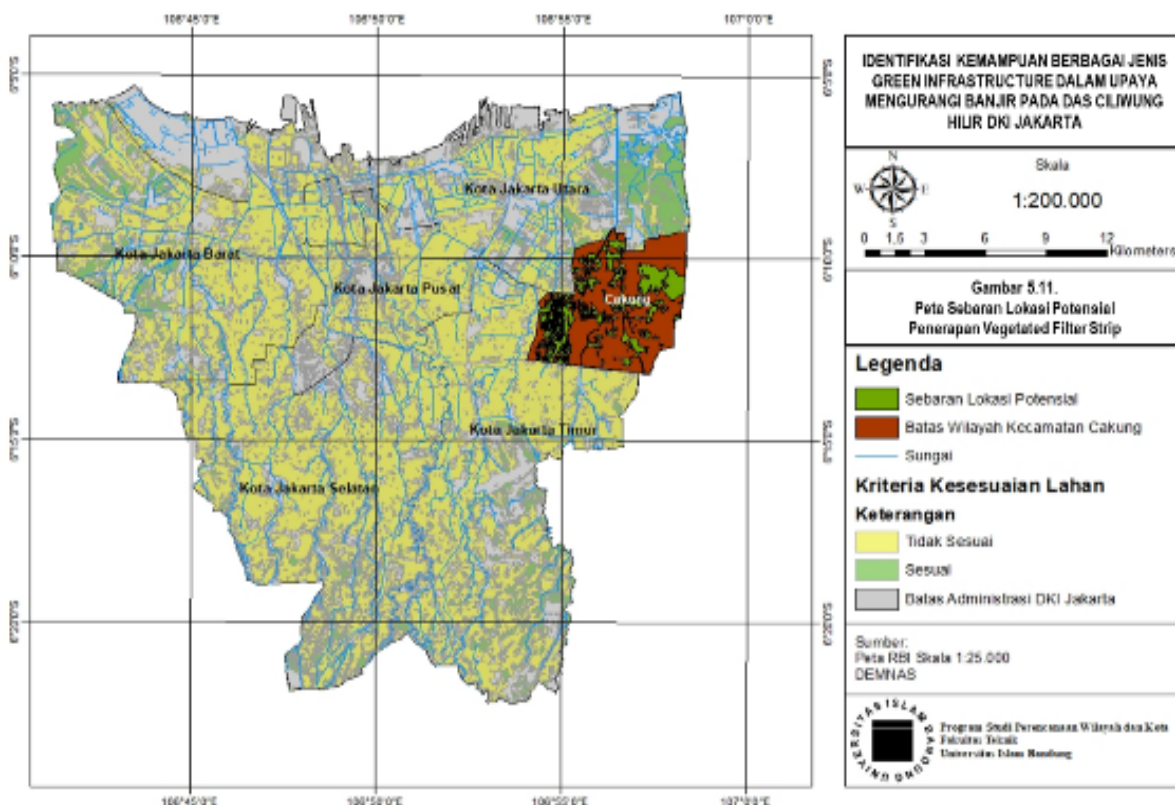
Gambar 4. Peta Analisis Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Vegetated Filter Strip



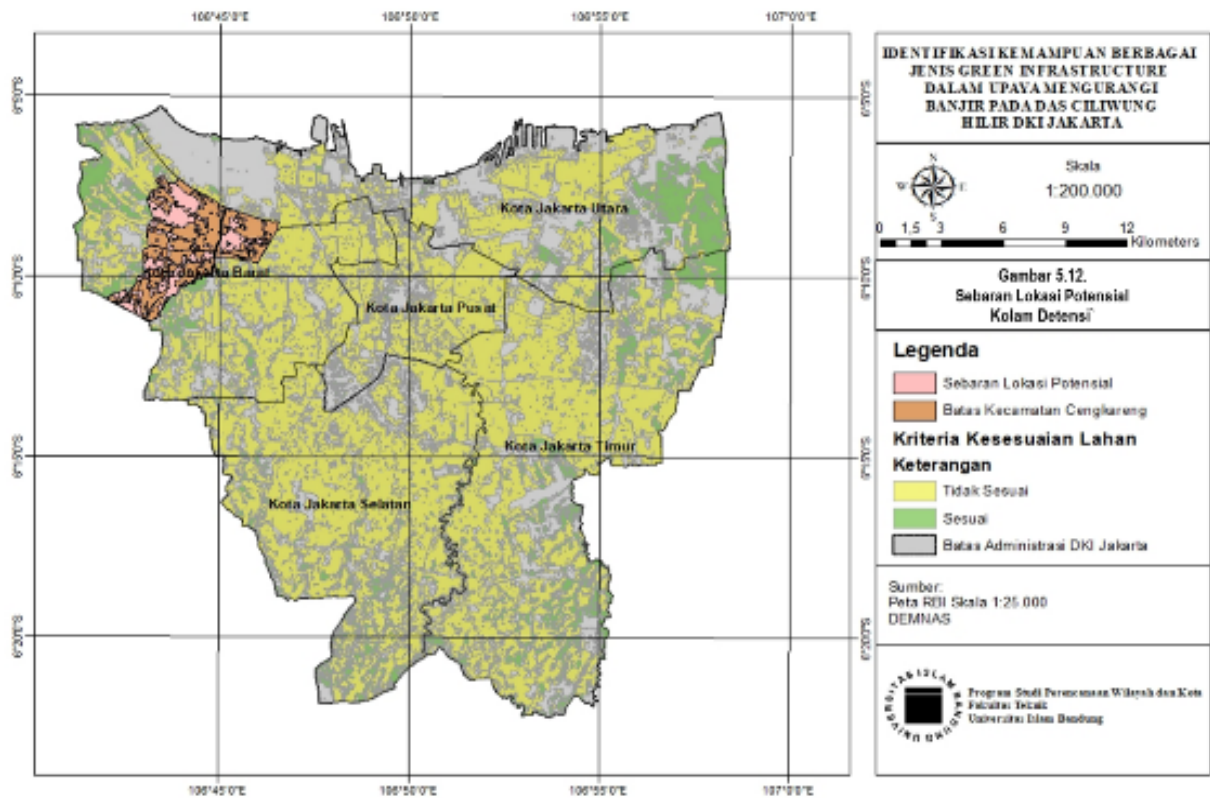
Gambar 5. Peta Analisis Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Kolam Retensi



Gambar 6. Peta Analisis Kriteria Kesesuaian Lahan untuk Kolam Detensi



Gambar 7. Peta Sebaran Lokasi Potensial Penerapan Vegetated Filter Strip



Gambar 8. Peta Lokasi Potensial Kolam Detensi

#### D. Kesimpulan

Hasil analisis kesesuaian lahan mengidentifikasi bahwa dari enam jenis green infrastructure yang terpilih, terdapat tiga jenis potensial untuk diterapkan dalam meningkatkan kemampuan mengurangi banjir di DAS Ciliwung Hilir DKI Jakarta, yaitu vegetated filter strip, kolam retensi, dan kolam detensi. Total luasan wilayah yang berpotensi untuk diterapkan green infrastructure adalah (1) vegetated filter strip seluas 10.114,32 Ha. (lihat sub-bab 5.1.4.). (2) Kolam Retensi seluas 11.650,62 Ha. (lihat sub-bab 5.1.5.) (3) Kolam Detensi seluas 11.650,62 Ha. (lihat sub-bab 5.1.6.)

Berdasarkan analisis kesesuaian lahan berdasarkan riwayat banjir, didapatkan wilayah potensial untuk ketiga jenis green infrastructure yang telah dibandingkan dengan kondisi dan sebaran wilayah rawan banjir, dengan hasil yaitu (1) vegetated filter strip seluas 1.469,5 Ha, dengan wilayah potensial terdapat di Kecamatan Cakung, Jakarta Timur. (2) Kolam retensi yang tersebar pada 10.572 Rukun Tetangga (RT) rawan bencana banjir dengan total luas 412,31 Ha. (3) Kolam detensi seluas 989,9 Ha, dengan wilayah potensial terdapat di Kecamatan Cengkareng, Jakarta Barat.

Berdasarkan analisis kemampuan green infrastructure dalam mengurangi volume genangan banjir, didapatkan nilai volume genangan DAS Ciliwung Hilir berdasarkan periode rencana 10 tahun dan telah dikurangi dengan volume tampung infrastruktur eksisting senilai 616.258.803,8 m<sup>3</sup>. Dari nilai tersebut, maka didapatkan kemampuan ketiga jenis green infrastructure dalam mengurangi genangan yaitu (1) kolam retensi, dengan nilai luas potensial penerapannya sebesar 412,31 Ha, memiliki kemampuan untuk menjadi area tangkapan air sebesar 20.615.400 m<sup>3</sup> atau 3,21 % dari total volume banjir rencana DAS Ciliwung Hilir. (2) Kolam detensi, dengan nilai luas wilayah potensial sebesar 989,9 Ha, memiliki kemampuan untuk mengurangi volume genangan DAS Ciliwung Hilir sebesar 27.755.808,8 m<sup>3</sup> atau 4,33% dari total volume banjir rencana. (3) Vegetated filter strip. Dengan luas wilayah potensial sebesar 1.469,5 Ha, memiliki kemampuan untuk mengurangi volume genangan DAS Ciliwung Hilir sebesar 27.100.656,6 m<sup>3</sup> atau 4,23% dari total volume banjir rencana.

## Daftar Pustaka

- [1] D. Ariyani, “Variabilitas Curah Hujan dan Suhu Udara serta Pengaruhnya Terhadap Neraca Air Irigasi di Daerah Aliran Sungai Ciliwung,” *J. Irig.*, vol. 12, no. 2, p. 97, 2018, doi: 10.31028/ji.v12.i2.97-108.
- [2] U. Andawayanti and L. Prasetyorini, “Analisis Volume Genangan Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan dan Penanggulangannya Berbasis Konservasi Lingkungan (Studi Kasus di Kecamatan ...,” *J. Tek. Pengair.* ..., 2012.
- [3] Z. G. Rahmatullah and Saraswati, “Kajian Mitigasi Bencana Berbasis Kearifan Budaya Lokal di Kampung Adat Naga Desa Neglasari Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya,” *J. Ris. Perenc. Wil. dan Kota*, vol. 1, no. 2, pp. 99–106, Dec. 2021, doi: 10.29313/jrpwk.v1i2.372.
- [4] B. Harsoyo, “MENGULAS PENYEBAB BANJIR DI WILAYAH DKI JAKARTA DARI SUDUT PANDANG GEOLOGI, GEOMORFOLOGI DAN MORFOMETRI SUNGAI,” *Sains Teknol. Modif. Cuaca*, vol. 14, no. 1, 2013, doi: <https://doi.org/10.29122/jstmc.v14i1.2680>.
- [5] EPA, “Green Infrastructure Strategic Agenda 2013,” 2013.
- [6] N. Arazan, *Green Infrastructure and Low Impact Development*. Washington: Environmental Protection Agency Office of Water, 2011.
- [7] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan : Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2007.
- [8] J. K. Nasjono, S. Utomo, and U. D. B. Marawali, “Keandalan Metode Soil Curve Conservation Services-Curve Number untuk Perhitungan Debit Puncak pada DAS Manikin,” *J. Tek. Sipil*, vol. VII, no. 2, p. 183, 2018.