

## REKAYASA LANSEKAP UNTUK PENANGANAN BANJIR (Studi Kasus: Bukit Duri, Kampung Pulo, Kampung Melayu dan Kali Bata Jakarta)

Rudi Purwono<sup>1</sup> & Lely Mustika<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Staf Pengajar Prodi Arsitektur Lanskap, Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) Jakarta

<sup>2</sup> Staf Pengajar Prodi Teknik Arsitektur, Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) Jakarta

<sup>1</sup>purwono123@yahoo.co.id; <sup>2</sup>mustika@istn.ac.id

**Abstrak.** Banjir merupakan permasalahan yang rutin untuk DKI Jakarta, salah satu penyebabnya adalah meluapnya air Sungai Ciliwung. Pada kondisi normal tinggi muka air 0.5-2 m, dengan debit 5-60 m<sup>3</sup>/detik. Pada waktu tertentu di musim penghujan di hulu, aliran yang dibawanya  $\geq 250$  m<sup>3</sup>/detik, ditambah dengan intensitas hujan  $>100$  mm dan berdurasi  $>1$  jam di wilayah Jakarta, menyebabkan muka air sungai naik menjadi  $\pm 3-4$  m, yang merendam bantaran sungai di Kali Bata, Kampung Melayu, Kampung Pulo, dan Bukit Duri. Bantaran sungai menjadi tempat perdagangan, permukiman, bengkel funitur, dsb, kurangnya vegetasi dan Ruang Terbuka Hijau, KDB rata-rata 95% dan menyempitnya sungai menjadi  $\pm 16-20$  m, dengan kedalaman  $\pm 1$  meter. Berdasarkan hal tersebut dilakukan kajian analisis dimensi sungai untuk mengalirkan debit sungai dari hulu dan debit larian, dengan asumsi lebar sungai 16-70 m, kedalaman 2-3 m, tinggi tanggul 1 m. Hasil analisis lebar sungai 50-70 m, pada debit 600 m<sup>3</sup>/detik dan RTH 50% dari wilayah tangkapan, terjadi kondisi muka air -0.50 m dari tanggul, untuk itu konsep Rekayasa Lanskap sungai dibuat lebar 50-70 m, kedalaman 3 m, tinggi tanggul 1 m, dengan sempadan  $\pm 10-25$  m untuk wilayah perkotaan, dan  $\geq 50$  m untuk wilayah hulu. Vegetasi peneduh, pelindung dan penutup tanah, dipilih untuk mengurangi erosi, longsor, dan menurunkan aliran permukaan, dan material dibuat dari batu kali sebagai penjaga ekosistem sungai.

**Kata Kunci:** Banjir, Sungai Ciliwung, Bantaran Sungai dan DAS, Ruang Terbuka Hijau, Rekayasa Lanskap

***Abstract.** Flooding is a routine problem in Jakarta, one of the reasons is the overflowing of Ciliwung river. In normal conditions the water level of the river is 0.5-2 m, with water discharge of 5-60 m<sup>3</sup>/sec. At a certain time in rainy season in the upstream, the stream carries  $\geq 250$  m<sup>3</sup>/sec, coupled with  $\geq 100$  mm rainfall intensity within  $>1$  hour duration in Jakarta, causing the water level of the river rose to  $\pm 3-4$  m and immersing the riverbanks in Kali Bata, Kampung Melayu, Kampung Pulo and Bukit Duri. Riverbanks become a trading place, settlement/habitation, workshop furniture, etc., the lack of vegetation and green open space, KDB average of 95% and a narrowing of the river to  $\pm 16-20$  m, with a depth of  $\pm 1$  meter. Based on that situation, a study of dimensional analysis of the river is conducted to flow the water discharge from upstream river and discharge runoff, assuming the width of the river is 16-70 m, a depth of 2-3 m, 1 m high of embankment. Results of analysis of the river width 50-70 m in the discharge of 600 m<sup>3</sup>/sec and RTH 50% of the water catchment area, the water level conditions occur -0.50 m of embankment, therefore the concept of Landscape Engineering made river width 50-70 m, a depth of 3 m, 1 m height of embankment, with demarcation  $\pm 10-25$  m for urban areas, and  $\geq 50$  m for the upstream region. Vegetation, protection, and ground covering, chosen to reduce erosion, landslide, and lowering the surface of river streaming, and the material is made of stone as keepers of the river ecosystem.*

**Keywords:** Flood, Ciliwung River, River Plate and Conservation, Green Open Space, Landscape Engineering

### PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung terletak di wilayah administrasi Provinsi Jawa

Barat dan DKI Jakarta, mengalir dari hulu di Gunung Pangrango yang terletak di sebelah selatan Kota Bogor dan Bermuara di Jakarta.

Sungai Ciliwung merupakan sungai sedang yang mempunyai sejarah peradaban yang sangat panjang, yang terkenal sampai ke mancanegara. Seiring dengan berjalannya waktu, dengan kondisi perkembangan kota baik Bogor, Depok, dan Jakarta yang teramat pesat menyebabkan semakin berkurangnya Ruang Terbuka Hijau sebagai tempat meresapnya air, menciutnya lebar sungai dan pendangkalan. Dengan kondisi tersebut maka rutin setiap tahun banjir melanda daerah tertentu di sekitar Sungai Ciliwung.



Gambar 1. Sungai Ciliwung meluap, Jatinega banjir (2017) (Sumber: www.news.detik.com)



Gambar 2. Banjir pada bantaran Sungai Ciliwung (Sumber: www.google.com)

Pada awal tahun 2002 dan 2007 yang merupakan periode lima tahunan, Daerah Airan Sungai Ciliwung airnya meluap yang menimbulkan banjir bandang, kejadian ini menyebabkan tergenangnya daerah permukiman yang cukup luas berikut infra struktur penting termasuk Jalan Otista, Jalan Raya Kali Bata, Jalan KH Abdulah Syafi'i dan Jalan Jatinegara Barat. Dari penelusuran sejarah Jakarta, banjir di Jakarta sudah terjadi sejak tahun 1621, pada jaman kolonial Belanda dan sudah menjadi langganan yang rutin sampai dengan saat ini. Memperhatikan hal tersebut di atas maka perlu dilakukan kajian penataan lanskap bantaran Sungai Ciliwung dengan mempertimbangkan aspek Teknis, ekonomi, sosial budaya dan lingkungan. Terutama pada wilayah yang

sering terjadi banjir. Permasalahan pada bantaran sungai di wilayah kajian adalah perusakan hutan dan lingkungan DAS mengakibatkan iklim menjadi tidak menentu, kemarau yang berkepanjangan dan hujan yang turun dengan kecenderungan dengan intensitas yang besar dan berdurasi cukup lama.



Gambar 3. Kegiatan Pembangunan dan Perubahan Lahan

### Lanskap

Pengertian mengenai lanskap; *land* adalah lahan dengan media dapat berupa tanah (*soil*) dan air, yang di atasnya terdiri dari elemen *softscape* dan *hardscape*. Elemen *softscape* adalah semua jenis vegetasi, dan *hardscape* adalah sesuatu yang massif seperti batuan, kayu dan sebagainya. Vegetasi mempunyai beberapa fungsi: Pelindung, Pengarah, Penguat dan Penutup. Menurut jenisnya:

1. Pohon seperti: Cemara, Trembesi, Ketapang, Beringin, Sengon, Tanjung, dsb.
2. Perdu dan semak: Bambu, dsb.
3. Rumput: semua jenis rumput-rumputan penutup tanah.

Vegetasi dibedakan dengan tempat tumbuhnya, yaitu: Tempat basah dan terendam air, seperti pohon Bakau, Nipah, tempat kering seperti Tumbuhan pada umumnya; Trembesi, Sengon, Mahoni, ketapang, dsb. Tempat tumbuh, dibedakan berdasarkan topografinya, pada dataran rendah, dataran sedang dan dataran tinggi. Vegetasi mempunyai fungsi yang sangat penting yaitu menjaga keseimbangan ekosistem, berfungsi sebagai penguat struktur tanah dari longsor pada bantaran dan mencegah erosi, mengurangi kecepatan aliran permukaan, dan meningkatkan kapasitas infiltrasi, melindungi tanah dari curahan langsung air hujan.

*Hardscape* terdiri dari semua unsur keras, seperti; batuan sebagai unsur alam banyak terdapat pada hulu sungai, yang berfungsi sebagai pemecah energi air, dan memperkaya kandungan oksigen dan pada bantaran sungai, sebagai penahan longsor. Kawasan terbuka hijau adalah sangat baik untuk penyerapan air dapat dilihat dari nilai Koefisien Limpasan pada tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Limpasan

No	Jenis Daerah	Koef Limpasan	Sumber
1.	Taman dan Pekuburan	0.10-0.25	1, 2
2.	Tempat bermain	0.20-0.35	1, 2
3.	Hutan datar 0%-5%	0.10-0.40	2
4.	Hutan bergelombang 5%-10%	0.25-0.50	2
5.	Hutan berbukit 10%-30%	0.30-0.60	2
6.	Perkerasan beraspal dan beton	0.70-0.95	1, 2
7.	Perkerasan paving blok	0.50-0.70	1, 2
8.	Daerah Stasiun Kereta Api	0.20-0.40	1
		0.10-0.35	2
9.	Kawasan Perdagangan	0.75-0.95	1
		0.70-0.90	2
10.	Perumahan berkelompok, tergabung	0.60-0.75	1, 2

Sumber: (Schwab, et al, 1981, dalam Arsyad, 2006) dan (Mc Guen, 1989, dalam Suripin (2003).

### Hidrolika Sungai

Pada prinsipnya air mengalir karena adanya perbedaan tinggi, semakin besar perbedaan tinggi dan besaran volumenya maka tekanan airnya semakin besar. Sungai mengalir pada cekungan tanah yang membentuk badan sungai, sehingga mempunyai dimensi kedalaman, Lebar, profil basah, keliling basah, dan jari-jari hidrolis. Karena itu pengaliran air di sungai mampu menyeret partikel dasar sungai, tergantung dari jenis tanah dan batuan. Dengan adanya tenaga angkut dan tenaga angkat, sedimen dapat terangkut yang berupa muatan dasar dan muatan layang. Faktor sedimen meliputi jenis material, diameter butiran dan volume persatuan waktu. Pada bagian hilir dimana pengalirannya melambat maka butiran yang berat diendapkan terlebih dahulu. Maka terjadilah degradasi yaitu kenaikan dasar alur sungai atau dasar palung sungai dengan parameternya adalah panjang,

lebar dan tinggi. Degradasi berarti penurunan dasar alur sungai atau dasar palung sungai dengan parameternya adalah panjang, lebar, dan kedalaman.

### METODOLOGI

Dalam menyelesaikan permasalahan banjir dalam wilayah kajian dilakukan dengan pendekatan Rekayasa Lanskap dengan indikator tata guna lahan, Geografi dan morfologi, *softscape* dan *hardscape* serta hidrolanskap. Dalam kajian ini juga dilakukan dengan simulasi model dengan program HEC-RAS, yang hasilnya sebagai bahan pertimbangan dalam Rekayasa Lanskap

### HASIL DAN PEMBAHASAN Kondisi Wilayah Bukit Duri\_Kampung Pulo

Wilayah Jakarta sebagai wilayah hilir, kondisi bantarannya sudah rusak dengan perumahan kumuh yang berkembang dengan pembangunan yang mengecilkan lebar sungai, bantaran nyaris banyak yang sudah beralih fungsi untuk kegiatan MCK penduduk dan kegiatan lainnya yang tepat pada bibir sungai. Lanskap untuk wilayah Jakarta yaitu pada wilayah kajian; Bukit Duri, Kampung Pulo, Kampung Melayu, dan Kali Bata kondisi bantarannya sudah berupa permukiman padat. Sebagian besar permukaan tanah tertutupi oleh perkerasan. Jika hujan turun maka peresapan air oleh tanah maksimum hanya 15 % dari curah hujan yang terjadi, sisa air mengalir melalui drainase yang ada, yang berujung pada Sungai Ciliwung atau pada bagian lain menjadi genangan. Pada wilayah bantaran Bukit Duri banyak di dominasi oleh penduduk dengan sektor usaha perkayuan (membuat kusen, mebel), dan perkantoran permanen di sisi Jalan Jatinegara Barat, untuk wilayah Kampung Pulo, Kampung Melayu, dan Kali Bata, bantarannya adalah kawasan permukiman padat. Dapat dilihat pada gambar 1, bahwa wilayah Bukit Duri, Kampung Pulo, Kampung Melayu, dan Kali Bata berada pada level banjir mulai dari sama dengan muka air banjir terendah sampai dengan muka air banjir tertinggi. Pada kondisi lahan yang demikian maka wilayah ini mempunyai risiko 100 % terhadap banjir, pada level banjir besar maka risiko banjir untuk wilayah ini mencapai 250-300 meter dari bantaran sungai.



Gambar 3: Kondisi wilayah (Bukit Duri-Kampung Pulo)  
(Sumber: Google Earth, diolah kembali)

Pada kondisi lahan yang rendah dari muka air banjir seperti pada gambar 3, maka akan terjadi kondisi;

1. Pada musim kemarau dimana permukaan air sungai pada batas terendah sampai dengan normal, aliran air dari drainase akan mengalir lancar menuju sungai.
2. Pada kondisi debit sungai meningkat yang mengakibatkan permukaan air sungai tinggi, aliran drainase menjadi tertahan pada outlet di bantaran (*Back water effect*), jika permukaan air sungai terus meninggi maka air sungai akan masuk melalui outlet drainase, gambar 4.
3. Pada kejadian hujan turun pada wilayah ini  $\geq 100$  mm dibarengi dengan kenaikan debit sungai  $\geq 200$  m<sup>3</sup>/detik, wilayah ini akan tergenang cukup luas, seperti gambar 5.

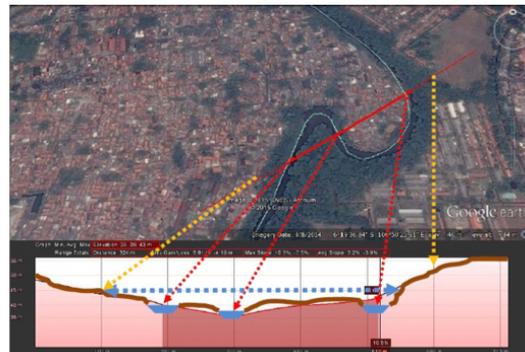


Gambar 4. Kondisi Outlet Saluran Drainase Pada Sungai



Gambar 5. Wilayah Bukit Duri berdasarkan kondisi topografi

Pada gambar 6, adalah salah satu wilayah yang berada di selatan Jakarta dengan ketinggian bantaran  $\geq$  dari muka air banjir tertinggi sehingga tidak menyebabkan limpasan di kanan-kirinya.



Gambar 6. Wilayah Bukit Duri berdasarkan kondisi topografi

### Kondisi Vegetasi Bantaran Sungai Wilayah Kajian

Vegetasi pada bantaran sungai di Bukit Duri, Kampung Pulo, dan Kampung Melayu nyaris sudah tidak berfungsi alamiah, karena sudah rusak, dan walaupun ada hanya sekedar tumbuh; seperti pohon seri, beringin, kupu-kupu, ketapang dan tanpa tanaman semak atau penutup tanah. Untuk wilayah Kali Bata masih terdapat pohon bambu. Sehingga bantaran sungai pada wilayah ini menjadi sedikit terlindungi secara alamiah. Vegetasi pada bantaran yang mengalami pasang surut banjir permasalahannya adalah terkontaminasinya vegetasi oleh lumpur, sampah, dan terbawa aliran air yang deras, sehingga vegetasi yang ada rusak.

Dalam kejadian pasang surut banjir yang mengakibatkan rusaknya vegetasi, perlu dilakukan pemilihan *softscape* berdasarkan tanaman yang sesuai untuk menahan erosi, kuat terhadap aliran air, hidup di tanah basah dan kontaminasi lumpur, dan mampu menahan struktur tebing dari longsor. Pada pemilihannya dibagi menjadi:

- a. Tanaman untuk melindungi tanggul dan bantaran dari erosi dan longsor;
- b. Tanaman pelindung;

- c. Tanaman penutup tanah dan yang berfungsi untuk menahan laju *runoff*;
- d. Tanaman yang tidak menghasilkan sampah, dengan daunnya yang mudah rontok secara masal;
- e. Tanaman yang dapat melindungi keanekaragaman satwa yang ada dan fungsi ekologi lainnya;
- f. Tanaman yang tidak mudah patah dan tumbang;
- g. Tanaman yang berfungsi sebagai barier perlindungan sungai;
- h. Tanaman yang berfungsi sebagai estetis.

### Kondisi Hidro Lanskap Bantaran Sungai Wilayah Kajian

Pada saat musim hujan dan debit sungai meningkat, daerah sempadan sungai berfungsi sebagai daerah tangkapan air, sehingga air dapat meresap ke tanah. Sempadan sungai merupakan daerah dimana mekanisme *inflow* ke sungai dan *outflow* ke air tanah terjadi merupakan proses konservasi hidrologis sungai dan air tanah. Pada wilayah kajian sempadan sungai sangat tidak jelas, bahkan bantarannya pun sudah merupakan rumah penduduk, sehingga daerah untuk menyerapnya air sudah tidak ada.

Kondisi debit sungai pada musim kemarau Sungai Ciliwung sangat rendah berkisar 1-5 m<sup>3</sup>/detik, dan airnya hanya sebatas lutut orang dewasa sekitar 50 cm. Kecenderungan curah hujan yang semakin meningkat menyebabkan debit sungai meningkat sangat tajam pada musim penghujan mencapai  $\geq 250$  m<sup>3</sup>/detik, pada banjir bandang 5 tahunan mencapai 560 m<sup>3</sup>/detik. Kejadian ini dapat terjadi karena intensitas hujan pada daerah hulu sangat lebat  $\geq 100$  mm/hari, dan curah hujan di Jakarta mencapai 230 mm/hari di Jakarta, menurut catatan BMKG. Wilayah-wilayah yang tergenang banjir karena limpasan sungai adalah pada bantaran dan wilayah dengan kondisi topografi berada di bawah level banjir. Berdasarkan data-data yang ada, dilakukan simulasi dengan melakukan parameter debit sungai mulai dari 10-600 m<sup>3</sup>/detik, yang nantinya disesuaikan dengan data debit yang pernah terjadi sebagai parameter perencanaan.

Secara alamiahnya Sungai Ciliwung mempunyai lebar 30 meter dengan kedalaman

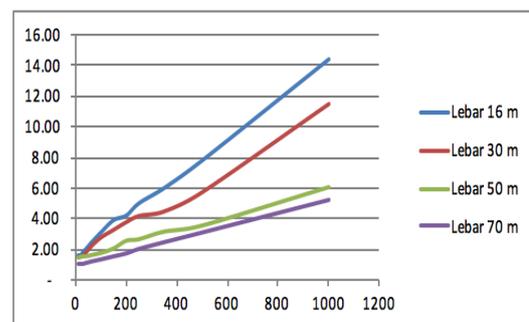
rata-rata 2 meter, dengan kondisi bantaran dengan lereng yang landai sampai dengan curam. Tinggi bantaran bervariasi antara 0-8 meter. Pada kondisi wilayah Bukit Duri, Kampung Pulo, Kampung Melayu dan Kali Bata bantarannya sudah menjadi hunian, sehingga bangunan penduduk persis di tepian sungai.



Gambar 7. Ilustrasi penampang sungai

### Konsep Hidro Lanskap Bantaran Sungai Wilayah Kajian

Dalam analisis dengan simulasi model menggunakan HEC-RAS dengan mengambil parameter Lebar sungai 16, 30, 50 dan 70 meter kedalaman 2 meter, tinggi tanggul 1 meter. Debit sungai secara teoritis mulai dari 10-600 m<sup>3</sup>/detik, didapat grafik seperti pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil Analisis Model

Untuk itu dalam perencanaan Lanskap untuk mengatasi banjir perlu dilakukan manajemen debit aliran dari hulu, dari simulasi model dapat dijabarkan dibawah ini:

Dari simulasi sodetan Sungai Ciliwung kearah BKT hanya 60 m<sup>3</sup>/detik, dan 120 m<sup>3</sup>/detik, Jika debit maksimum dari katulampa 600 m<sup>3</sup>/detik, pada STA KaliBata debit tetap 600 m<sup>3</sup>/detik, lebar sungai 70 m, kedalaman 3 m, tanggul 1 m, tinggi muka air -1.00 m dari tanggul, dengan adanya BKT saat ini debit 60-120 m<sup>3</sup>/detik, debit aliran yang menuju Kampung Melayu hanya berkisar 480-540 m<sup>3</sup>/detik, hasil simulasi model jika lebar sungai 50 m, kedalaman 3 meter, tinggi tanggul 1 m, akan terjadi tinggi muka air  $\geq 4.5$  m, masih terjadi limpasan muka air sungai. Untuk lebar sungai 70 m, kedalaman 3 m, tinggi tanggul 1 m, kondisi muka air -1.10 dari tanggul. Dan untuk yang menuju Manggarai dan Kenari aliran air terbagi dua menjadi  $\pm 350$  m<sup>3</sup>/detik dan 190 m<sup>3</sup>/detik, menurut model lebar sungai 50 m, kedalaman 3 m, tinggi tanggul 1 m, akan mempunyai ketinggian air -1.00 m dari tanggul, sehingga tidak terjadi limpasan air sungai. Untuk itu pemecahan permasalahan dari wilayah kajian yang selama ini terjadi limpasan air adalah berada di bawah level banjir, perlu penanganan yang komprehensif yaitu: Dimensi sungai harus tetap dijaga lebar dan kedalamannya, agar daya tampungnya maksimal.

Berdasarkan hasil analisis dapat ditentukan penampang sungai rencana, untuk menampung debit maksimum, dilanjutkan dengan melakukan melakukan rekayasa lanskap antara lain; perencanaan ruang terbuka hijau, disain penampang sungai serta konsep vegetasinya, dibuat penampang sungai dengan Lebar Sungai 50-70 m, dengan kedalaman 2-3 m, tinggi bantaran 1 m, lebar bantaran 2 m, tinggi tanggul 0.5-1 m, lebar tanggul 3 m. Sehingga dibutuhkan lebar total  $(50+2+3+2+3) = 60$  m, untuk lebar sungai 30 m, lebar total 40 m. Koefisien Limpasan untuk RTH 0.02-0.25 sedangkan untuk wilayah terbangun (perkotaan = 0.7-0.9, permukiman padat = 0.6-0.75, atap = 0.75-0.95, jalan dan hamparan = 0.75-0.85, halaman kereta api = 0.10-0.35), Jadi merubah bahkan menghilangkan RTH menurunkan infiltrasi tanah, sehingga menaikkan koefisien limpasan sebesar = 0.35-0.50 untuk wilayah kajian, yang menyebabkan banjir.

### Konsep Lanskap Bantaran Sungai Wilayah Kajian

Tatanan Lanskap pada bantaran sungai, sempadan sungai, dan DAS mempunyai fungsi untuk menjaga keberlangsungan sungai dan sebagai paru-paru kota, Ruang Terbuka Hijau sangat dibutuhkan untuk kehidupan masyarakat kota, pada sisi kanan dan kiri dari wilayah Kali Bata, Kampung Melayu, Kampung Pulo, dan Bukit Duri, Ruang Terbuka Hijau dan kondisi penghijauan sangat minimal. Dari hasil observasi Ruang terbuka Hijau dan kawasan resapan pada wilayah ini  $\pm 5\%$  dari lahan yang ada.

Di wilayah ini diperlukan Ruang Terbuka Hijau dan resapan air, sehingga mengurangi debit limpasan. Untuk sepanjang sungai perlu dibuat daerah hijau yang berfungsi untuk melindungi sungai, dengan lebar  $\pm 10-30$  m untuk wilayah perkotaan, dan untuk wilayah hulu harus dibuat  $>50$  m guna menjaga ekosistem sungai. Untuk menerapkan sempadan yang benar adalah suatu yang tidak mudah, karena beberapa hal seperti:

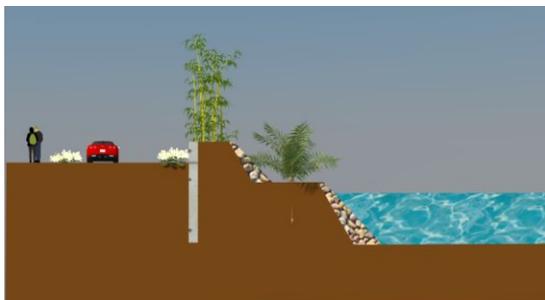
1. Kondisi bantaran adalah permukiman penduduk
2. Kesadaran penduduk belum tumbuh
3. Kebijakan mengenai bantaran belum dijalankan
4. Kondisi keuangan Pemerintah

Adapun kekuatan yang dipunyai Pemerintah adalah:

1. Undang-Undang nomor 7 Tahun 2004, tentang Sumber Daya Air, Pasal 2, Pasal 3, Pasal 4.
2. Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2012, Tentang Pengadaan Tanah Bagi Pembangunan Untuk Kepentingan Umum, Pasal 3, Pasal 10 huruf c, l, dan m.
3. Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012, tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Pasal 2 ayat 1, 2, 3, 4.
4. Peraturan Pemerintah nomor 38 tahun 2011, tentang sungai, Pasal 2, Pasal 3 ayat 1 dan 2, Pasal 4.
5. Peraturan Menteri PU nomor 48 tahun 1990, tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Pasal 3 ayat 1 dan 2.
6. Peraturan Daerah mengenai pemberian izin membangun.

Rekayasa Lanskap Sungai pada bantaran sungai dan Sempadan dibuat dalam tiga katagori:

1. Sungai yang melintasi kawasan perkotaan sampai dengan muara atau hilir, mulai kawasan kwitang sampai laut. Mempertimbangkan kawasan terbuka hijau dengan vegetasi wilayah pesisir, seperti; Pohon Bakau. nipah yang berfungsi sebagai penghijauan juga penahan abrasi air laut dan erosi sungai di kawasan muara.
2. Sungai yang melintasi tengah kota dalam kasus kajian mulai dari Kali Bata sampai dengan Kwitang merupakan kawasan perkotaan. Kawasan yang merupakan peralihan antara kawasan tengah dan utara, perlu dilakukan penghijauan, dengan tanaman pada bantaran seperti: Pohon Nipah, dan pada sisi tanggul adalah pohon peneduh seperti: Pohon Trembesi, Ketapang, dsb.



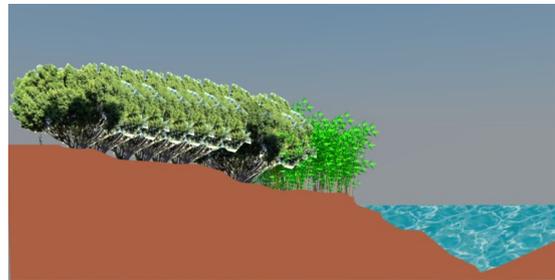
Gambar 9. Disain Lanskap Sungai Perkotaan



Gambar 10. Disain Lanskap Sungai Wilayah Kali Bata- Mangarai

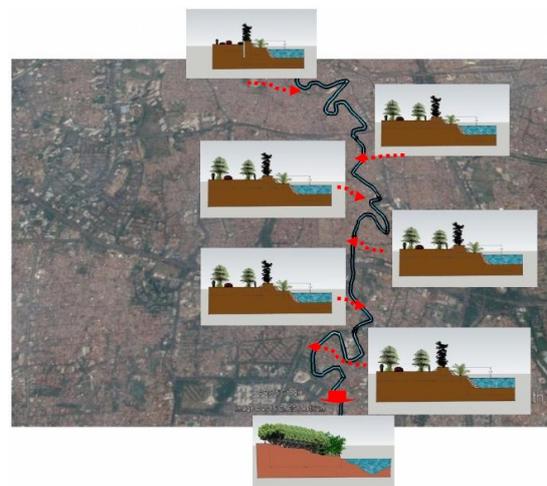
3. Wilayah Tengah Depok sampai dengan Kali Bata merupakan wilayah antara Wilayah ini adalah merupakan wilayah yang terpenting sebagai wilayah peralihan yang harus dijaga keberadaannya. Oleh sebab itu kawasan ini harus steril dari kawasan terbangun  $\pm$  50 meter dari tepi sungai, dan merupakan zona dengan pengawasan yang ketat, untuk perizinan pembangunan.

4. Sungai pada Bagian Hulu adalah di Bogor sampai dengan Gunung Pangrango. Kawasan ini adalah kawasan yang sangat penting untuk di jaga kealamiahannya, karena merupakan zona pengaman untuk wilayah Jakarta dan sekitarnya, untuk itu wilayah ini adalah zona pengawasan ketat  $>50$  meter dari tepi sungai.



Gambar 11. Disain Lanskap Sungai Wilayah tengah dan hulu

Untuk pembangunan baik perumahan, rumah tunggal, dan kawasan perkantoran harus menyisakan ruang terbuka untuk resapan air  $\pm 40-60\%$ , memperbanyak RTH kota di sepanjang Sungai, pada kondisi ini jika hujan turun dengan intensitas  $\geq 100$  mm dengan konsenrasi lama pada seluruh daerah tangkapan di sepanjang sungai maka akan terjadi  $Q_p \geq 297$  m<sup>3</sup>/detik, dengan koef limpasan 85%. Jika dibuat RTH yang cukup  $\pm 40-50\%$  luas wilayah, koefisien limpasan menjadi berkisar  $\pm 0.4-0.5$ , sehingga  $Q_p = 140-175$  m<sup>3</sup>/detik. Menurunkan debit limpasan cukup besar, sehingga banjir dapat dikendalikan.



Gambar 11. Disain Lanskap Sungai

### KESIMPULAN

Pertumbuhan penduduk Jakarta yang semakin bertambah besar, maka dibutuhkan ruang untuk infrastruktur juga bertambah besar, sehingga kawasan terbuka hijau, dan lahan semakin habis, dapat dilihat dari koefisien dasar bangunan yang terjadi saat ini 95%, yang seharusnya menurut ketentuan dalam IMB adalah antara 20-60%, tergantung dari ketetapan wilayah dalam tata ruang. Dengan kondisi ini resapan air (infiltrasi) menjadi hanya berkisar 10-15% saja yang dapat diserap oleh tanah. Akibat dari infiltrasi yang rendah maka aliran permukaan (*runoff*) menjadi besar. Pada musim penghujan dengan intensitas yang mempunyai kecenderungan terus meningkat. Ditambah semakin berkurangnya lahan hutan dan daerah resapan karena pembangunan di sekitar DAS tengah dan hulu, mengakibatkan debit air pada musim penghujan menjadi meningkat tajam dan akan kekeringan di musim kemarau. Untuk itu perlu dilakukan rekayasa lanskap dengan menetapkan sempadan sungai dan DAS yang jelas dan tegas, pembuatan jalur hijau dan Ruang Terbuka Hijau di sepanjang sungai, akan mengurangi air larian (*runoff*) sebesar 30%, dengan membuat lebar sungai 50-70 meter, kedalaman 2-3 meter dan sempadan disesuaikan untuk wilayah hilir, tengah dan hulu, lebar bantaran 2 meter, lebar tanggul 2-3 meter dan tinggi tanggul 1 meter, dengan material batu kosong yang diisi tumbuhan rumput, cukup mampu mengendalikan banjir di musim penghujan, yaitu pada kondisi muka air sungai masih  $-0.5$  s/d  $-1$  di bawah tanggul.

### DAFTAR PUSTAKA

- Gary M. Lovett Monica G. Turner, Clive G. Jones Kathleen C. Weathers, *Ecosystem Function In Heterogeneous Landscapes*, 2006, Springer Science\_Business Media, Inc.
- Paul Cawood Hellmund & Daniel Somers Smith, *Designing Greenways, Sustainable Landscapes For Nature And People*, 2006, Paul Cawood Hellmund And Daniel Somers Smith
- Matthias Ruth, Bruce Hannon, *Landscape Modeling Dynamic Systems*, 2004, Springer-Verlag New York, Inc.
- David Sauter, *Landscape Construction*, 2000, Delmer Thomson Learning.

- Kementerian Pekerjaan Umum, Sistem Drainase Perkotaan, 2012, Direktorat Jenderal Cipta Karya
- SNI 03-3444-1994: Tata Cara Perhitungan Tinggi Muka Air Sungai Penampang Ganda dengan Cara Pias Berdasarkan Rumus Manning.
- SNI 03-2830-1992: Metode Perhitungan Tinggi Muka Air Sungai dengan Cara Pias Berdasarkan Rumus Manning.
- SNI 03-2414-1991: Metode pengukuran debit sungai dan saluran terbuka.
- SNI 03-2415-1991: Metode perhitungan debit banjir.
- SNI 03-1724-1989: Tata Cara Perencanaan Hidrologi dan Hidraulik untuk Bangunan di Sungai