

SISTEM DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN (ECODRAIN) DI DEPO BACK UP AREA KBN SBU KAWASAN MARUNDA

Anom Wibisono¹, Eka Nur Fitriani², dan Paksi Dwiyanto Wibowo³

¹ Prodi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana. Jl. Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat, 11650

Email korespondensi: anom.wibisono@mercubuana.ac.id

² Prodi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana. Jl. Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat, 11650

Email: eka_nf@mercubuana.ac.id

³ Prodi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana. Jl. Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat, 11650

Email: paksi_dw@yahoo.com

ABSTRAK

Perkembangan suatu kawasan akan diikuti oleh terjadinya perubahan fungsi lahan secara besar-besaran, kawasan konservasi beralih menjadi kawasan produksi, permukaan tanah yang hijau vegetatif berubah menjadi kawasan kedap air, sehingga mencegah rembesan air hujan ke dalam tanah secara alami dan menghasilkan koefisien limpasan yang terus membesar dari waktu ke waktu, yang secara langsung mempengaruhi sistem drainase kawasan permukiman dan/atau drainase perkotaan. Saat ini dikenal paradigma baru mengenai drainase, yaitu pembuangan massa air dengan mengalirkan limpasan air hujan ke saluran pembuangan air terdekat, sedangkan pradigma baru ialah secepat mungkin menyimpan limpasan air hujan dengan meresapkannya ke dalam tanah melalui sumur resapan, waduk, kolam retensi dan sebagainya dengan konsep drainase berwawasan lingkungan (*ecodrain*). Hasil penelitian menunjukkan sistem drainase berwawasan *ecodrain* dilakukan pada bangunan depo dengan menggunakan kombinasi saluran tertutup dari konstruksi beton, untuk di bagian tengah depo, dengan ukuran 800x800 mm. Saluran terbuka, untuk di bagian tepi, keliling depo ditambah dengan 45 sumur resapan dimensi 10cm kedalaman 20cm. Komposisi *ecodrain* dengan sistem saluran rencana mereduksi debit runoff 0,1211m³/detik menjadi *zero runoff*.

Kata kunci: Drainase, *Ecodrain*, Sumur Resapan, *Surface Runoff*

ABSTRACT

The development of an area must be followed by massive land use change, conservation areas are turned into production areas, the vegetative green land surface turns into a watertight area, so that it is not able to seep rainwater into the soil naturally and the resulting runoff coefficient continues to grow from time to time, which directly affects the drainage system of residential areas and/or urban drainage. Currently, there is a new paradigm regarding drainage, which is to immediately drain rainwater runoff to the nearest canal or water body, while the new paradigm is as much as possible to hold it in first, seep into the ground through infiltration wells, reservoirs, retention ponds and so on as well as the concept of environmentally sound drainage (ecodrain). The results showed that an ecodrain-oriented drainage system was carried out in the depot building using a combination of closed channels of concrete construction, for the center of the depot, with a size of 800 x 800 mm. An open channel, for the edge, the perimeter of the depot is added with 45 infiltration wells with dimensions of 10cm and 20cm depth. The composition of the ecodrain with the planned channel system reduces the runoff discharge of 0.1211m³/second to zero runoff.

Keywords: Drainage, *Ecodrain*, Infiltration Well, *Surface Runoff*

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu fenomena alam yang sering terjadi di Jakarta. Sejarah mencatat banjir di Jakarta telah terjadi sejak pemerintahan kolonial Belanda (1621-1922). Permasalahan banjir Jakarta bersumber dari limpahan air daerah aliran sungai (DAS) BODETABEKPUNJUR. Kebijakan pemerintah yang pro atau kontra atas pembangunan berkelanjutan mempunyai andil besar untuk memecahkan permasalahan pokok Jakarta. Selain itu belum ada kesinambungan pemerintah satu dengan pemerintah lainnya dalam mengatasi permasalahan tersebut.

Fenomena banjir di Jakarta disebabkan oleh sejumlah faktor. Faktor utama banjir tersebut terjadi karena tinggi permukaan wilayah Jakarta sudah di bawah permukaan air laut. Selain adanya penurunan tanah, faktor lain penyebab banjir di Jakarta juga harus diperhatikan sehingga diperoleh proyeksi potensi banjir setiap tahun di DKI Jakarta. Terlebih lagi, banjir di Jakarta yang terjadi dari tahun 1711 hingga 1854 lantaran Jakarta dilalui 13 sungai dengan 40 persen kawasan Jakarta ada di dataran rendah. Di samping itu tata guna lahan yang buruk juga memperparah kondisi Jakarta saat ini. Kebijakan-kebijakan pemerintah seperti kebijakan otonomi daerah, pembangunan daerah dan tata guna lahan yang belum dapat menyelesaikan permasalahan banjir.

Karya tulis ini membahas tentang perkembangan pembangunan dan efeknya terhadap banjir di Provinsi DKI Jakarta, kebijakan tata guna lahan serta undang-undang tata air di Provinsi DKI Jakarta dan dampak perubahan tata guna lahan terhadap peningkatan limpasan permukaan di Jakarta. Wilayah Provinsi DKI Jakarta berbatasan dengan provinsi Banten dan Jawa Barat. Tata kota dan kebijakan setiap Pemerintah berbeda-beda dalam mengatasi hal yang sama. Oleh sebab itu diperlukan kesinambungan untuk menanggulangi masalah banjir.

Perkembangan suatu kawasan juga menyebabkan terjadinya alih fungsi lahan secara besar-besaran, kawasan konservasi beralih menjadi kawasan produksi, permukaan tanah yang hijau vegetatif berubah menjadi kawasan kedap air, sehingga mencegah rembesan air hujan ke dalam tanah secara alami yang menghasilkan koefisien limpasan yang terus membesar dari waktu ke waktu, yang secara langsung mempengaruhi sistem drainase kawasan permukiman dan/atau drainase perkotaan.

Telah banyak studi mengenai perencanaan drainase berwawasan lingkungan (Andajani & Hidayat, 2019; Andikha & Yuniarto, 2017; Sarbidi, 2013; Sudarmanto, 2010; Supriyani, Bisri, & Dermawan, 2012) khususnya di suatu kawasan (Ardiyana, Bisri, & Sumiadi, 2016; et al., 2016; Kurdi & Akhmad, 2013; Muliawati & Mardiyanto, 2015; Prayitno & Damayanti, 2013; Rurung, Riogilang, & Hendratta, 2019; Sugiyarto, Suripin, & Suharyanto, 2017). Pada penelitian sebelumnya hanya meneliti mengenai kajian perencanaan drainase di kawasan pemukiman lingkungan perumahan dan jalan tol. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan kebutuhan drainase berwawasan lingkungan di depo *back up* Kawasan KBN SBU Marunda agar didapatkan kondisi yang *zero run off*.

2. SIKLUS HIDROLOGI

Hidrologi perkotaan

Perubahan penggunaan lahan dan urbanisasi mengambil peran penting dalam hidrologi perkotaan. Aspek urbanisasi yang mempengaruhi proses hidrologi perkotaan adalah:

- a. Meningkatnya kepadatan penduduk,
- b. Meningkatnya kepadatan bangunan di wilayah perkotaan (Liong, 1991 dalam Anwar 2002).

Drainase

Sistem Drainase khususnya drainase Perkotaan adalah prasarana yang terdiri

dari sekumpulan beberapa sistem saluran didalam kota yang memiliki fungsi untuk mengalirkan kelebihan air dan mengeringkan lahan perkotaan dari banjir/genangan akibat hujan dengan cara mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air melalui sistem saluran-saluran tersebut. Drainase Perkotaan merupakan kumpulan sistem jaringan saluran drainase, situ-situ dan sumur-sumur resapan yang sepenuhnya berada didalam batas administrasi suatu pemerintahan kota atau ibu kota pemerintahan Kabupaten.

Fungsi utama drainase ialah untuk membantu mengalirkan air hujan yang jatuh pada permukaan tanah dan atap bangunan langsung ke sungai dan secepatnya dialirkan ke hilir, dan berdampak pada daerah hilir sehingga akan semakin sering terkena bencana banjir. Pola ini juga dikenal sebagai konsep drainase konvensional. Saat ini paradigma baru yang dikenal mengenai drainase yaitu sistem pengaliran limpasan air hujan ke saluran atau badan air terdekat secepat mungkin, sedangkan paradigma baru secepat mungkin menyimpan limpasan air hujan dengan meresapkannya ke dalam tanah melalui sumur resapan, waduk, kolam retensi dan sebagainya serta konsep drainase berwawasan lingkungan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan terhadap analisis sistem drainase berwawasan lingkungan di depo back up KBN Marunda. Dengan menerapkan sistem pemanfaatan air hujan yang terdiri dari kolam tampung dan sumur resapan.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan beberapa data mengenai curah hujan harian rata-rata dan kebutuhan penggunaan air, yang selanjutnya dilakukan pengolahan dan analisis hidrologi dan analisis hidrolika dengan tahapan sebagai berikut :

Analisis hidrologi

- a. Mengumpulkan data curah hujan harian maksimum tahunan untuk periode minimum terakhir selama 10 tahun yang berurutan, dari beberapa stasiun curah hujan di daerah pengaliran saluran (DPSAL);
- b. Menghitung tinggi curah hujan harian rata-rata;
- c. Menghitung hujan rencana beberapa kala ulang dengan menggunakan persamaan Log Pearson Tipe III;
- d. Menentukan koefisien pengaliran (C);
- e. Menghitung waktu konsentrasi.

Analisis hidrolika

- a. luas penampang saluran (A);
- b. keliling basah saluran (P);
- c. jari-jari hidrolis (R);
- d. kecepatan rencana (V Rencana);
- e. debit rencana (Q rencana);
- f. debit limpasan (Q limpasan);
- g. debit desain (Q desain).

Perhitungan kapasitas kolam penampungan air hujan

Perhitungan kapasitas kolam penampungan air hujan dilakukan apabila telah selesai menghitung debit curah hujan yang ditampung dan jumlah kebutuhan air bersih. Hasil dari kedua perbandingan tersebut akan menentukan apakah volume curah hujan dapat memenuhi kebutuhan air bersih di lokasi penelitian. Perhitungan sumur resapan sebagai upaya konservasi air tanah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembahasan ini akan menjabarkan mengenai analisis sistem drainase berwawasan lingkungan (*ecodrain*) di depo back up area KBN Marunda guna meminimalisir debit limpasan air hujan (runoff). Terdapat beberapa tahapan dalam penelitian ini yaitu yang pertama, evaluasi data proyek meliputi: menganalisis debit runoff pada kondisi

tanah asli yang belum terganggu. Lalu menganalisis peningkatan debit runoff ketika bangunan depo dibangun serta mengevaluasi kebutuhan dimensi drainase berwawasan lingkungan (ecodrain) untuk memperoleh zero runoff di area studi kasus.

Tata guna lahan DKI Jakarta

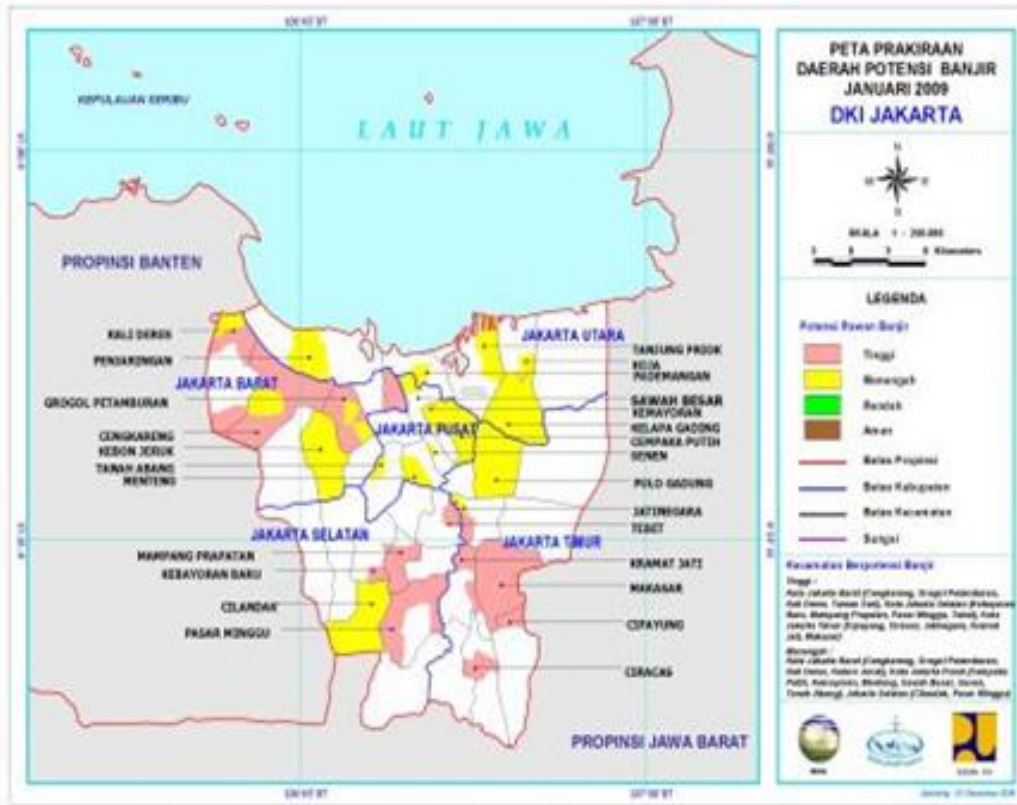
Jumlah penduduk Jakarta yang sangat banyak dan menyentuh angka 9 juta jiwa di tambah dengan kepadatan yang luar biasa yang mencapai 13.000 jiwa setiap km² membuat DKI Jakarta menjadi salah satu kota terpadat di ASEAN dan dijuluki sebagai kota metropolitan. Mendapat julukan sebagai kota metropolitan menandakan bahwa DKI Jakarta merupakan kota dimana segala aktivitas perkotaan terjadi, seperti kegiatan industri, perkantoran, perdagangan, serta pemerintahan, dimana semua kegiatan tersebut pastilah membutuhkan lahan yang sangat banyak untuk membangun kantor, gedung pertemuan, mall, pusat hiburan, tempat tinggal, infrastruktur perkotaan, dan sarana dan prasarana lain. Dengan di bangunnya perkantoran, pusat hiburan, mall serta gedung-gedung lain membuat daya tarik masyarakat di luar Jakarta maupun di luar Indonesia untuk datang ke DKI Jakarta terus meningkat. Mereka yang awalnya hanya datang untuk menikmati keindahan kota Jakarta menjadi mulai menetap di Jakarta. Dengan banyaknya penduduk yang datang ke Jakarta, membuat kebutuhan akan lahan untuk gedung-gedung perkantoran serta tempat tinggal dan infrastruktur perkotaan semakin bertambah, belum lagi di tambah dengan kebutuhan akan pusat hiburan dan perbelanjaan.

Pertambahan penduduk yang meningkat serta diiringi dengan pembangunan sarana dan prasarana pendukung yang membutuhkan lahan yang cukup besar, membuat tata guna lahan di DKI Jakarta

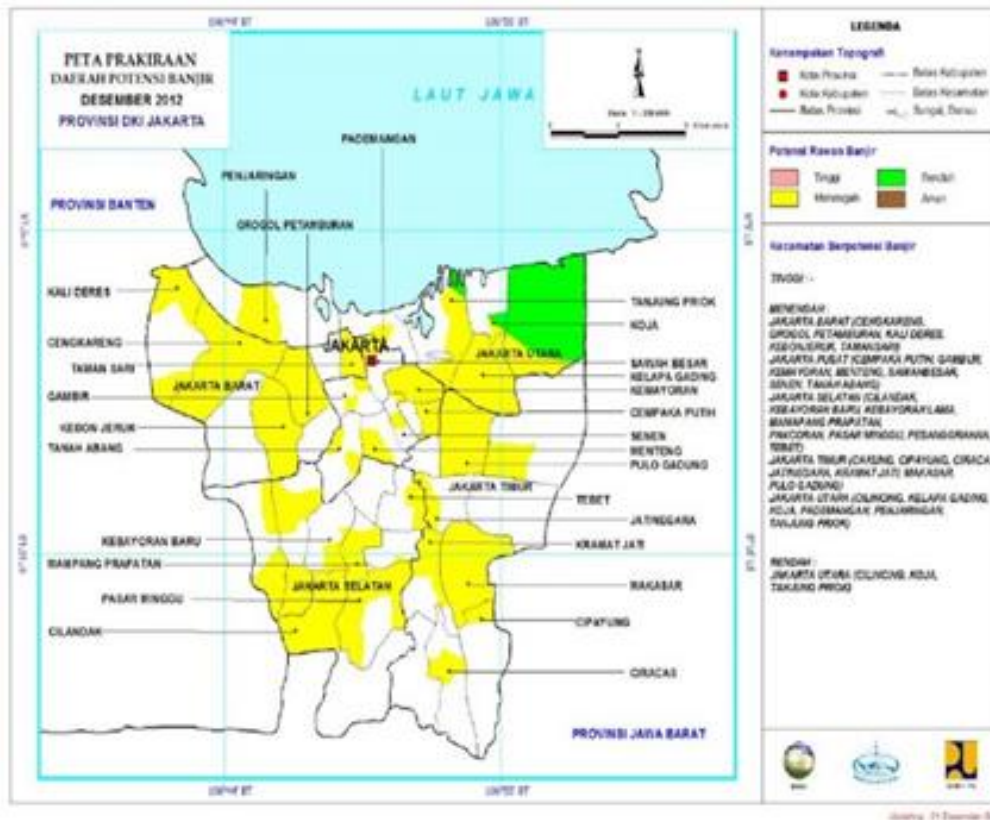
semakin tidak teratur. Konsekuensi logis dari rangkaian perkembangan kota ini adalah terjadinya perubahan fungsi tata guna lahan atau alih fungsi lahan. Lahan yang tadinya disediakan untuk daerah terbuka hijau dan resapan air mulai dibangun untuk pembangunan gedung perkantoran dll, ditambah pembangunan gedung tersebut tidak diimbangi dengan pembangunan saluran resapan air. Hal tersebut juga menyebabkan munculnya pemukiman tidak teratur di DKI Jakarta.

Dampak perubahan tata guna lahan

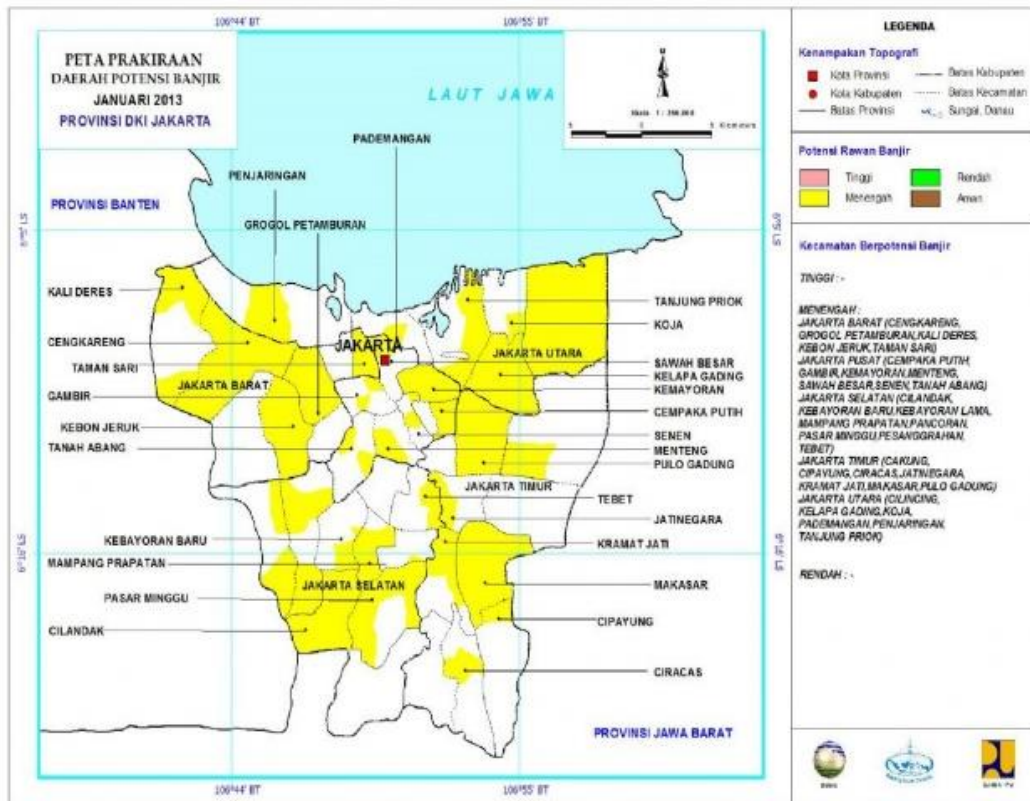
Perubahan tata guna lahan menyebabkan berbagai macam dampak, terutama bagi sarana dan prasarana kota. Perubahan tata guna lahan membuat kawasan yang semula dirancang sebagai kawasan tidak terbangun dan ruang terbuka hijau, menjadi kawasan terbangun, ditambah lagi kawasan tersebut dibangun dengan bahan-bahan yang tidak meresap air (*impervious*) seperti semen dan aspal, sehingga mengganggu keseimbangan hidrologi. Kondisi ini akan semakin parah apabila kapasitas saluran drainase yang diharapkan mampu membawa air ke sungai tidak mencukupi, sehingga air meluap keluar dan menimbulkan genangan yang jika ada dalam volume yang banyak dapat menyebabkan banjir. Drainase merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air, baik yang berada di atas maupun di bawah permukaan. Drainase bukan satu-satunya metode untuk mengatasi genangan, namun dengan kondisi sistem drainase yang baik, dapat membantu mengurangi dampak buruk akibat kelebihan air pada permukaan tanah, mengingat bahwa setiap tahunnya banjir terus meningkat di daerah DKI Jakarta. Berikut adalah peta daerah banjir di Jakarta dari tahun 2007.



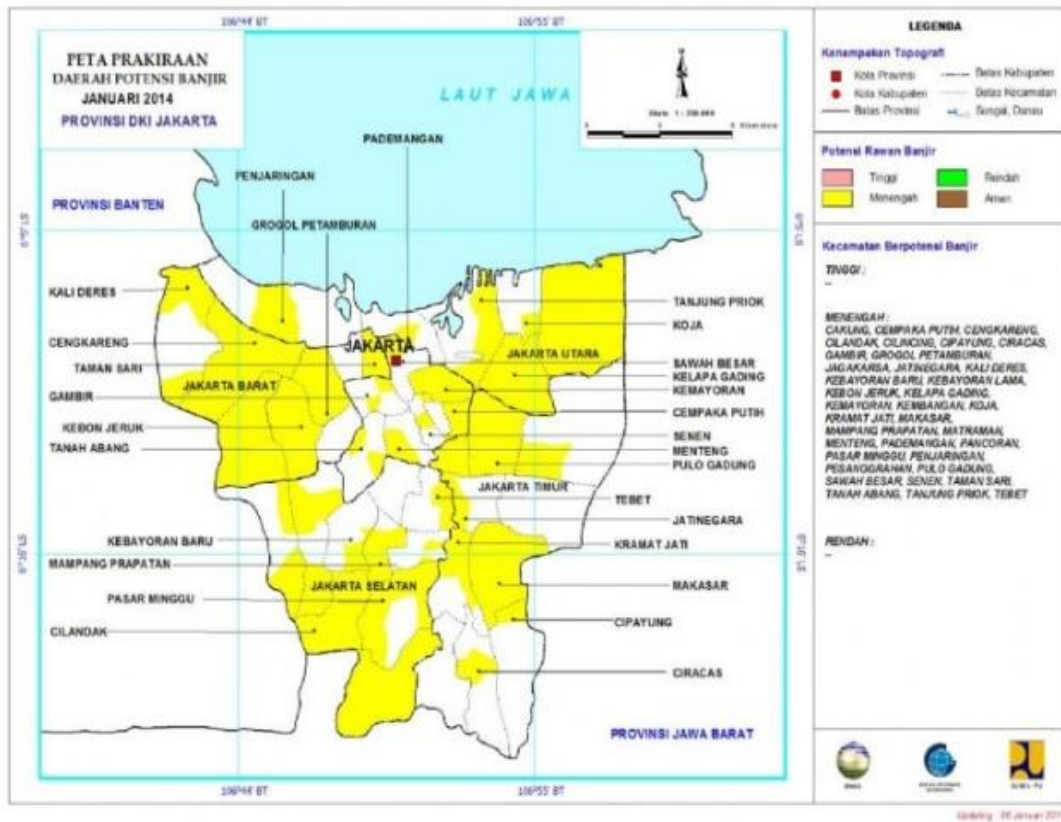
Gambar 3. Peta Banjir Jakarta Tahun 2011



Gambar 4. Peta Banjir Jakarta Tahun 2012



Gambar 5. Peta Banjir Jakarta Tahun 2013



Gambar 6. Peta Banjir Jakarta Tahun 2014

Dari peta tersebut terlihat adanya peningkatan luas daerah banjir di Jakarta dari tahun ke tahun. Peningkatan luas daerah banjir ini merupakan dampak dari penyalahgunaan tata guna lahan di DKI Jakarta. Berbagai upaya dilakukan untuk meminimalisi peta sebaran banjir salah satunya dalam pengelolaan pengembangan kawasan dalam merencanakan sistem saluran drainase.

Kebijakan tata guna lahan

Menurut UU RI No. 16 Tahun 1985 tentang rumah susun bahwa Rumah susun merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi kota dalam penggunaan tanah, transportasi dan pelayanan kota.

Menurut PP No. 80 Tahun 1999 tentang kawasan siap bangun (kasiba) dan lingkungan siap bangun (lisiba) bahwa satu unit kasiba terdiri dari 3.000 s/d 10.000 unit dan lisiba terdiri dari 1.000 s/d 3.000 unit. Maka luas maksimum kasiba \pm 400ha.

Menurut Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertahanan Nasional No. 2 Tahun 1999 tentang Izin Lokasi bahwa satu grup perusahaan grup komersil, jasa, industri, pergudangan hanya diberikan izin lokasi hanya 400 ha dalam satu provinsi atau 4.000 ha di seluruh Indonesia.

Menurut PP No. 9 Tahun 1987 tentang penyediaan tanah untuk keperluan tanah pemakaman bahwa setiap kota harus menyediakan tanah untuk penggunaan keperluan pemakaman.

Menurut PP No. 8 Tahun 1953 Pasal 2 tentang pengesahan tanah-tanah Negara bahwa negara harus mengawasi tanah Negara sesuai dengan peruntukannya dan bertindak sesuai ketentuan.

Menurut UU RI No. 5 Tahun 1960 tentang pengaturan peraturan dasar pokok Agraria:

- a. Bab 2: bahwa hak atas tanah serta pendaftaran tanah berisi: "untuk menjamin kepastian hukum maka pemerintah mengadakan pendaftaran tanah untuk mencegah terjadinya kesalahan penggunaan tanah;
- b. Pasal 28: bahwa tanah yang digunakan untuk usaha paling sedikit 5 ha dan jika luasnya lebih dari 25 ha, maka harus memakai investasi modal;
- c. Pasal 29: bahwa setiap bangunan untuk usaha boleh berdiri paling lama 35 tahun, jika ada ingin diperpanjang harus melalui proses terlebih dahulu;
- d. Pasal 35: bahwa hak untuk mendirikan dan mempunyai bangunan diatas tanah yang bukan miliknya mempunyai jangka paling lama 30 tahun.
- e. Pasal 41: bahwa setiap orang mempunyai hak untuk menggunakan/memungut hasil dari tanah yang dimiliki Negara selama tanah tersebut digunakan untuk keperluan tertentu dengan jangka waktu tertentu Perubahan tata guna lahan menyebabkan berbagai macam dampak, terutama bagi sarana dan prasarana kota. Perubahan tata guna lahan membuat kawasan yang semula di rancang sebagai kawasan tidak.

Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam Analisis Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrain) Di Depo Back Up Area KBN Di SBU Kawasan Marunda adalah data curah hujan dari STA. Met. Kelas I Maritim Tanjung Priok - Jakarta Utara.

Tabel 1. Data Curah Hujan di Lokasi Kajian

Bulan	Suhu		Kelembaban Nisbi (%)	Curah Hujan		Angin	
	Maks	Min		mm	Hari	Arah	Kec (m/dt)
Januari	30.4	24.6	94	445	28	Barat	2.1
Februari	31.2	24.6	93	364	26	Barat	2.1
Maret	32.1	24.7	91	338	26	Barat	2.0
April	32.7	25.1	92	250	19	Utara	2.3
Mei	32.8	25.4	90	255	13	Utara	2.2
Juni	33.0	25	88	187	15	Timur	3.0
Juli	32.6	24.7	86	128	11	Timur	2.3
Agustus	32.8	25	86	217	12	Timur	2.5
September	32.5	25	85	97	16	Timur	2.2
Oktober	33.3	25.2	86	274	20	Timur	2.2
November	32.4	25.1	89	200	22	Barat	2.1
Desember	31.9	25.2	81	188	23	Barat	2.2
Jumlah				2,943	231		

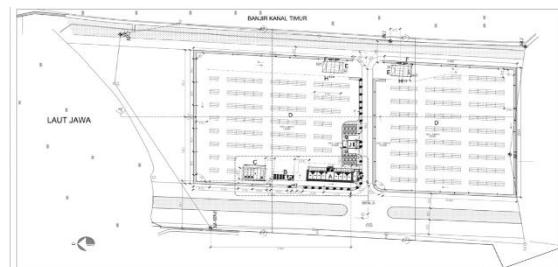
Sumber: BMKG Tanjung Priok

Analisis drainase

Kondisi eksisting lahan dalam kondisi tanah terbuka dengan kontur cenderung datar, maka nilai koefisien limpasan air hujan (run off) $C = 0,05$ hingga $0,10$. Perhitungan debit limpasan hujan mendapatkan hasil debit limpasan air hujan untuk kondisi eksisting yakni sebesar $2,018 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit limpasan tersebut akan meningkat sejalan dengan perubahan alih fungsi tata guna lahan menjadi bangunan industri depo. Sedangkan debit limpasan hujan untuk kondisi terbangun yakni sebesar $0,1211 \text{ m}^3/\text{detik}$, meningkat $0,10092 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau setara dengan 5 (lima) kali debit limpasan permukaan tanah eksisting. Oleh sebab itu diperlukan desain drainase yang mampu mereduksi atau menghilangkan peningkatan debit runoff pada area depo tersebut.



Gambar 7. Kondisi Lahan Eksisting



Gambar 8. Masterplan Depo Back Up Area

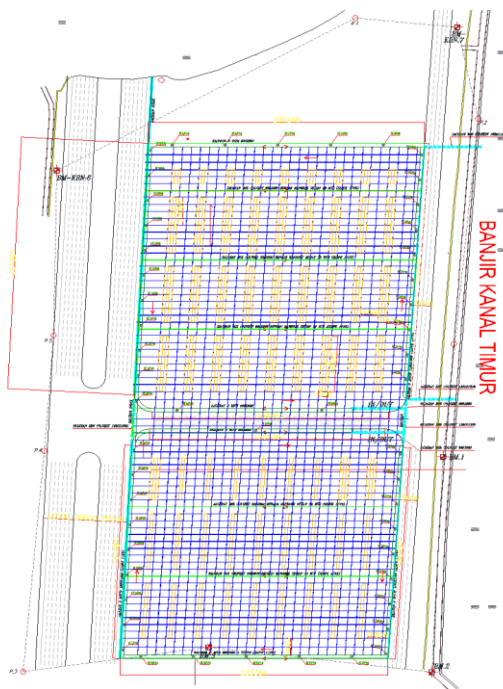
Analisis frekuensi untuk memperkirakan curah hujan harian maksimum dengan periode ulang tertentu dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Curah Hujan maksimum

Kala Ulang (Tahun)	Curah Hujan (mm)				
	Normal	Long-Normal	Gumbel	Log Pearson II	Desain
2	116.379	109.309	108.281	101.612	101.612
5	157.867	146.086	151.845	139.515	139.515
10	179.554	169.999	180.688	172.766	172.766
20	197.463	192.671	208.355	211.895	211.895
25	202.680	199.827	217.132	225.996	225.996
40	212.996	214.770	235.493	258.465	258.465
50	217.620	221.824	244.168	275.320	275.320
100	231.058	243.671	271.004	334.448	334.448

Sumber: BMKG Tanjung Priok

Selanjutnya dalam melakukan desain saluran drainase, digunakan hujan rancangan dengan periode ulang 25 tahunan = 226 mm, dengan hasil Debit puncak runoff sebesar $1,3Q_p = 1,3 \times 0,1211 = 0,15743 \text{ m}^3/\text{detik}$, dengan kapasitas 1 sumur resapan daya resap 0,0039 m^3/detik maka diperlukan sekitar 41 sumur resapan, oleh sebab itu dipasang sekitar 50 sumur resapan disekitar area depo.



Gambar 9. Sistem Drainase

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

- Perencanaan sistem drainase berwawasan *ecodrain* dilakukan pada bangunan depo dengan menggunakan kombinasi antara drainase tertutup, terbuka dengan sumur resapan.
- Saluran tertutup dari konstruksi beton, untuk dibagian tengah depo, dengan ukuran 800 x 800 mm. Saluran terbuka, untuk di bagian tepi, keliling depo ditambah dengan 45 sumur resapan dimensi 10cm kedalamaman 20cm.
- Komposisi *ecodrain* dengan sistem saluran rencana mereduksi debit runoff $0,1211 \text{ m}^3/\text{detik}$ menjadi zero runoff.

Saran

Adapun saran konstruktif untuk penelitian berikutnya, dapat dilakukan kajian pada objek studi kasus infrastruktur, bangunan gedung dan sebagainya untuk diterapkan sistem saluran *ecodrain* dalam penanggulangan permasalahan genangan air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andajani, S., dan Hidayat, D. P. A. (2019). "Evaluasi Faktor Teknis Penentu Kriteria Drainase Berwawasan Lingkungan". *Construction Engineering and Sustainable Development*, Vol. 2 No. 1, 1-5.
- [2] Andikha, F., dan Yuniarto, A. (2017). "Application of Ecodrainage System in Reducing the Potential for Flooding in the District of Sampang". *Sustinere: Journal of Environment and Sustainability*, Vol. 1 No. 2, 63-73.
- [3] Ardiyana, M., Bisri, M., dan Sumiadi. (2016). "Studi Penerapan Ecodrain pada Sistem Drainase Perkotaan (Studi kasus: Perumahan Sawojajar Kota Malang)". *Jurnal Teknik Pengairan*, Vol. 7 No. 2, 295-309.
- [4] Kusumadewi, D. A., Djakfar, L., dan Bisri, M. (2012). "Arahan Spasial Teknologi Drainase untuk Mereduksi Genangan di Sub Daerah Aliran Sungai Watu Bagian Hilir". *Jurnal Teknik Pengairan*, Vol. 3 No. 2, 258-276.
- [5] Kamila, N., Wardhana, I. W., dan Sutrisno, E. (2016). "Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainage) Di Kelurahan Jatisari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang". *Jurnal Tehnik Lingkungan*, Vol. 22 No. 2, 63-72.
- [6] Kementrian Pekerjaan Umum / <http://www.pu.go.id/>
- [7] Kurdi, H., dan Akhmad, Z. (2013). "Studi Drainase Berwawasan Lingkungan untuk Jalan Pangeran Antasari Banjarmasin". *Info Teknik*, Vol. 14 No. 2, 126-136.
- [8] Kuswartojo, Tjuk dkk. (2005). *Perumahan dan pemukiman di Indonesia*. ITB, Bandung.
- [9] Muliawati, D. N., dan Mardiyanto, M. A. (2015). "Perencanaan Penerapan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eko-Drainase) Menggunakan Sumur Resapan Di Kawasan Rungkut". *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 4 No. 1, 16-20.
- [10] Prayitno, D. A., dan Damayanti, A. (2013). "Studi Potensi Penerapan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan pada Kecamatan Rungkut Kota Surabaya". *Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIX Program Studi MMT-ITS*, (November), 1-8.
- [11] Rurung, M. A., Riogilang, H., dan Hendratta, L. A. (2019). "Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Dengan Sumur Resapan Di Lahan Perumahan Wenwin - Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa". *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7 No. 2, 189-200.
- [12] Sarbidi. (2013). "Aplikasi Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Zero Run Off pada Kawasan Permukiman". *Permukiman*, Vol. 8 No. 3, 128-135.
- [13] Sarbidi. (2014). "Kriteria Desain Drainase Kawasan Permukiman Kota Berwawasan Lingkungan". *Permukiman*, Vol. 9 No. 1, 1-16.
- [14] Sudarmanto, B. (2010). "Sistem Drainase Perkotaan Yang Berwawasan Lingkungan". *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1-5.
- [15] Sugiyarto, B., Suripin, dan Suharyanto. (2017). "Kajian Jaringan Drainase Kampus UNNES Menuju Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan". *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, Vol. 19 No. 2, 136-142.
- [16] Supriyani, E., Bisri, M., dan Dermawan, V. (2012). "Studi Pengembangan Sistem Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan". *Teknik Pengairan*, Vol. 3 No. 2, 112-121.