

Evaluasi Muka Air Cakung Drain Hilir terhadap Hujan Maksimum 2013 dan 2014

(An Evaluation of Water Level in Cakung Floodway Due to Maximum Rainfall in 2013 and 2014)

PUJI HARSANTO, MUHAMMAD ARIF BANJARAN SARI, SURYA BUDI LESMANA

ABSTRACT

Cakung floodway is a drainage channel that plays an importance rule for the overall of drainage system in Jakarta. Rainfall in 2013 and 2014 produced a big flood in Jakarta. Based on flood map Jakarta 2013 and 2014, there are inundated areas due to 2013's and 2014's rainfall. So, it is necessary to analyze the flood water level in channel floodway. Using HEC-RAS, this study aimed to evaluate the water level due to the maximum rainfall in 2013 and 2014. HEC-RAS is a tool for 1D hydraulic modeling and has reliability in routing of canal water level or river flooding. The results show that the maximum rainfall in 2013 provides a significant increasing of water level in Cakung floodway compared with the maximum rainfall in 2014. Soon, the need for canal normalization to reduce flood water level in Cakung floodway should be considered.

Keywords : Cakung floodway, maximum rainfall, water level, hydraulic modeling

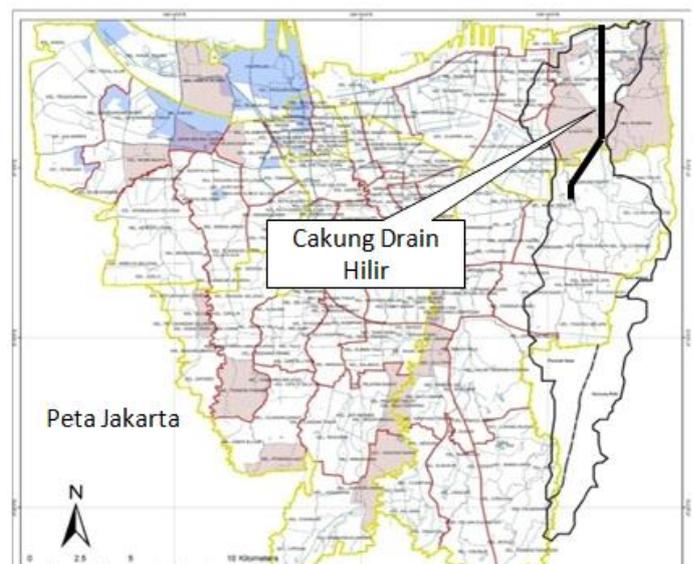
PENDAHULUAN

Banjir besar yang terjadi di Jakarta pada dua tahun terakhir ini yaitu banjir tahun 2013 dan 2014 menimbulkan cukup banyak kerugian. Dalam upaya pengendalian banjir, sudah sejak 1973 pemerintah DKI Jakarta telah melakukan upaya secara struktural (Nedeco, 1973). Salah satunya adalah saluran drainase cakung atau dikenal dengan Cakung Drain yang terdapat di wilayah Jakarta Utara. Saluran Cakung drain hilir memiliki panjang $\pm 9,9$ km dengan lebar berkisar 20 m. Berdasarkan peta daerah banjir Jakarta 2013, wilayah di sekitar Cakung Drain masih terdapat genangan. Tampang saluran juga sudah berubah dikarenakan sedimentasi saluran. Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut maka perlu adanya evaluasi terhadap kondisi muka air jika terjadi hujan yang lebat. Burner (2008) menyebutkan bahwa model matematik untuk analisa muka air dengan menggunakan HEC-RAS dapat memberikan hasil yang baik.

Lokasi Studi

Lokasi penelitian berada pada wilayah DAS Cakung, Kecamatan Cakung, Jakarta Utara. DAS Cakung memiliki luas 134,03 km² dengan panjang sungai mencapai 39,59 km. Wilayah tersebut berbatasan langsung dengan

Kecamatan Cilincing di Timur, Kecamatan Pulo Gadung di Barat, dan Kecamatan Duren Sawit di selatan. Titik koordinat dari lokasi penelitian berada pada 06°07'09.6"S sampai dengan 106°56'26.3"E. Pada penelitian ini, evaluasi muka air banjir hanya dilakukan untuk saluran Cakung Drain hilir seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Lokasi penelitian

METODE PENELITIAN

Data Hujan

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data curah hujan Stasiun BMKG Tanjung Priok, Stasiun BMKG Kemayoran, dan Stasiun hujan Pulo Gadung. Pemilihan 3 stasiun ini didasarkan pada lokasi stasiun hujan tersebut yang paling dekat dengan DAS Cakung dibandingkan stasiun pengukur hujan lainnya. Hujan harian maksimum terpilih adalah kejadian hujan maksimum bulan Januari 2013 dan 2014 (lihat Tabel 1). Data curah hujan diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Pondok Betung Tangerang.

TABEL 1. Data curah hujan harian maksimum bulan Januari tahun 2013 dan 2014

Tahun	SH. BMKG Tanjung Priok (mm/hari)	SH. BMKG Kemayoran (mm/hari)	SH. Pulo Gadung (mm/hari)
2013	118	193	222
2014	91	79	62

Sumber : BMKG Tangerang

Data Topografi

Data topografi diperoleh dari Pusat Pelayanan Informasi Kebumihan (PPIK) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Data yang diperoleh berupa Peta Rupabumi Digital Indonesia

Lembar 1209-442 Cakung dan Lembar 1209-444 Tanjung Priok dengan skala 1:25.000.

Data Potongan Melintang Cakung Drain

Data potongan melintang saluran berupa elevasi permukaan dasar saluran, kedalaman, jarak antar potongan melintang, kemiringan saluran. Angka kekasaran manning yang diperoleh dari

laporan akhir pekerjaan kajian pengelolaan polder kawasan Kelapa Gading dengan pelaksana PT. Kriaspesa Nusaperdana General Consultant dan Perencanaan Teknis Pengendalian Air 2003, Lokasi Kelapa gading oleh Pt. Tribima Marubama (DPU DKI, 2009).

Data Pasang Surut

Data pasang surut berupa ketinggian pasang dan surut pada pantai utara Jakarta yang bertemu dengan aliran saluran Cakung Drain diperoleh dari laporan akhir pekerjaan kajian pengelolaan polder kawasan Kelapa Gading dengan pelaksana PT. Kriaspesa Nusaperdana General Consultant (DPU DKI, 2009).

Analisis Hidrologi

Hujan Rerata DAS

Perhitungan curah hujan wilayah berdasarkan pencatatan data curah hujan stasiun hujan yang ada pada DAS Cakung dengan menggunakan metode poligon Thiessen. Metode ini memperhitungkan luas daerah yang mewakili dari stasiun-stasiun hujan yang bersangkutan, dan digunakan sebagai faktor bobot dalam perhitungan curah hujan rata-rata DAS. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{R_1A_1 + R_2A_2 + R_3A_3 + \dots + R_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

dengan

\bar{R} = curah hujan rata-rata (mm)

R_1, \dots, R_n = besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun (mm)

A_1, \dots, A_n = luasan daerah yang mewakili masing-masing stasiun (mm)

n = banyaknya stasiun hujan

TABEL 2. Hasil perhitungan hujan rata-rata poligon Thiessen

Tahun	SH. BMKG Tanjung Priok (mm/hari)	SH. BMKG Kemayoran (mm/hari)	SH. Pulo Gadung (mm/hari)	Hujan Rata-rata (mm/hr)
2013	118	193	222	183
2014	91	79	62	73
Luas Area (Km ²)	46.849 (A1)	3.444 (A2)	76.747 (A3)	127.04 (total)

Sumber : Hasil perhitungan

Hasil analisis poligon Thiessen menunjukkan bahwa hujan rata-rata tahun 2013 adalah 183 mm/hari dan pada tahun 2014 adalah 73 mm/hari, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Kurva IDF

Data curah hujan harian terpilih ditransformasi menjadi curah hujan jam-jaman setiap tahun analisis yakni 2013 dan 2014 dengan metode mononobe (lihat Persamaan 2) guna mendapatkan curah hujan efektif yang akan digunakan dalam analisis debit banjir.

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut terkonsentrasi, sedangkan pengertian dari durasi hujan menyebutkan durasi hujan adalah lamanya waktu hujan tercurah dari atmosfer yang dinyatakan dengan satuan waktu (menit, jam, hari). Pada penelitian

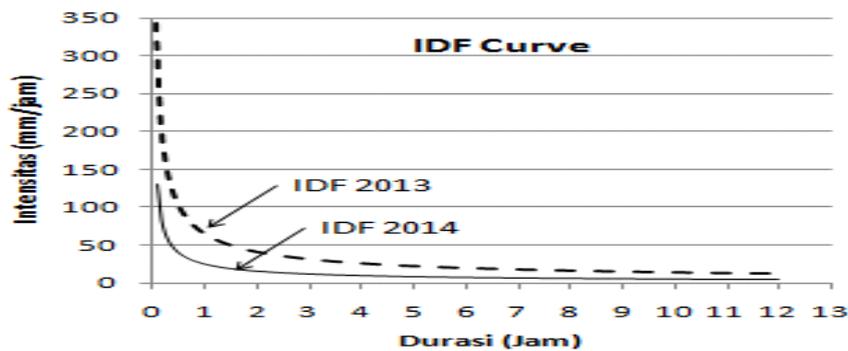
ini, waktu konsentrasi yang digunakan adalah 3 jam, sesuai dengan laporan pekerjaan PT. Multimera Harapan (DPU DKI, 2009). Kurva yang memberikan hubungan antara intensitas hujan sebagai ordinat, durasi hujan sebagai absis merupakan kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF).

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

dengan

- I = intensitas hujan (mm/jam)
- T = lamanya hujan (jam)
- R₂₄ = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam)(mm)

Kurva IDF untuk wilayah penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



GAMBAR 2. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi

Berdasarkan Gambar 2 didapatkan nilai intensitas hujan dengan durasi 3 jam adalah 31.442 mm/jam untuk tahun 2013. Sedangkan pada tahun 2014 intensitas hujan lebih kecil dibandingkan tahun 2013 yakni 11.915 mm/jam.

Hidrograf Banjir

Hidrograf adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara parameter aliran dan waktu. Hidrograf yang digunakan dalam penelitian ini adalah hidrograf satuan sintetis (HSS) metode Nakayashu. Hidrograf satuan sintetis Nakayashu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai yang ada di Jepang. Bentuk HSS Nakayashu diberikan oleh persamannya di bawah ini.

$$T_g = 0,4 + 0,058L \text{ untuk } L > 15 \text{ Km} \quad (3)$$

$$T_r = 0,75 \times T_g \quad (4)$$

$$T_p = t_g + 0,8T_r \quad (5)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \quad (6)$$

$$Q_p = \frac{1}{36} \frac{A Re}{0,3T_p + T_{0,3}} \quad (7)$$

dengan

- Q_p = debit puncak banjir
- A = luas DAS (km²)
- Re = curah hujan efektif
- T_p = waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)
- T_{0,3} = waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)
- t_g = waktu konsentrasi (jam)
- T_r = satuan waktu dari curah hujan (jam)
- α = koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2
- L = panjang sungai utama (km)

Dari persamaan diatas, parameter yang dihasilkan membentuk hidrograf satuan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

1. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \frac{t^{2,4}}{T_p} \quad (8)$$

2. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t - T_p)/T_{0,3}} \quad (9)$$

3. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{\frac{[(t - T_p) + (1,5T_{0,3})]}{(1,5T_{0,3})}} \quad (10)$$

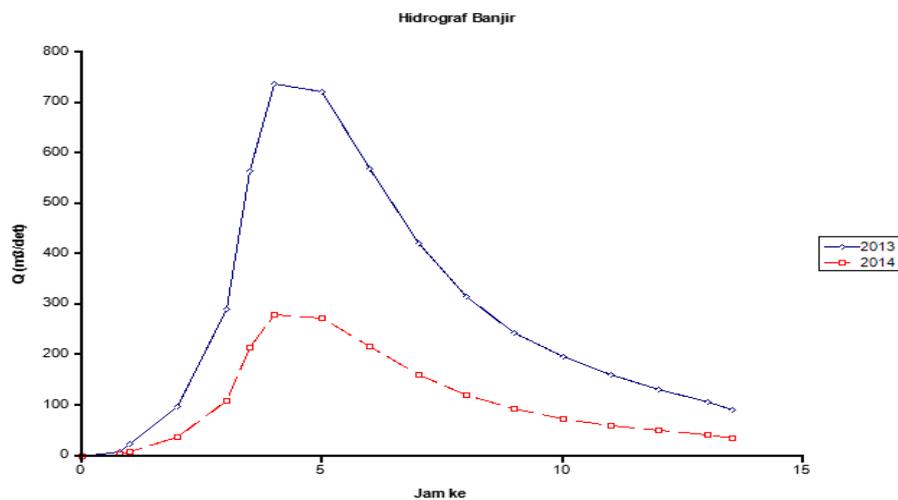
4. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{\frac{[(t - T_p) + (1,5T_{0,3})]}{(2T_{0,3})}} \quad (11)$$

Karakteristik DAS Cakung sebagai berikut :

L (panjang sungai) = 39.59 Km
A (luas DAS) = 134.03 Km²

Berdasarkan hasil perhitungan dengan tahapan HSS Nakayasu diketahui DAS Cakung memiliki debit puncak banjir sebesar 7.358 m³/detik pada jam ke- 3.49622 jam. Gambar 3 menunjukkan hasil perhitungan hidrograf Nakayashu untuk saluran Cakung Drain Hilir.



GAMBAR 3. Hidrograf DAS Cakung

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 diketahui debit puncak banjir pada tahun 2013 adalah 738,066 m³/detik terjadi pada jam ke- 4. Sedangkan pada tahun 2014 debit puncak banjir adalah 279,686 m³/detik dan terjadi pada jam ke-4.

Pemodelan Hidraulika

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, RiverAnalysis System (RAS), yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam Institute for Water Resources (IWR), dibawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (steady and unsteady one-dimensional flow model)(USACE, 2010).

Semua data yang diperoleh di analisis menggunakan HEC-RAS 4.1.0 2010. Hasil yang diperoleh dari simulasi berupa elevasi

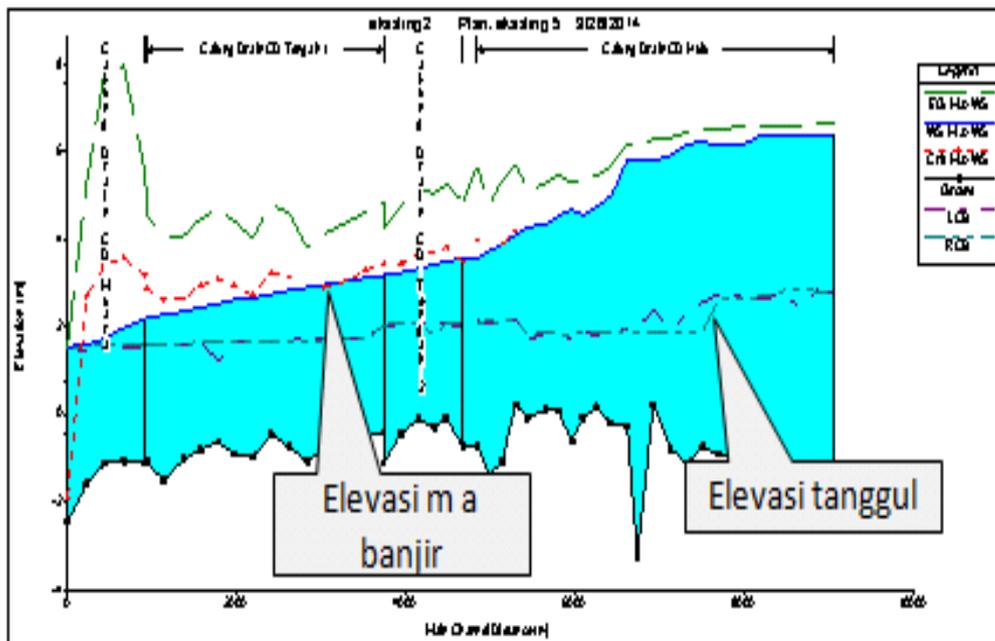
muka air. Hasil tersebut akan dievaluasi kapasitas tampang saluran eksisting dengan kapasitas tampang saluran setelah dilakukan perubahan dimensi melintang. Simulasi yang diperoleh untuk mengetahui wilayah terdampak sangat tinggi terhadap aliran banjir dengan debit banjir 2013 dan 2014.

HASIL DAN PEMBAHASAN

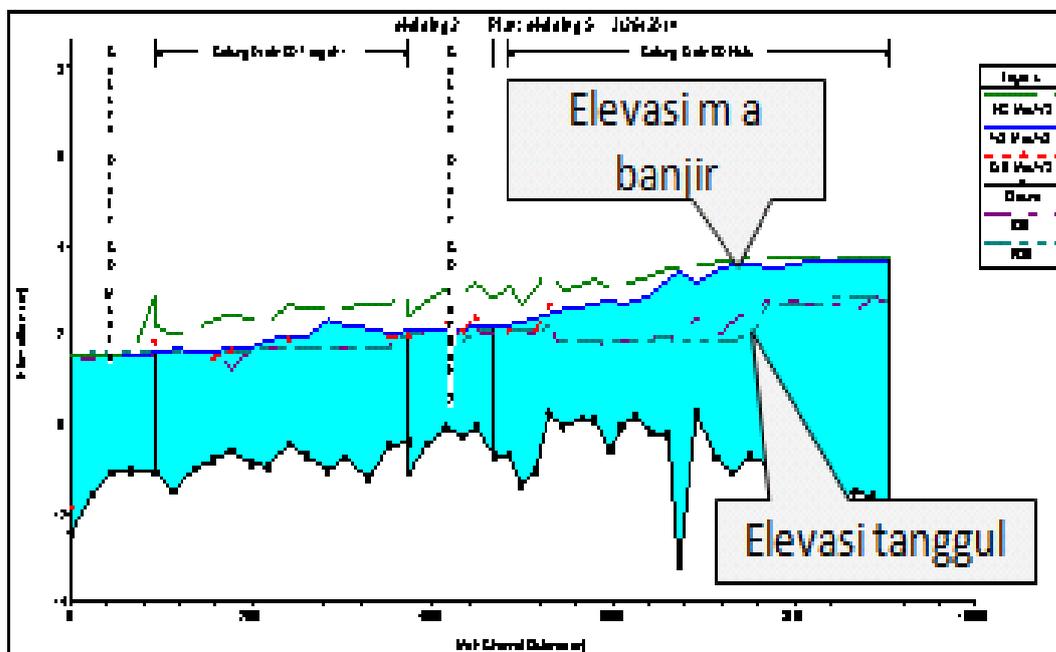
Analisis kapasitas penampang eksisting Cakung Drain dilakukan pada kondisi saluran yang ada saat ini dengan tujuan untuk mengetahui elevasi muka air banjir yang terjadi pada masing-masing segmen saluran. Gambar 4 dan 5 menunjukkan hasil simulasi muka air banjir tahun 2013 dan 2014. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa elevasi muka air banjir tahun 2013 melebihi elevasi tanggul eksisting yang ada. Begitu pula untuk simulasi menggunakan banjir tahun 2014. Akan tetapi untuk banjir 2013 limpasan banjir jauh lebih besar dari pada

banjir yang terjadi pada tahun 2014. Elevasi muka air banjir pada tahun 2013 6 m melebihi di atas muka tanggul. Sedangkan untuk banjir 2014 elevasi muka air banjir 4 m melebihi tanggul saluran. Hal ini dimungkinkan oleh kondisi saluran yang berubah dari desain awal. Sehingga kapasitas tampungan semakin

mengecil. Perubahan tampang saluran kemungkinan besar disebabkan oleh proses sedimentasi yang sudah lama. Dengan demikian perlu adanya evaluasi tentang tampang saluran yang masih memadahi untuk meredam banjir.



GAMBAR 4. Potongan memanjang elevasi tanggul dan muak air banjir 2013



GAMBAR 5. Potongan memanjang eksisting debit banjir 2014

KESIMPULAN

Dari hasil simulasi diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Saluran drainase Cakung Drain sudah rentan terhadap bahaya banjir.
2. Kondisi saluran yang sudah berubah dimensinya dari kondisi desain menjadi penyebab utama terjadinya limpasan banjir.
3. Perlu adanya normalisasi dan dilakukan simulasi saluran untuk menaggulangi banjir.
4. HEC-RAS merupakan *open software* yang sangat berguna dalam perencanaan dimensi saluran atau struktur keairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brunner, Gary W, 2008, HEC-RAS River Analysis System Hydrailc Reference Manual, US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
- Dinas PU DKI, 2009, Review Masterplan Pengendalian Banjir dan Drainase (Review of Flood and Drainage Control Master Plan). PT Multimera Harapan, Final Report.
- Dinas PU DKI, 2009, Kajian Polder Sunter Timur II (Study on East Sunter II Polder), PT. Widya Graha Asana, Final Report.
- Nedeco, 1973, Master Plan for Drainage and Flood Control of Jakarta.
- U.S. Corps of Engineers, 2002, HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, Hydraulic Engineering Center Report CPD-69, Davis, CA

PENULIS :

Puji Harsanto✉

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, , Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183.

✉Email : puji_hr@yahoo.com