

**EFEKTIFITAS HIDRAULIK PENAMBAHAN PINTU AIR  
MELALUI UJI MODEL FISIK 3D DAN MODEL NUMERIK 1D  
(STUDI KASUS: PINTU AIR MANGGARAI)**

**HYDRAULIC EFFECTIVENESS OF ADDING GATE  
USING 3D PHYSICAL MODEL TEST AND 1D NUMERICAL MODELLING  
(CASE STUDY: MANGGARAI SLUICE GATE)**

**James Zulfan**

Peneliti Balai Bangunan Hidraulik dan Geoteknik Keairan  
Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air  
Jl. Ir.H Juanda no .193, Bandung  
E-mail: jameszulfan@gmail.com

Diterima: 12 September 2014; Disetujui: 21 Mei 2015

**ABSTRAK**

*Banjir yang terjadi di Kota Jakarta sudah menjadi hal yang biasa bagi masyarakat yang tinggal disana. Hampir setiap tahun banjir menggenangi ruas-ruas jalan dan pemukiman warga. Hal ini tentunya menjadi perhatian banyak pihak karena berdampak pada kehidupan perekonomian masyarakat sekitar. Salah satu penyebabnya adalah semakin berkurangnya kapasitas saluran Sungai Ciliwung di Jakarta karena sedimentasi. Oleh karena itu, diperlukan penanganan banjir yang terintegrasi baik dan berkelanjutan. Salah satu alternatif solusi yang bisa dilakukan adalah dengan menambah 1 pintu pada Pintu Air Manggarai sekaligus normalisasi saluran udik di Sungai Ciliwung. Berdasarkan hasil pemodelan numerik 1 dimensi dan uji model hidraulik fisik 3 dimensi di Laboratorium Hidraulika, penambahan 1 pintu pada Pintu Air Manggarai dapat meningkatkan debit pengaliran saluran sebesar  $\pm 150 \text{ m}^3/\text{s}$  dan dapat menurunkan tinggi muka air di wilayah udik Pintu Air Manggarai  $\pm 1$  meter. Selain itu, penanganan banjir juga harus diselenggarakan dengan konservasi di daerah hulu dan sosialisasi kepada masyarakat di sepanjang alur sungai Ciliwung. Tujuannya supaya masyarakat tidak membuang sampah ke sungai sehingga tidak terjadi penumpukan sampah dan sedimentasi yang dapat mengurangi kapasitas pengaliran sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas pengaliran dari Pintu Air Manggarai sebagai salah satu bangunan pengatur aliran sungai Ciliwung ke Banjir Kanal Barat dalam sistem tata air Kota Jakarta.*

**Kata kunci:** Uji model fisik, banjir, sungai, pintu air, model numerik

**ABSTRACT**

*Flood which occurred in Jakarta has become commonplace for the people who lived there. Almost every year flood inundate the main road and residential areas. This phenomena certainly a concern for many people because it affects the economic life of the surrounding society. One of the causes is the decrease of the channel capacity of Ciliwung river. Therefore, it is necessary to have a sustainable and integrated flood management. One of the alternative solution which can be done is adding one new gate in Manggarai sluice gate and also normalization the upstream channel of Ciliwung river. Based on the results of one-dimensional numerical modeling and 3-dimensional physical model test in the Hydraulics Laboratory, adding one new gate can improve the drainage discharge around  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  and reduce the water level around 1 meter in Manggarai upstream area. In addition, flood management should be aligned with conservation in the upstream watershed and socialization to the communities along the Ciliwung river for not to litter into the river. In consequently, there will be no accumulation of waste and sediment which can reduce the drainage capacity of the river. This research is conducted to study the hydraulic effectiveness of the Manggarai Sluice Gate as one of the flood control structure in Jakarta's drainage system.*

**Keyword:** Physical model test, flood, river, sluice gate, numerical model

## PENDAHULUAN

Bencana banjir yang terjadi bertahun-tahun di Kota Jakarta memberikan dampak buruk bagi kehidupan masyarakat di ibukota. Selain dapat menghambat akses transportasi masyarakat karena genangan banjir yang menutupi hampir semua ruas jalan utama di Jakarta. Banjir juga menggenangi banyak wilayah pemukiman di Jakarta. Hal ini membuat masyarakat kesulitan untuk mendapat air bersih. Pada awal tahun 2014 yang lalu banjir kembali melanda dan menggenangi sebagian besar wilayah Kota Jakarta. Kerugian yang dialami bukan hanya kerugian materil tetapi juga moril. Oleh karena itu, perlu segera dilakukan penanganan banjir yang terintegrasi di wilayah Jakarta sehingga permasalahan yang ada dapat diselesaikan secara tuntas. Pemerintah sebenarnya sudah melakukan berbagai upaya untuk menangani permasalahan banjir di Jakarta ini

seperti pembangunan saluran banjir kanal, polder, normalisasi kali, modifikasi cuaca dan lain-lain. Namun belum semua masalah dapat tertangani seperti masalah sedimentasi dan kebiasaan warga membuang sampah ke kali.

Sistem drainase yang ada saat ini pun dirasa masih belum berfungsi secara maksimal untuk mengalirkan air. Ditambah dengan masalah sedimentasi yang terjadi di hampir sepanjang alur Sungai Ciliwung membuat kapasitas sungai menjadi semakin kecil, sebagaimana seperti yang dijelaskan oleh Restu Gunawan (2010) dalam buku "*Gagalnya sistem kanal: pengendalian banjir Jakarta dari masa ke masa*". Salah satu yang menjadi perhatian adalah sering meluapnya sungai Ciliwung yang menuju Banjir Kanal Barat. Gambar Pintu Air Manggarai di masa lampau dan masa kini dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Sumber :<http://dpudkijakarta.net/>

**Gambar 1** Pintu Air Manggarai masa lampau



Sumber :<http://www.merdeka.com/>

**Gambar 2** Pintu Air Manggarai masa kini

Sistem tata air kota Jakarta perlu dibenahi termasuk merevitalisasi pintu-pintu air yang ada, namun perlu ada keseimbangan antara aspek struktural/teknis dan nonstruktural/sosial (James, 2014). Limbah padat (sampah) yang ada di Sungai Ciliwung dapat menghambat kinerja Pintu Air Manggarai untuk mengalirkan air dari Sungai Ciliwung ke Banjir Kanal Barat. Bahkan pada awal tahun 2014 diperkirakan terdapat 300 ton sampah yang mengendap di pintu air Manggarai (Narwoko, 2014). Jika dibandingkan kondisi Pintu Air Manggarai pada saat awal konstruksi dengan kondisi saat ini maka terlihat perbedaan yang mencolok seperti terlihat pada Gambar 1 di atas ini. Pintu Air Manggarai ini menjadi sangat krusial karena terdapat pintu air yang mengalirkan air ke arah Istana Negara sehingga tidak bisa dengan sembarangan dioperasikan. Otoritas untuk membuka pintu air yang mengarah ke Istana Negara dimiliki oleh Gubernur DKI Jakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinerja pengaliran dari Pintu Air Manggarai sebagai salah satu bangunan pengatur aliran sungai Ciliwung ke Banjir Kanal Barat dalam sistem tata air Kota Jakarta.

**KAJIAN PUSTAKA**

**Uji Model Hidraulik Fisik**

Uji model hidraulik fisik biasanya dipakai untuk mensimulasi perilaku hidraulik pada prototip bangunan air (bendung, pelimpah bendungan/embung, pelindung sungai tak langsung/krib, penangkap sedimen dan lain-lain) yang direncanakan dengan skala lebih kecil. Uji model hidraulik dilakukan untuk menyelidiki perilaku hidraulik dari seluruh bangunan atau masing-masing komponennya. Prinsip dasar penggunaan model hidraulik adalah menirukan masalah nyata di lapangan pada skala yang lebih kecil. Skala model (n) adalah perbandingan antara besaran di lapangan dan besaran di model, Skala panjang horisontal dan vertikal yang digunakan pada model adalah sama, maka digunakan model hidraulik tidak distorsi dimana nL = nh. Karena gaya gravitasi memegang peranan penting dalam permasalahan, maka skala parameter hidraulik dihitung berdasarkan bilangan Froude dimana nFr = 1. (Pusair, 2012). Skala dari besaran-besaran ditentukan dari perbandingan antara besaran di lapangan dan besaran di model, yaitu parameter n.

$$n = \frac{\text{besaran diprototipe}}{\text{besaran dimodel}}$$

**Tabel 1** Skala besaran model 1:25

BESARAN	LAMBANG NOTASI	SKALA BESARAN
Panjang, tinggi	1. L, h	$n_L = n_h = 25$
Kecepatan aliran	V	$n_v = n_h^{1/2} = 5$
Debit	Q	$n_Q = n_h^{5/2} = 3125$
Waktu aliran	t	$n_t = n_h^{1/2} = 5$
Kekasaran	K	$n_k = n_h = 25$
Diameter butir	D	$n_d = n_h = 25$
Koefisien Chezy	C	$n_c = 1$
Koefisien Manning	N	$n_n = n_h^{1/6} = 1,7099$
Volume	V	$n_v = n_h^3 = 15625$

Catatan: bila  $n_L = n_h$  maka disebut model tanpa distorsi (undistorted model).

**Pemodelan Numerik Sungai**

Pemodelan numerik sungaidimaksudkan untuk mengetahui:

- 1 karakteristik sistem sungai dan respon sungai terhadap skenario pengendalian/pengamanan sungai,
- 2 ruas-ruas sungai yang mempunyai kecenderungan terjadinya degradasi /agradasi dan menimbulkan kerugian pada masyarakat,
- 3 usulan bangunan pengendali dan pengaman sungai.

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan hidrodinamik adalah persamaan kontinuitas air:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + b \frac{\partial h}{\partial t} = q$$

Keterangan:

Q, debit sungai [ m<sup>3</sup>/s ]

b, lebar sungai [ m ]

H, kedalaman air [ m ]

dx, langkah jarak [ m ]

Persamaan lain yang digunakan untuk perhitungan hidrodinamik adalah persamaan momentum:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{\beta Q^2}{A} \right] + gA \frac{\partial h}{\partial x} - gAS_f = 0$$

Keterangan:

A, luas penampang penampang basah [ m<sup>2</sup> ]

$\beta$ , koefisien Bousinesq [ - ]

S<sub>f</sub>, kemiringan energi

R, jari-jari hidraulik [ m ]

n, koefisien Manning [m<sup>1/3</sup>/s]

### Pintu Air

Pintu air diletakkan pada lokasi yang mempunyai perbedaan ketinggian antara muka air hulu dan hilir untuk mengatur debit sungai (Agus dkk, 2010).

Jenis-jenis pintu air:

#### 1 Pintu Kembar / Kuku Tarung

Jenis pintu ini digunakan pada saluran yang cukup lebar, yaitu jika lebar saluran lebih dari 6 meter. Pemasangan menyudut 45° dengan maksud untuk mengurangi tekanan air pada pintu, sehingga dimensi pintu menjadi lebih kecil dan hemat. Jenis pintu ini biasanya menggunakan bahan baja.

#### 2 Pintu Angkat / Kerek (*Lift Gate*)

Pintu ini digunakan dengan cara mengangkat dan menurunkan pintu dari atas saluran dengan menggunakan kabel pengerek/pengangkat. Jenis pintu ini ideal dipakai jika saluran tidak terlampaui lebar.

#### 3 Pintu Sorong / Geser (*Rolling Gate*)

Jenis pintu ini digunakan pada saluran yang tidak terlampaui lebar. Bahan pintu ini bisa memakai baja atau kayu, sesuai dengan kebutuhan dan perencanaan.

#### 4 Pintu Rebah (*Falling Gate*)

Untuk membuka saluran, pintu ini ditarik/direbahkan kebawah sampai sejajar plat lantai, sedangkan untuk menutupnya kembali dengan cara menegakkannya.

### METODELOGI

Dalam penelitian ini beberapa metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1 Pengumpulan data pendukung,
- 2 Pemodelan numerik 1 dimensi dengan menggunakan *software* Mike 11,
- 3 Uji model hidraulik fisik 3 dimensi di Laboratorium.

- 4 Model yang dibuat merupakan model tanpa distorsi (*undistorted model*) dengan skala 1:25, dalam arti skala geometri horizontal ( $n_h$ ) diambil sama dengan skala geometri vertikal ( $n_v$ ). Bagian-bagian yang ditirukan di model, mencakup Sungai Ciliwung dengan kondisi eksisting di udik pintu air Manggarai sepanjang ±150 m dan di hilir pintu air sepanjang ±125 m beserta bangunan Pintu Air Manggarai.
- 5 Analisa kondisi hidrolis Pintu Air Manggarai dan sungai di sekitarnya.
- 6 Rekomendasi berdasarkan hasil pemodelan dengan membandingkan skenario yang diterapkan.

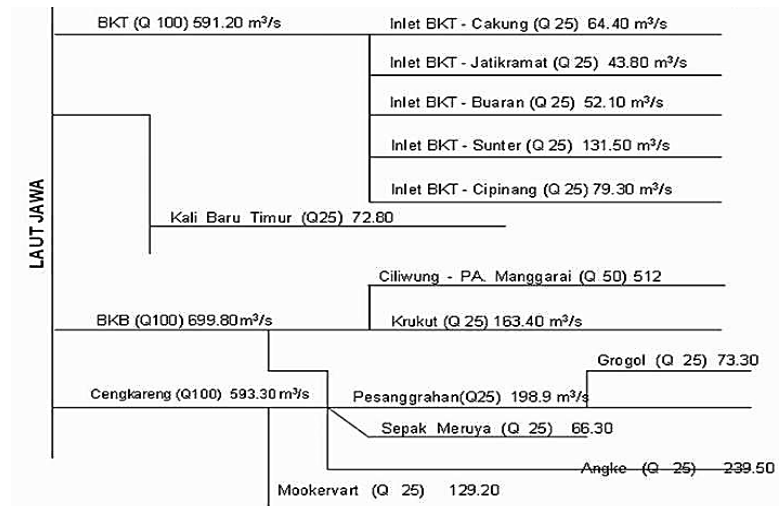
### PEMBAHASAN

#### 1 Sistem Sungai di Jakarta

Wilayah DKI Jakarta merupakan muara dari 13 sungai yaitu Kali Mookervart, Kali Angke, Kali Pesanggrahan, Kali Grogol, Kali Krukut, Kali Baru/Pasar Minggu, Kali Ciliwung, Kali Baru Timur, Kali Cipinang, Kali Sunter, Kali Buaran, Kali Jatikramat, dan Kali Cakung. Skema jalur sungai yang ada di Jakarta dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.

Berdasarkan skema jalur sungai di atas dapat kita lihat bahwa terdapat banyak jalur sungai yang melintasi Kota Jakarta, namun dalam penelitian ini dikhususkan untuk mengkaji kinerja pengaliran di Pintu Air Manggarai di sungai Ciliwung. Bangunan ini berada di Kelurahan Pegangsaan, Kecamatan Menteng Tenggulun Jakarta Pusat yang merupakan bangunan pengatur aliran air dari Sungai Ciliwung menuju ke Banjir Kanal Barat. Peta lokasi Pintu Air Manggarai dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan data teknis yang telah dikumpulkan dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Ciliwung Cisadane dan Dinas PU Jakarta diperoleh data topografi dan hidrograf Pintu Air Manggarai seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Data teknis tersebut akan digunakan dalam proses analisis selanjutnya yaitu pemodelan numerik 1 dimensi dan uji model hidraulik fisik 3 dimensi.

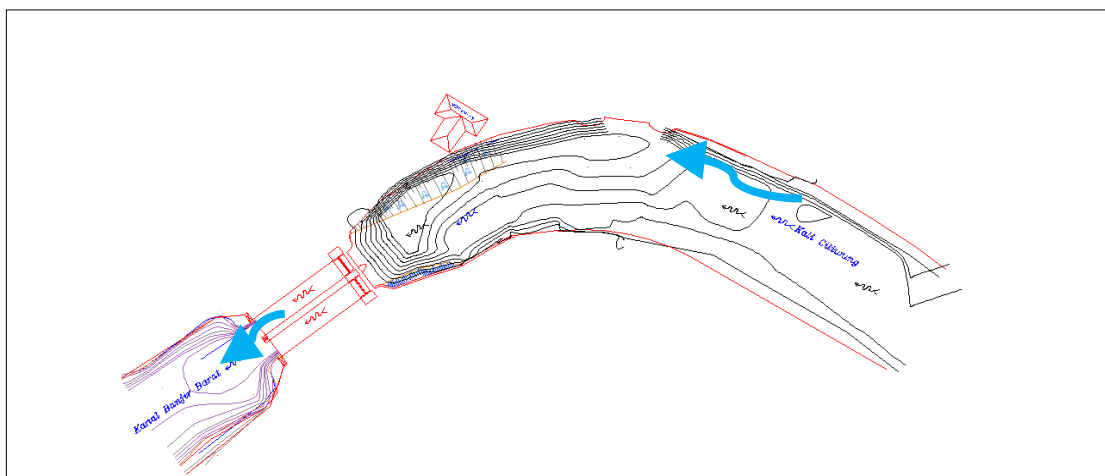


Sumber: Dinas PU DKI Jakarta Tahun 2013

Gambar 3 Skema jalur sungai di kota Jakarta



Gambar 4 Peta lokasi Pintu Air Manggarai

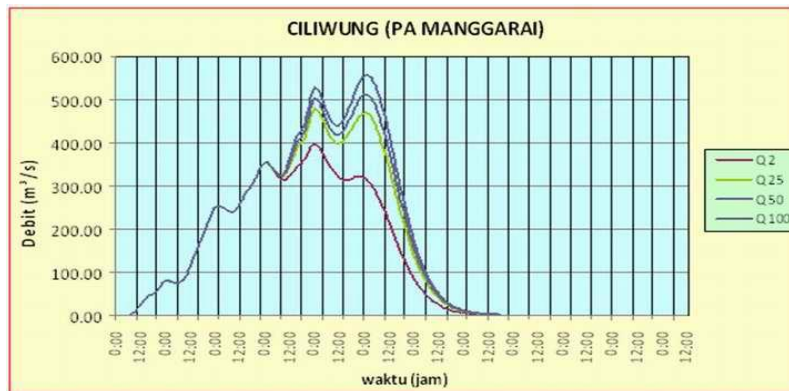


Sumber: BBWS Ciliwung Cisadane, 2013

Gambar 5 Peta topografi Sungai Ciliwung di sekitar Pintu Air Manggarai

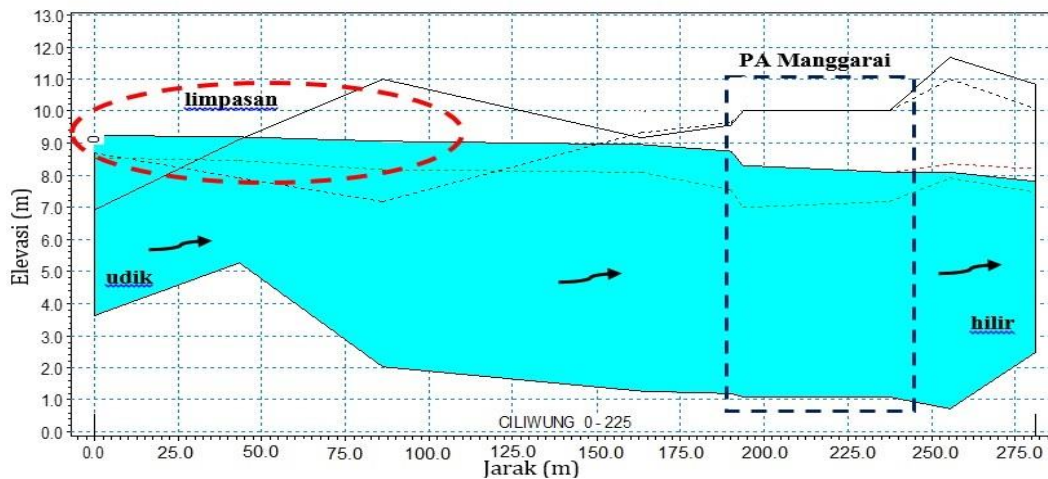


Kala Ulang T (tahun)	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /s)
2	221
5	331
10	407
25	507
50	584
100	664



Sumber: Dinas PU Jakarta

Gambar 6 Data hidrograf debit banjir di Pintu Air Manggarai



Gambar 7 Simulasi pemodelan numerik model seri 1 Pintu Air Manggarai dengan debit Q<sub>25th</sub>

## 2 Pemodelan Pintu Air Manggarai Seri 1

Pintu Air Manggarai dimodelkan sesuai kondisi awal di lapangan atau disebut model seri 1. Kondisi pintu air terbuka penuh tanpa adanya modifikasi untuk melihat kapasitas pengaliran saluran. Analisa pemodelan yang dilakukan meliputi analisa numerik 1 dimensi menggunakan *software* Mike11 dengan aliran tetap dan uji model hidraulik fisik 3 dimensi di Laboratorium Hidraulika. Simulasi pemodelan numerik Pintu Air Manggarai ini dilakukan dengan mengambil saluran sepanjang 275 meter yang mewakili udik dan hilir Pintu Air Manggarai. Beberapa alternatif debit pengaliran yang digunakan mulai dari debit Q<sub>2th</sub> sampai dengan Q<sub>100th</sub> disimulasikan dengan *steady flow* dan beberapa parameter batas (*boundary*) (DHI Water & Environment, 2002). Dalam kajian ini, kondisi batas yang digunakan yaitu debit desain (m<sup>3</sup>/s) sebagai batas udik, dan tinggi muka air (m) sebagai batas hilir.

Berdasarkan hasil simulasi pemodelan numerik diketahui bahwa limpasan air di daerah udik sungai Ciliwung sudah mulai terjadi sejak debit Q<sub>10th</sub> = 407 m<sup>3</sup>/dt dan akan semakin meluas pada saat debit Q<sub>25th</sub> = 507 m<sup>3</sup>/dt. Hal ini ditunjukkan dengan adanya kenaikan tinggi muka air di daerah udik sungai Ciliwung yang melewati batas di tanggul kanan dan kiri saluran seperti terlihat pada hasil simulasi pemodelan numerik pada Gambar 7. Hal tersebut mengakibatkan genangan banjir di sekitar wilayah udik Pintu Air Manggarai.

Untuk melihat kondisi pengaliran secara visual 3 dimensi maka dilakukan uji model hidraulik fisik di laboratorium hidraulika dengan mengambil model yang sama dengan pemodelan numerik yaitu sepanjang 225 meter. Pada pemodelan ini Pintu Air Manggarai beserta sebagian daerah udik dan hilirnya ditirukan di laboratorium sesuai kondisi lapangan dengan skala 1:25 di laboratorium. Debit yang digunakan dalam

proses simulasi pengaliran juga sama dengan debit desain pada pemodelan numerik yaitu mulai dari debit  $Q_{25th}$  sampai dengan  $Q_{100th}$ . Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diketahui bahwa kapasitas saluran Ciliwung beserta saluran Pintu Air Manggarai ini belum mampu mengalirkan debit banjir  $Q_{25th}$ . Hal ini ditunjukkan dengan melimpasnya air di daerah udik sungai Ciliwung sebelum masuk Pintu Air Manggarai seperti terlihat pada Gambar 8 dan Gambar 9. Hal ini sejalan dengan yang fenomena yang ditunjukkan oleh pemodelan numerik, yaitu terjadi limpasan di udik saluran Pintu Air Manggarai. Perbandingan tinggi muka air pada model fisik dan model numerik dapat dilihat pada Tabel 2, terlihat bahwa tinggi muka air pada model fisik lebih tinggi sedikit dibanding hasil model numerik. Hal ini menunjukkan bahwa model fisik dan model

numerik yang telah dibangun telah terkalibrasi dan dapat dipakai untuk analisa lebih lanjut.

Berdasarkan hasil pengujian kedua pemodelan tersebut dapat dilihat bahwa kondisi saluran di udik Pintu Air Manggarai mengalami limpasan. Fenomena ini disebabkan oleh sedimentasi dan penumpukan sampah pada saluran udik sehingga kapasitas pengaliran saluran sungai Ciliwung di daerah udik semakin berkurang. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kapasitas saluran tersebut maka perlu dilakukan perubahan untuk meningkatkan kembali kapasitas saluran. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah normalisasi sungai Ciliwung di bagian udik terutama di area saluran masuk ke Pintu Air Manggarai dan penambahan 1 pintu air baru untuk meningkatkan kapasitas pengaliran Pintu Air Manggarai yang telah ada.



**Gambar 8** Model fisik Pintu Air Manggarai seri 1 dengan Skala 1:25, kondisi sebelum percobaan pengaliran



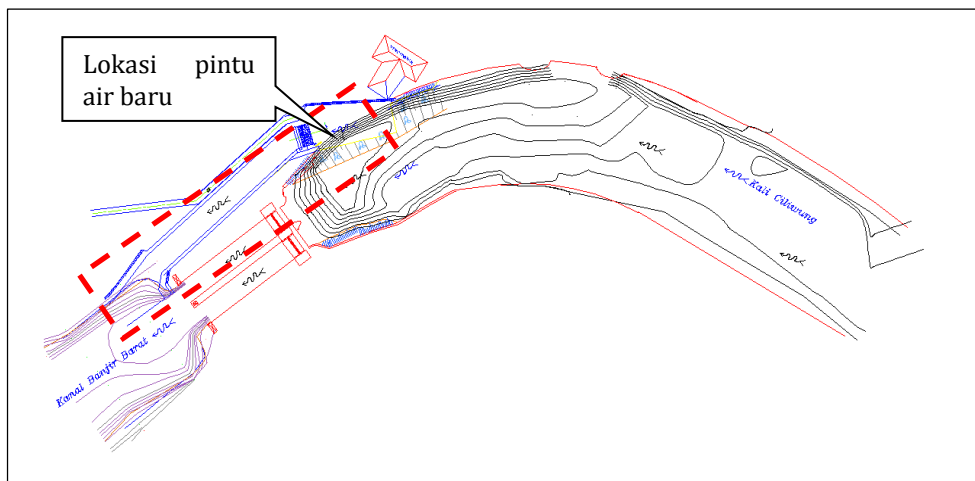
**Gambar 9** Model fisik Pintu Air Manggarai seri 1 dengan debit pengaliran  $Q_{25th}$

**Tabel 2** Perbandingan tinggi muka air (TMA) di udik pada seri 1 (kondisi eksisting)

No	Periode (Tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi muka air pada model fisik (m)	Tinggi muka air pada model numerik (m)
1	2	221	6,17	6,06
2	5	331	7,30	7,29
3	10	407	8,02	7,92
4	25	507	8,82	8,75
5	50	584	9,25	9,19
6	100	664	9,76	9,68



**Gambar 10** Lokasi rencana penambahan Pintu Air Manggarai



**Gambar 11** Tata letak rencana penambahan Pintu Air Manggarai

### 3 Pemodelan Pintu Air Manggarai Seri 2

Pintu Air Manggarai dimodelkan dengan kondisi modifikasi yaitu dengan menerapkan normalisasi sungai di udik dan menambahkan 1 pintu air di sebelah kanan pintu air utama. Lokasi

dan tata letak rencana penambahan 1 pintu air yang baru dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11, sedangkan desain normalisasi Sungai Ciliwung dapat dilihat pada Gambar 12. Normalisasi yang dilakukan dengan membuat



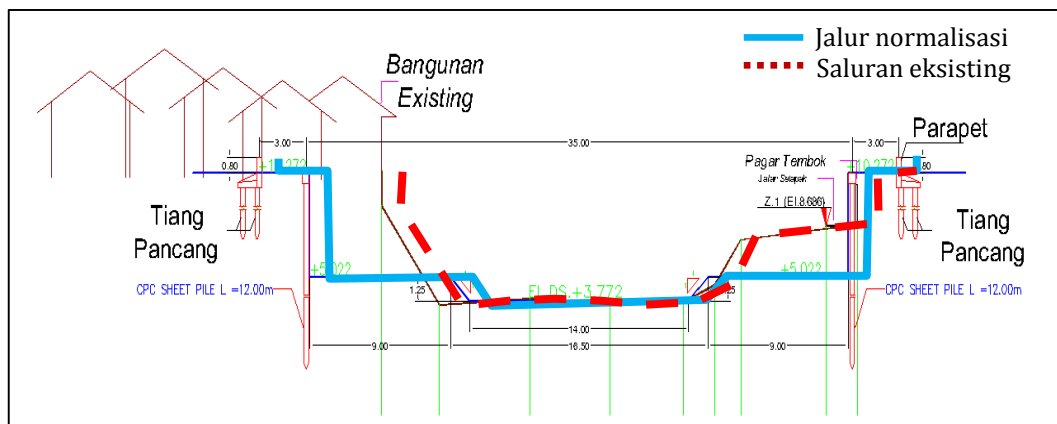
*compound channel* supaya dapat lebih efektif pada saat debit banjir kecil dan besar (Dessy dkk, 2013). Pada seri 2 ini dilakukan pemodelan numerik dan uji model hidraulik fisik untuk melihat dampak dari normalisasi di udik sungai Ciliwung dan efek penambahan pintu air.

Simulasi pemodelan numerik seri 2 ini dilakukan dengan beberapa alternatif debit pengaliran mulai dari debit puncak banjir  $Q_{2th}$  sebesar  $221 \text{ m}^3/\text{s}$  sampai dengan  $Q_{100th}$  sebesar  $664 \text{ m}^3/\text{s}$ . Berdasarkan hasil pemodelan numerik seri 2 dengan pengaliran debit  $Q_{25th}$ , terlihat bahwa air mengalir dengan sempurna dan tidak terjadi limpasan di daerah udik sungai Ciliwung. Selain itu juga terjadi penurunan muka air  $\pm 1$  meter di daerah udik dari  $+9,2 \text{ m}$  pada saat seri 1 menjadi  $+8,1 \text{ m}$  pada saat seri 2. Hasil simulasi pemodelan numerik seri 2 dapat dilihat pada Gambar 13.

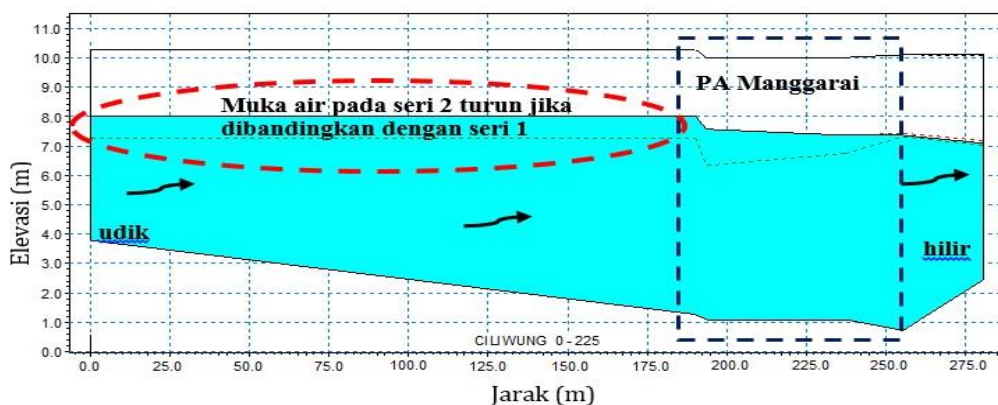
Pada seri 2 ini dilakukan uji model hidraulik fisik untuk melihat dampak dari normalisasi di udik Sungai Ciliwung dan penambahan pintu air. Berdasarkan hasil uji model hidraulik fisik di laboratorium, terlihat bahwa tidak terjadi limpasan di daerah udik Sungai Ciliwung dan terjadi penurunan muka air  $\pm 1$  meter di daerah udik dari  $+9,2 \text{ m}$  pada seri 1 menjadi  $+8,1 \text{ m}$  pada seri 2.

Pada model seri 2 ini juga diterapkan penambahan pintu air baru beserta normalisasi sungai di bagian udik seperti terlihat pada Gambar 14. Berdasarkan hasil pengujian terlihat bahwa kapasitas pelimpahan Pintu Air Manggarai mampu untuk mengalirkan air dengan debit desain  $Q_{25th}$  atau sebesar  $507 \text{ m}^3/\text{s}$  dan tidak terjadi limpasan air seperti terlihat pada Gambar 15.

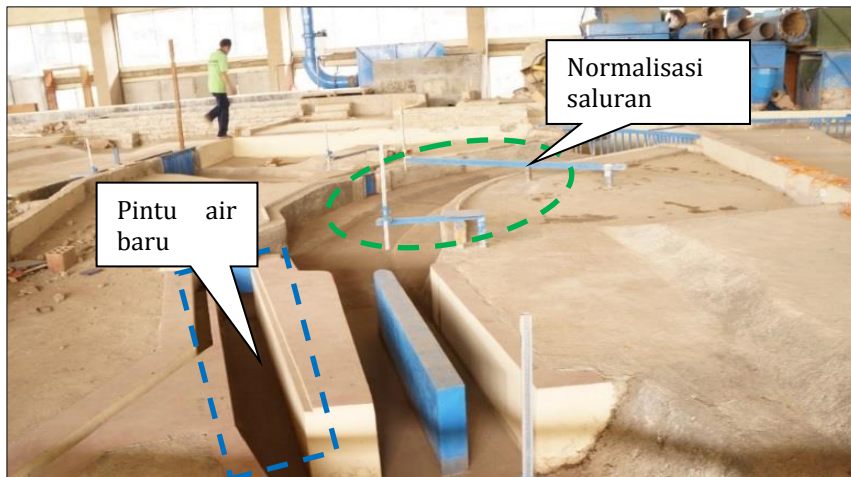
Jika kita bandingkan hasil pengukuran tinggi muka air di udik Sungai Ciliwung pada seri 1 dan seri 2, maka dapat kita lihat penurunan tinggi muka air di udik Sungai Ciliwung  $\pm 1$  meter. Hal ini ditunjukkan dengan ketinggian muka air di udik pada saat  $Q_{25}$  pada seri 1 yaitu  $+8,8 \text{ m}$ , sedangkan pada seri 2 yaitu  $+7,7 \text{ m}$ . Elevasi tanggul pangkalnya berada pada  $+10,15 \text{ m}$  sehingga di bagian udik masih terdapat tinggi jagaan sekitar  $1,95 \text{ meter}$ . Bahkan pada kondisi  $Q_{100th}$  pun saluran masih bisa mengalirkan debit banjir namun tentu saja tinggi jagaannya akan semakin mengecil menjadi  $0,39 \text{ m}$  seperti terlihat pada Gambar 16. Hasil pengukuran tinggi muka air di daerah udik Sungai Ciliwung pada seri 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan grafik lengkung debitnya ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 12 Desain normalisasi Sungai Ciliwung di udik Pintu Air Manggarai



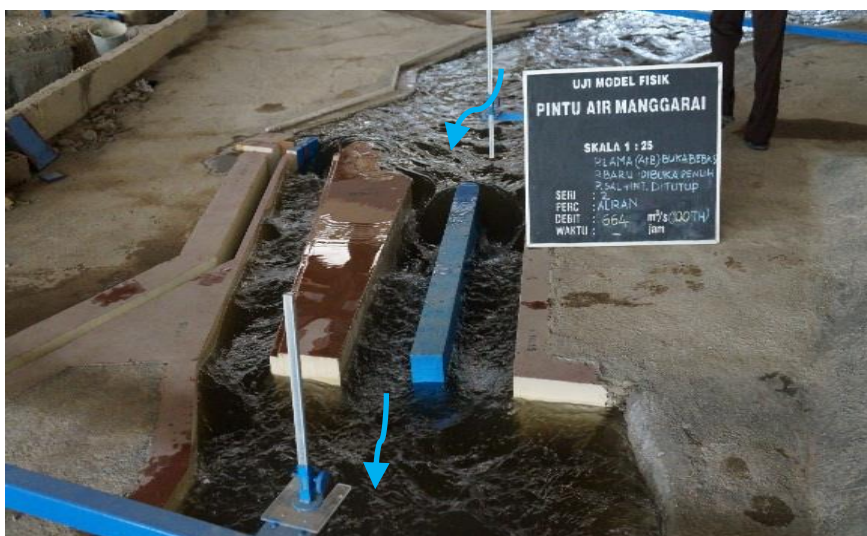
Gambar 13 Simulasi pemodelan numerik seri 2 Pintu Air Manggarai dengan debit  $Q_{25th}$



Gambar 14 Model fisik Pintu Air Manggarai seri 2 sebelum dilakukan pengaliran



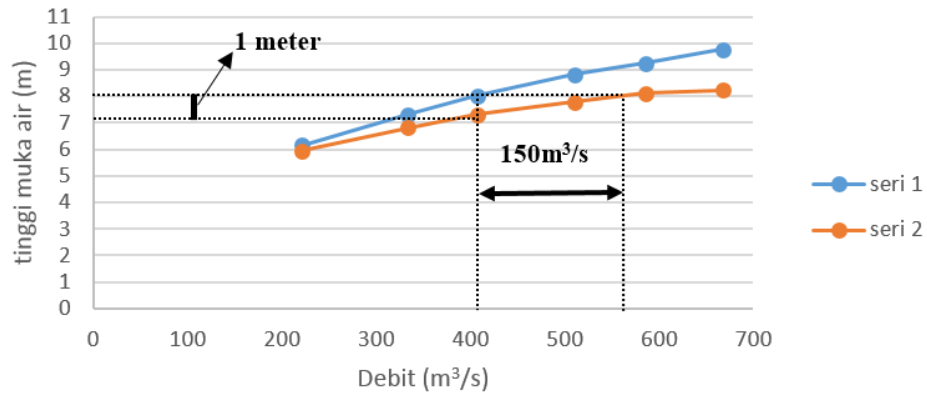
Gambar 15 Model fisik Pintu Air Manggarai seri 2 dengan debit pengaliran  $Q_{25th}$



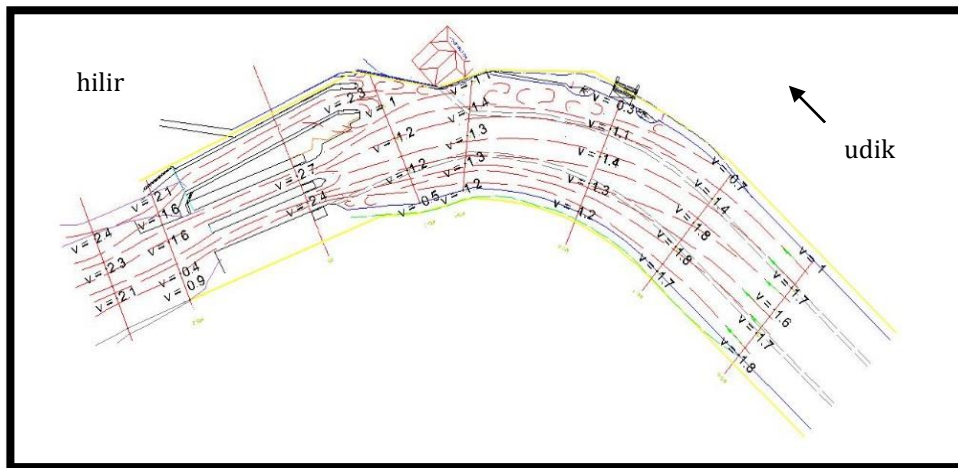
Gambar 16 Model fisik Pintu Air Manggarai seri 2 dengan debit pengaliran  $Q_{100th}$

**Tabel 3** Tinggi muka air di udik pada seri 2 (kondisi modifikasi)

No	Periode (Tahun)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Tinggi Muka Air Seri 1 (m)	Tinggi Muka Air Seri 2 (m)
1	2	221	6,17	5,953
2	5	331	7,304	6,815
3	10	407	8,029	7,325
4	25	507	8,825	7,775
5	50	584	9,25	8,11
6	100	664	9,76	8,24



**Gambar 17** Lengkung debit Pintu Air Manggarai model seri 1 dan 2



**Gambar 18** Distribusi kecepatan di sepanjang saluran Pintu Air Manggarai

Jika kita bandingkan antara lengkung debit seri 1 dan 2 maka dapat disimpulkan bahwa tambahan kapasitas pintu air adalah sebesar ± 150 m<sup>3</sup>/s. Selain itu juga dengan adanya penambahan 1

pintu air, terlihat bahwa pola, kecepatan aliran, dan arah aliran dari arah udik Sungai Ciliwung cukup merata menuju pintu air, dan aliran melimpah dari pintu air dengan sempurna dengan

tidak ada potensi turbulensi yang dapat menyebabkan terjadinya sedimentasi atau penumpukan sampah di depan inlet Pintu Air Manggarai. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan melihat kondisi pengaliran  $Q_{25th}$  seri 1 pada Gambar 9 dengan seri 2 pada Gambar 15. Distribusi kecepatan aliran yang terjadi lebih dominan di tengah saluran dibandingkan di bagian pinggir kanan dan kirinya seperti terlihat pada Gambar 18. Kemudian terlihat juga terjadi sedikit turbulensi di sisi kanan saluran di bagian udik Pintu Air Manggarai akibat dari kecepatan aliran di tikungan luar saluran.

Kecepatan aliran pada sungai yang morfologinya berliku biasanya dominan di tikungan luar sehingga dapat menimbulkan bahaya gerusan. Hal tersebut bisa diatasi memasang struktur krib untuk membantu mengarahkan arus aliran ke bagian tengah sehingga aliran lebih stabil (James dkk, 2013). Oleh karena itu, pemasangan krib dapat dilakukan untuk mengarahkan arus aliran sehingga lebih merata menuju Pintu Air Manggarai.

## KESIMPULAN

Kapasitas pengaliran Pintu Air Manggarai dapat ditingkatkan dengan penambahan 1 pintu air yang baru. Peningkatan kapasitas pengaliran yang terjadi sebesar  $\pm 150 \text{ m}^3/\text{s}$  yang diharapkan dapat menurunkan tinggi muka air di udik saluran Pintu Air Manggarai sampai  $\pm 1$  meter pada debit desain  $Q_{25th}$ .

Dengan adanya penumpukan sedimen pada sungai, maka akan semakin mengurangi kapasitas pengaliran. Sehingga perlu dilakukan juga normalisasi saluran di udik Pintu Air Manggarai untuk melengkapi upaya peningkatan kapasitas terutama di bagian tikungan dalam saluran.

Oleh karena itu, penambahan 1 pintu air dan normalisasi saluran sungai Ciliwung di bagian udik dapat menjadi salah satu solusi yang bisa dilakukan untuk menurunkan tinggi muka air banjir di daerah tersebut. Selain itu, idealnya penanganan banjir juga harus diselaraskan dengan program penanganan lainnya seperti kegiatan konservasi di daerah hulu sungai dan sosialisasi kepada masyarakat di sepanjang alur Sungai Ciliwung untuk tidak membuang sampah ke sungai. Sehingga diharapkan penanganan banjir bisa lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pekerjaan Umum Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. 2009. *Laporan Final Pengendalian Banjir*. Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum Provinsi DKI Jakarta. 2014. Detail Pintu Air. [http://dpudkijakarta.net/index.php/web/pintu\\_air/6](http://dpudkijakarta.net/index.php/web/pintu_air/6) (diakses 26 Maret 2014).
- DHI Water & Environment. 2002. *MIKE 11:A Modelling System for Rivers and Channels User Guide*.
- Gunawan, Restu, Restu Gunawan Nuradji. 2010. *Gagalnya sistem kanal: pengendalian banjir Jakarta dari masa ke masa*. Penerbit Buku Kompas.
- Narwoko, Dwi. 2014. *Dampak banjir, sampah 300 ton menumpuk di Pintu Air Manggarai*. <http://www.merdeka.com/foto/peristiwa/316849/dampakbanjir/sampah-300-ton-menumpuk-di-pintu-air-manggarai-008-isn.html>(diakses 26 Maret 2014)
- Puslitbang SDA. 2013. *Laporan Akhir Uji Model Hidraulik Pintu Air Manggarai Provinsi DKI Jakarta*. Bandung.
- Roslani, Dessy., Zulfan, James., Yiniarti. 2013. Kajian Optimasi Desain Saluran Dalam Rangka Pengendalian Banjir Di Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Hidraulik Volume 4, No.1, ISSN 2087-3611*. Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, *Tata cara pembuatan model-hidraulik fisik sungai dengan dasar tetap (SNI 03-3965-1995)*.
- Zulfan, James., Dery Indrawan., Yiniarti Eka Kumala. 2013. Pemodelan Numerik Pengamanan Sungai Saddang Dengan Pemasangan Krib. *Jurnal Teknik Hidraulik Volume 4, No.1, ISSN 2087-3611*. Bandung
- Zulfan, James. 2014. *Kajian Revitalisasi Pintu Air Karet Dalam Rangka Menanggulangi Banjir Jakarta*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air. ISBN 978-602-71432-0-3. Bandung.