

**EVALUASI KAPASITAS TAMPUNGAN DAN SALURAN
PEMBUANG PASCA KERUNTUHAN TANGGUL KOLAM
TAMPUNGAN DI KAWASAN PERUMAHAN**



Disusun Oleh:

Albert Wicaksono, S.T., M.T.

Doddi Yudianto, Ph.D.

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Universitas Katolik Parahyangan

2013

DAFTAR ISI

Daftar Isi.....	i
Abstrak	ii
BAB I Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Tujuan Penelitian	2
I.3. Batasan Penelitian	2
BAB II Tinjauan Pustaka	3
II.1. Analisis Frekuensi.....	3
II.2. Hidrograf Satuan Sintetik.....	3
II.3. Penelusuran Banjir Tampungan.....	4
II.4. Model Matematik HEC-HMS	4
BAB III Metodologi Penelitian	5
III.1. Alur Langkah Penelitian	5
III.2. Lokasi Daerah Studi.....	6
III.3. Ketersediaan Data Hujan	8
III.4. Pemodelan Matematik Hidrologi	9
BAB IV Jadwal Pelaksanaan.....	10
BAB V Hasil dan Pembahasan	11
V.1. Curah Hujan Rencana	11
V.2. Debit Banjir Rencana.....	11
V.3. Evaluasi Kinerja Kolam Retensi pada Januari 2013.....	12
V.4. Evaluasi Kapasitas Kolam Retensi Eksisting.....	13
V.5. Kapasitas Kolam Retensi Tambahan	13
V.6. Evaluasi Kapasitas Saluran Pembuang	14
V.7. Modifikasi Saluran Hilir	14
BAB VI Kesimpulan dan Saran.....	15
Daftar Pustaka	

EVALUASI KAPASITAS TAMPUNGAN DAN SALURAN PEMBUANG PASCA KERUNTUHAN TANGGUL KOLAM TAMPUNGAN DI KAWASAN PERUMAHAN

Albert Wicaksono, S.T., M.T.¹; Doddi Yudianto, Ph.D.²

¹Dosen Muda Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

ABSTRAK

Kolam retensi dengan kapasitas tampungan sebesar 80.000 m³ dan luas total permukaan mencapai 1,5 ha digunakan oleh sebuah kawasan perumahan di Bandar Lampung sebagai pengendali banjir saat terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi. Pada 24 Januari 2013, tanggul di sekitar kolam retensi mengalami keruntuhan sehingga air yang tertampung di dalam kolam keluar secara tidak terkendali dan mengakibatkan genangan setinggi 1 m di hilir kawasan perumahan tersebut. Dilatarbelakangi kondisi tersebut, studi ini bertujuan untuk melakukan evaluasi terhadap kemampuan dari kolam retensi untuk mengendalikan limpasan air yang masuk ke dalam kolam tersebut. Analisis akan dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak HEC-HMS. Berdasarkan hasil simulasi, diketahui bahwa kapasitas kolam retensi saat ini hanya mampu untuk menampung volume limpasan air akibat banjir hingga periode ulang 5 tahun. Untuk meningkatkan kemampuan dari kolam retensi tersebut, diperlukan suatu kolam retensi tambahan di bagian hulu untuk menantisipasi terjadinya debit banjir dengan periode ulang yang lebih tinggi. Selain itu, kondisi saluran buang yang ada saat ini dinilai tidak mampu untuk mengalirkan air keluar dari kolam retensi dengan cukup cepat sehingga terjadi penumpukkan volume air di dalam kolam. Untuk mengatasinya, diperlukan dua buah saluran tambahan berupa gorong-gorong dengan diameter 1 atau 1,5 m yang untuk mengurangi tinggi muka air di dalam kolam. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa kombinasi dari penambahan kolam baru dengan kapasitas 432.000 m³ dan penambahan dua buah saluran buang berdiameter 1 m, dapat meningkatkan kapasitas kolam retensi eksisting hingga dapat menampung volume air akibat banjir dengan periode ulang 100 tahun. Tentunya penambahan saluran buang pada kolam retensi perlu diiringi dengan normalisasi sungai atau pembuatan tanggul di hilir kolam retensi untuk mencegah terjadinya banjir pada daerah hilir.

Kata Kunci: pengendalian banjir, kolam retensi, HEC-HMS

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Kolam retensi merupakan salah satu sistem perlindungan banjir struktural yang telah banyak digunakan untuk mengendalikan banjir dalam berbagai jenis pengembangan kawasan. Seperti ditulis oleh Wicaksono (2012, 2013), saat ini banyak daerah pemukiman baru maupun daerah industri telah dilengkapi dengan satu atau lebih kolam retensi untuk mengendalikan aliran permukaan. Dalam beberapa kasus, kolam retensi bahkan didukung oleh suatu sistem pemompaan untuk mengontrol air dalam kolam retensi. Mengacu pada kondisi tersebut, kolam retensi dengan kapasitas tampungan sebesar 80.000 m³, dengan kedalaman 9,0 m dan luas 1,5 ha dibangun di dalam salah satu kawasan perumahan di kota Bandar Lampung.

Kolam retensi tersebut dipergunakan, tidak hanya untuk mengendalikan aliran permukaan dari 35 ha atau duapertiga dari kawasan perumahan saja, namun kolam retensi ini sebenarnya juga mengendalikan atau menampung aliran permukaan dari sekitar 270 ha daerah yang terletak di sisi hulu kawasan perumahan. Saat ini daerah tersebut merupakan lahan terbuka yang didominasi oleh tanaman rumput dan pepohonan. Namun, mengingat pertumbuhan ekonomi dan penduduk yang terus bertambah, dimungkinkan daerah ini akan menjadi kawasan perumahan atau kawasan publik baru yang tentunya akan meningkatkan nilai debit banjir yang ada. Untuk mengalirkan air ke luar dari dalam kolam, kolam retensi ini telah dilengkapi dengan 2 buah saluran pembuang berupa gorong-gorong yang dipasang pada ketinggian yang berbeda. Gorong-gorong pertama dengan diameter 50 cm berada di dasar kolam yang berfungsi sebagai saluran pembuang utama. Sedangkan, gorong-gorong kedua memiliki diameter 60 cm yang digunakan sebagai saluran pembuang darurat yang diletakkan 7 m di atas dasar kolam.

Selama hujan deras pada minggu ketiga bulan Januari 2013, salah satu bagian tanggul keliling kolam retensi mengalami keruntuhan. Keruntuhan tanggul mengakibatkan sebagian besar air di dalam kolam retensi limpas dan menyebabkan kerusakan infrastruktur serta genangan setinggi 1 m di kawasan pemukiman penduduk di hilir kawasan perumahan, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar I-1. Runtuhnya tanggul ini diperkirakan karena limpasan yang mengalir ke kolam, baik dari kawasan perumahan itu sendiri maupun dari daerah tangkapan di sebelah hulu, lebih

besar dari kapasitas atau daya tampung kolam retensi tersebut. Meskipun saat ini tanggul telah diperbaiki dan dibangun kembali, tetapi masih dirasa perlu untuk melakukan evaluasi terhadap daya tampung kolam dan kapasitas saluran pembuang yang ada untuk mengendalikan debit banjir pada kondisi saat ini maupun di masa mendatang dengan asumsi adanya perubahan tata guna lahan di daerah hulu kawasan.



Gambar I-1. Kerusakan infrastruktur di kawasan perumahan

I.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang kejadian dan permasalahan di atas maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan mencari solusi untuk mencegah keruntuhan tanggul kolam ini terulang kembali. Tentunya dengan terlebih dahulu menemukan sumber permasalahan yang menyebabkan terjadinya peristiwa ini.

I.3. Batasan Penelitian

Melihat dari hasil investigasi di lapangan, permasalahan yang terjadi sebenarnya terdiri dari dua bagian utama. Bagian pertama apabila dilihat dari segi keilmuan geologi teknik (geoteknik) terkait dengan adanya rembesan dan daya dukung dari tanggul tersebut. Sementara bagian kedua terkait dengan kenaikan muka air di dalam tampungan yang dapat ditinjau dari segi hidrologi. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini diambil beberapa asumsi dan batasan penelitian sebagai berikut:

1. Analisis yang akan dilakukan hanya mencakup analisis hidrologi dan hidraulika tanpa melakukan analisis geoteknik yang berhubungan dengan rembesan, daya dukung dan kestabilan lereng dari tanggul tersebut.
2. Analisis akan menggunakan model matematik dengan asumsi parameter hidrologi yang sesuai untuk kawasan tersebut dan dilakukan dengan bantuan program HEC-HMS.
3. Fenomena keruntuhan tanggul yang diteliti terbatas pada satu kawasan perumahan di Bandar Lampung, sehingga hasil penelitian ini belum tentu sesuai untuk diterapkan pada daerah lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Analisis Frekuensi

Kejadian-kejadian hidrologi pada dasarnya berupa kejadian stokastik yang mana erat kaitannya dengan nilai-nilai kemungkinan terjadinya kejadian tersebut. Untuk mengetahui hubungan antara besaran kejadian ekstrem dan frekuensi kemungkinan terjadinya kejadian tersebut, maka diperlukan suatu analisis frekuensi. Menurut Ponce (1989), terdapat beberapa metode untuk mendistribusikan data-data yang ada sehingga diketahui besaran peluang terjadinya setiap nilai pada data hidrologi tersebut. Analisis frekuensi untuk curah hujan secara umum dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa jenis distribusi probabilitas kontinu antara lain: (1) Distribusi Normal, (2) Distribusi Log Normal 2 Parameter, (3) Distribusi Log Normal 3 Parameter, (4) Distribusi Gumbel Tipe I, (5) Distribusi Pearson III dan (6) Distribusi Log Pearson III.

Sementara itu, untuk menentukan metode distribusi frekuensi empiris mana yang sesuai dengan sampel data yang ada, diperlukan pengujian secara statistik. Terdapat dua cara pengujian yang biasa dipergunakan, yaitu uji Chi Kuadrat (*Chi-Square Test*) dan uji Kolmogorov-Smirnov. Namun, karena pada uji Chi Kuadrat, data yang ada dikelompokkan terlebih dahulu, terkadang menyebabkan akurasi hasilnya berkurang terutama pada data-data dengan jumlah sampel yang besar. Untuk menghindari hal tersebut, maka dikembangkan metode uji dari data yang tak dikelompokkan seperti Uji Kolmogorov-Smirnov.

II.2. Hidrograf Satuan Sintetik

Hidrograf Satuan Sintetik dikembangkan pada suatu daerah tangkapan air dengan tujuan untuk mendapatkan nilai dan bentuk hidrograf banjir dari data historis maupun hujan rencana. Dari berbagai metode hidrograf satuan sintetik yang ada dan telah berkembang, salah satu metode yang banyak dikenal dan digunakan secara luas di Indonesia adalah metode Soil Conservation Service (SCS). Sebagaimana tertulis pada Ponce (1989), Metode SCS pada dasarnya adalah hidrograf satuan tak berdimensi yang cocok digunakan untuk daerah tangkapan air dengan luasan sedang dengan luas berkisar antara 2,5–250 km². Metode SCS jamak digunakan antara lain karena kemampuannya untuk menganalisis jenis tata guna lahan pada daerah studi dengan menggunakan nilai atau parameter *Curve Number* (CN) dimana nilai ini tergantung pada kondisi

permeabilitas, kondisi kelembaban tanah dan jenis tanaman atau vegetasi yang menutupi kawasan tersebut.

II.3. Penelusuran Banjir Tampungan

Penelusuran banjir di tampungan diperlukan untuk mengetahui efektifitas waduk dalam meredam banjir dan untuk perencanaan dimensi waduk dan bangunan pelengkapanya. Penelusuran banjir di tampungan menggunakan persamaan matematik untuk menghitung aliran ke luar dari tampungan bila diketahui besarnya aliran masuk, kondisi awal, sifat tampungan dan aturan operasi tampungan. Teknik penelusuran tampungan didasarkan pada persamaan diferensial tampungan air. Persamaan ini diperoleh dari prinsip konservasi massa sebagai berikut (Ponce, 1989):

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

Dengan ΔQ adalah $O - I$, Q adalah aliran ke luar (*Outflow*) dan I adalah aliran masuk (*Inflow*). Dengan $\Delta S = \Delta A \times \Delta x$, dimana ΔS adalah perubahan tampungan, maka persamaan di atas menjadi:

$$I - O = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

II.4. Model Matematik HEC-HMS

Model matematik Hydrologic Modeling System (HMS) dikembangkan oleh Hydrologic Engineering Center (HEC), United States Army Corps of Engineers. Model ini merupakan penyempurnaan model matematik HEC-1 yang pertama kali dirilis pada tahun 1967. Model matematik ini akan membantu pengguna untuk melakukan pemodelan analisis debit banjir terutama yang berbasis hidrograf satuan, penelusuran banjir, kalibrasi dan verifikasi. Selain itu, HEC-HMS juga memiliki kemampuan untuk melakukan perhitungan debit banjir pada suatu seri sub-area atau sub-DAS dengan karakteristik yang berbeda.

Komponen dasar model HEC-HMS pada suatu DAS terdiri atas *Basin Model*, *Meteorologic Model*, dan *Control Specifications*. Pada Basin Model, akan disimulasikan kondisi fisik DAS dikaitkan dengan elemen-elemen hidrologi yang dimasukkan dalam Meteorologic Model. Sementara Control Specifications berfungsi untuk mengatur periode dan interval waktu dari suatu simulasi.

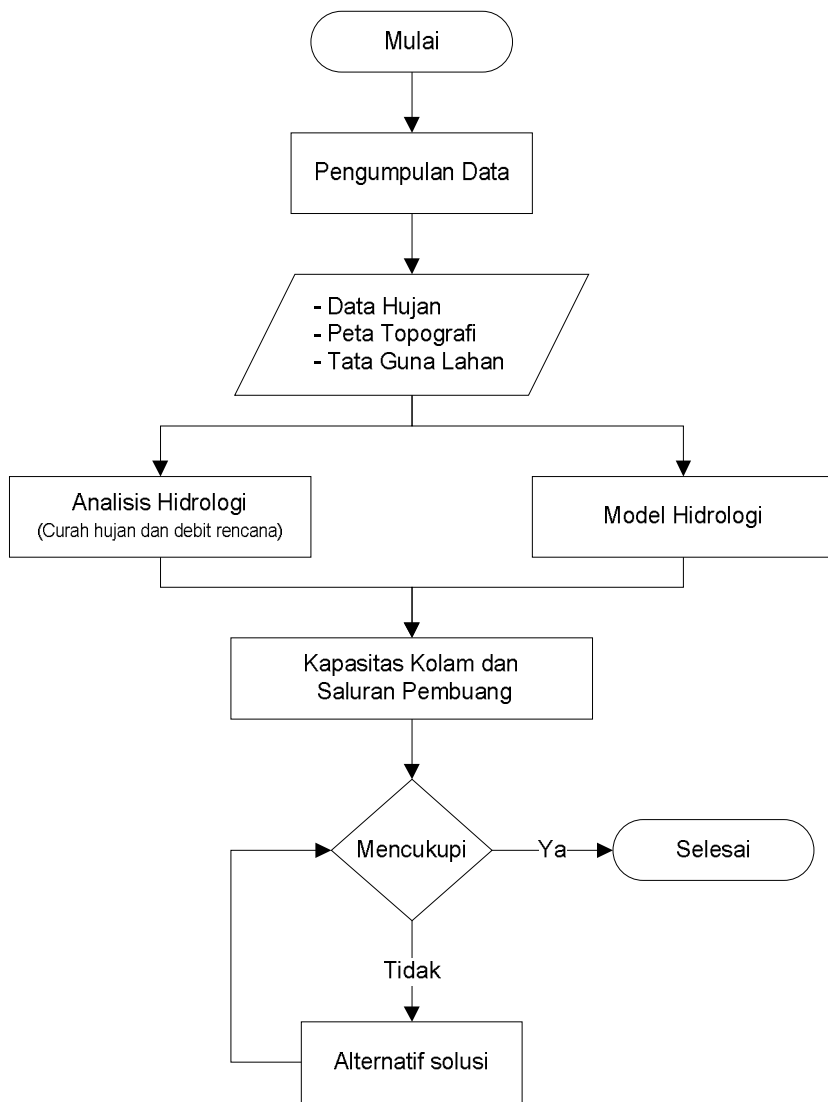
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Alur Langkah Penelitian

Secara umum, penelitian akan dibagi menjadi dua bagian. Pertama adalah melakukan pemeriksaan ulang atau evaluasi terhadap kapasitas kolam dan saluran pembuang. Untuk analisis ini dapat dimulai dengan melakukan analisis curah hujan rencana untuk memperkirakan kejadian hujan yang terjadi pada kejadian tersebut. Curah hujan rencana ini selanjutnya akan ditransformasi menjadi debit limpasan untuk mengetahui seberapa banyak dan dalam waktu berapa lama air akan masuk ke dalam kolam tampungan. Sementara itu, analisis kapasitas kolam dan kapasitas saluran pembuang akan ditentukan berdasarkan hasil analisis debit limpasan tersebut. Berdasarkan rangkaian analisis ini akan diketahui apakah kapasitas dari kolam tampungan dan saluran pembuang yang ada sudah mencukupi atau tidak. Jika sudah mencukupi maka dapat dilanjutkan dengan analisis geoteknik yang tidak akan dibahas pada penelitian ini. Namun, apabila tidak mencukupi maka akan masuk ke analisis bagian kedua yaitu mencari alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan ini.

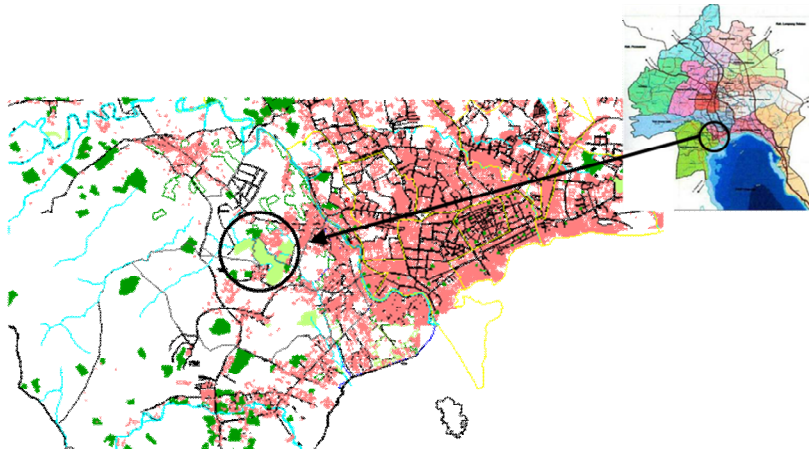
Pada analisis ini akan coba dianalisis beberapa alternatif yang mungkin dapat diterapkan pada kawasan perumahan ini. Secara garis besar terdapat dua alternatif yang dapat dilakukan yaitu mengurangi limpasan yang masuk ke dalam kolam atau memperlancar aliran air yang ke luar dari kolam. Pada alternatif pertama, maka diperlukan sebuah kolam tampungan tambahan di sisi hulu dengan harapan bahwa kolam tambahan ini akan mampu mengurangi beban limpasan yang akan masuk ke kolam tampungan eksisting. Sementara alternatif kedua adalah dengan membuang air di kolam secepatnya. Untuk alternatif ini dapat dilakukan dengan menambah saluran pembuang yang ada. Penelitian ini pada akhirnya akan menyimpulkan solusi mana yang dapat diterapkan pada kawasan ini. Secara singkat, rangkaian kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar III-1.



Gambar III-1. Diagram alir penelitian

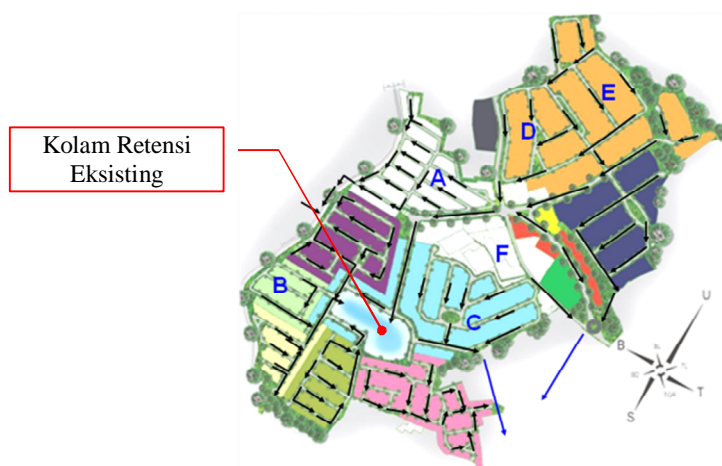
III.2. Lokasi Daerah Studi

Secara administratif, kawasan perumahan ini terletak di Kecamatan Teluk Betung Barat, Kota Bandar Lampung sebagaimana tergambar pada Gambar III-2 berikut. Sebagaimana dapat dilihat dalam gambar tersebut, lokasi kawasan perumahan yang terletak di daerah hulu akan memberikan kontribusi besar terhadap nilai debit banjir kawasan hilir.

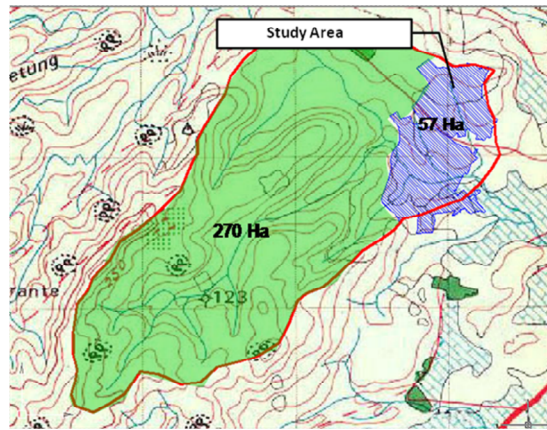


Gambar III-2. Lokasi daerah studi

Sesuai dengan peta rencana pengembangannya, sebagaimana tergambar pada Gambar III-3 kawasan perumahan ini memiliki luas total sebesar 57 ha yang terdiri dari 9 sub-kawasan perumahan (*cluster*) dan 3 kawasan publik. Pada setiap sub-kawasan tersebut, telah dikembangkan pula sistem drainase mandiri untuk setiap kawasan dan hanya aliran air dari kawasan A, B, D dan E yang dialirkan ke dalam kolam retensi. Sementara air limpasan dari kawasan C dan F mengalir langsung ke luar kawasan perumahan. Selain mengendalikan air dari dalam kawasan perumahan, kolam retensi ini juga mengendalikan limpasan permukaan dari daerah di hulu kawasan perumahan yang luasannya mencapai 270 ha sebagaimana ditunjukkan pada Gambar III-4. Walaupun saat ini, kondisi daerah di sisi hulu ini masih berupa tanah terbuka yang didominasi oleh tanaman rumput dan pepohonan, namun daerah ini memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi kawasan perumahan atau kawasan niaga lain yang tentunya akan menambah besar volume air yang harus dikendalikan oleh kolam retensi ini.



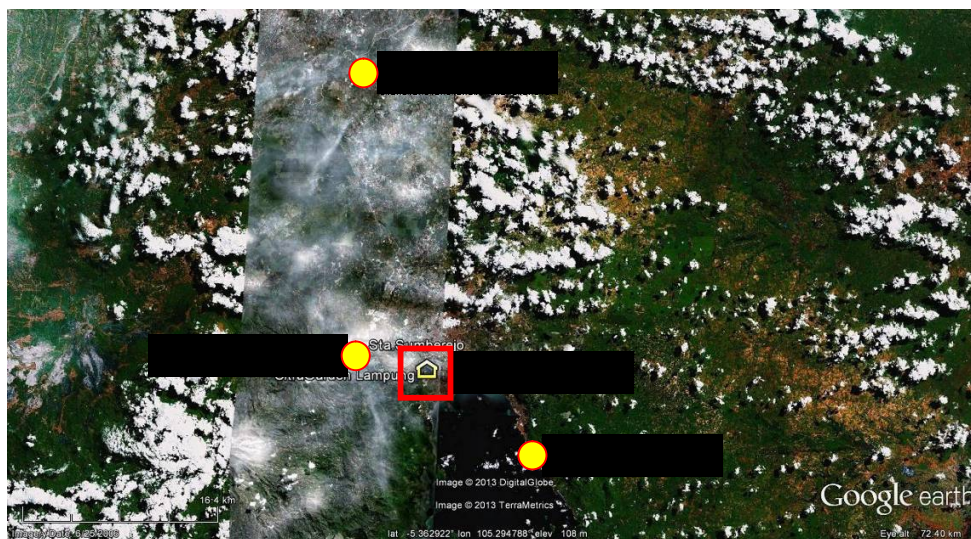
Gambar III-3. Pembagian sub-kawasan dan arah aliran drainase tiap sub-kawasan



Gambar III-4. Daerah tangkapan di hulu daerah studi

III.3. Ketersediaan Data Hujan

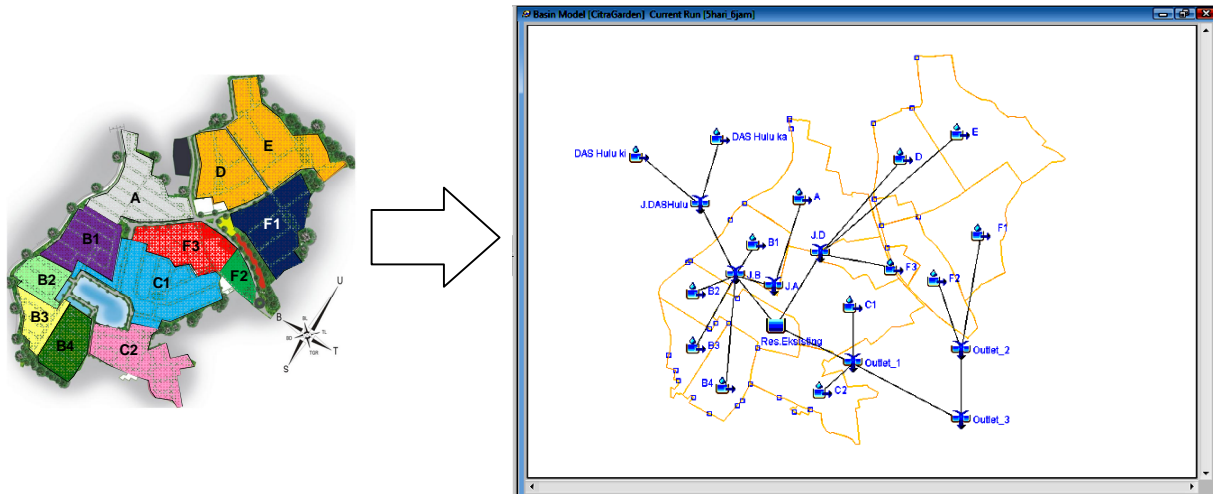
Pada dasarnya terdapat tiga stasiun curah hujan yang letaknya dekat dengan lokasi penelitian, yaitu stasiun pencatat hujan Sumberejo, Maritim dan Polinela sebagaimana dapat dilihat pada Gambar III-5. Dari ketiga stasiun tersebut, stasiun Sumberejo merupakan stasiun yang terletak paling dekat dengan lokasi daerah studi dibandingkan stasiun Maritim dan stasiun Polinela. Panjang data yang tersedia untuk stasiun Sumberejo, Maritim dan Polinela adalah 13 tahun, 14 tahun, dan 5 tahun untuk masing-masing stasiun secara berurutan. Mengacu pada keruntuhan tanggul pada minggu ketiga bulan Januari 2013, beberapa data curah hujan harian juga telah dikumpulkan dari stasiun Sumberejo. Besar curah hujan harian yang dikumpulkan dari tanggal 20 hingga 26 Januari 2013 adalah 22, 120, 58, 64, 84, 38, 24 mm. Seri data hujan lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran.



Gambar III-5. Lokasi stasiun hujan

III.4. Pemodelan Matematik Hidrologi

Analisis dalam studi kali ini akan dilakukan dengan bantuan piranti lunak HEC-HMS. Dengan menggunakan model ini, perhitungan debit banjir di kawasan perumahan, daerah hulu hingga simulasi pengisian air di dalam danau dapat disimulasikan secara simultan dan bersamaan. Langkah awal dalam pembuatan model hidrologi pada HEC-HMS adalah dengan membuat skema model sistem drainase yang akan seperti pada Gambar III-6.



Gambar III-6. Skema model HEC-HMS

Selain skema modelnya, diperlukan pula beberapa parameter terkait kondisi lahan atau daerah yang akan dimodelkan. Secara umum, informasi yang diperlukan berupa luas lahan, jenis dan kondisi kejenuhan lahan yang disimbolkan sebagai *Curve Number*, kehilangan air akibat infiltrasi dan data kejadian hujan. Parameter hidrologi ini dapat dilihat pada Tabel III.1.

Tabel III.1. Parameter masukan model hidrologi

Lokasi	Luas (km ²)	CN _{II}	Impervious (%)	Ia (mm)	Constant Rate (mm/jam)	Lag time (menit)
A	0,0671	72	40	19,76	9,88	10,10
B1	0,0410	72	40	19,76	9,88	7,14
B2	0,0220	72	40	19,76	9,88	7,25
B3	0,0241	72	40	19,76	9,88	12,74
B4	0,0336	72	40	19,76	9,88	10,09
C1	0,0817	72	40	19,76	9,88	8,29
C2	0,0480	72	40	19,76	9,88	7,95
D	0,0499	72	40	19,76	9,88	9,81
DAS Hulu ki	1,7409	43	0	67,34	33,67	33,78
DAS Hulu ka	0,9938	43	0	67,34	33,67	34,89
E	0,0783	72	40	19,76	9,88	13,67
F1	0,0579	72	40	19,76	9,88	10,71
F2	0,0095	72	40	19,76	9,88	12,41
F3	0,0352	72	40	19,76	9,88	32,24

BAB IV

JADWAL PELAKSANAAN

Studi ini direncanakan akan dilaksanakan selama 15 minggu dimulai pada bulan Maret 2013 hingga Juni 2013. Hasil akhir dari penelitian ini telah dipublikasikan dan dipresentasi pada acara 4th HATHI International Seminar, yang diselenggarakan di Yogyakarta pada tanggal 6–8 September 2013. Secara umum, jadwal pelaksanaan penelitian ini disajikan pada tabel berikut.

Tabel IV.1. Jadwal pelaksanaan penelitian

No.	Kegiatan	Durasi (minggu)	Bulan I				Bulan II				Bulan III				Bulan IV			Keterangan
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
1	Pengumpulan data	2	■	■														
2	Pengolahan/persiapan data awal	2	■	■														
3	Pemodelan dan analisis data	10			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
4	Penyusunan laporan hasil penelitian	2														■	■	
5	Penyerahan laporan penelitian	1															■	
6	Kolokium hasil penelitian	1																28-31 Okt 2013
7	Presentasi hasil penelitian pada seminar	1																6-8 Sep 2013

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

V.1. Curah Hujan Rencana

Menurut pembagian wilayah pengaruh dengan metode poligon Thiessen, ditemukan bahwa intensitas curah hujan di lokasi penelitian dapat diwakili oleh curah hujan yang diamati di stasiun Sumberejo. Ini berarti analisa hidrologi secara keseluruhan dalam penelitian ini akan dilakukan berdasarkan rangkaian data curah hujan stasiun Sumberejo. Hasil analisis frekuensi dengan uji kesesuaian metode Kolmogorov-Smirnov, menunjukkan bahwa distribusi tipe Pearson III memiliki penyimpangan terkecil dari seluruh metode distribusi yang ada.

Berdasarkan metode distribusi tipe ini, curah hujan rencana untuk periode ulang 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun adalah 131,50; 156,39; 189,40; 215,20 dan 242,10 mm. Sementara mengacu pada metode Hersfield, PMP estimasi dan 0.5PMP yang masing-masing 656,79 mm dan 328,39 mm.

V.2. Debit Banjir Rencana

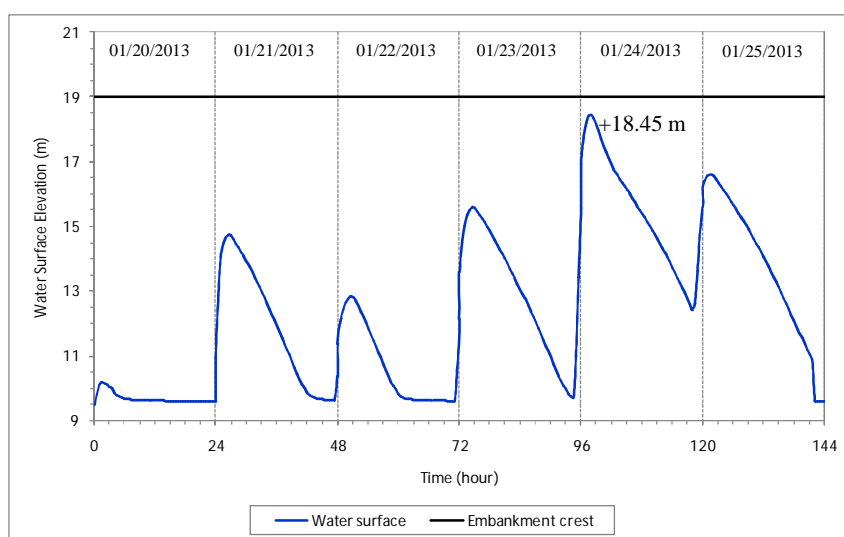
Seperti disebutkan sebelumnya, simulasi limpasan hujan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan HEC-HMS. Menggunakan data masukan berupa skema model dan parameter hidrologi yang telah diuraikan sebelumnya, perhitungan debit banjir rencana dilakukan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis SCS. Dengan mengasumsikan curah hujan harian yang terjadi terdistribusi dalam 3 jam dengan besaran tiap jamnya sebesar 69%, 18% dan 13%, debit banjir rencana untuk setiap sub-kawasan pada berbagai periode ulang disajikan pada Tabel V.1.

Tabel V.1. Debit banjir rencana pada berbagai periode ulang

Sub-kawasan	Debit Banjir Rencana (m ³ /s)					
	5	10	25	100	1000	0.5PMF
A	2,538	2,102	3,886	5,185	7,636	7,315
B	4,805	2,130	7,486	9,930	14,541	13,937
C	5,662	2,157	8,809	11,677	17,090	16,380
D	0,050	2,183	2,972	0,050	0,050	0,050
E	2,518	2,208	3,933	5,223	7,658	7,338
F1 + F2	2,494	2,233	3,841	5,070	7,387	7,083
F3	0,035	2,256	1,064	0,035	0,035	0,035
US1 + US2	3,324	2,279	9,116	16,921	37,268	34,202
US3	0,518	2,301	1,459	2,769	6,294	5,762

V.3. Evaluasi Kinerja Kolam Retensi pada Januari 2013

Evaluasi terhadap kinerja dan kapasitas kolam retensi pada minggu ketiga bulan Januari 2013, dilakukan melalui simulasi secara seri dan kontinu selama 7 hari dengan menggunakan model HEC-HMS. Simulasi dilakukan berdasarkan data curah hujan harian yang diamati mulai dari 20 hingga 26 Januari 2013. Berdasarkan hasil simulasi, ditemukan bahwa pada tanggal 24 Januari, ketinggian muka air di dalam kolam retensi mencapai 0,55 m di bawah puncak tanggul atau di elevasi +18,45 m. Hasil ini pada dasarnya sesuai dengan informasi yang diperoleh dari pengamatan lapangan yang menyatakan bahwa tanggul mulai runtuh ketika ketinggian muka air di dalam kolam kurang dari 1 m di bawah puncak tanggul. Hasil simulasi fluktuasi muka air di dalam kolam retensi dapat dilihat pada Gambar V-1.



Gambar V-1. Fluktuasi muka air di dalam kolam

Berdasarkan hasil simulasi ini, juga dapat dilihat bahwa waktu yang diperlukan untuk mengosongkan kolam retensi hampir mencapai 24 jam tergantung pada ketinggian muka air di dalamnya. Hal ini mengindikasikan bahwa saluran pembuang yang ada kurang mampu untuk mengalirkan air secara cepat ke luar dari kolam sehingga terjadi efek penumpukan air di dalam kolam yang akan menyebabkan daya tampung kolam menjadi berkurang. Kondisi ini tentunya akan berbahaya apabila tiba-tiba terdapat volume limpasan cukup besar secara tiba-tiba masuk ke dalam kolam dan kolam belum kosong sepenuhnya.

Baik dari hasil simulasi maupun informasi dari pengamatan lapangan, sebenarnya telah jelas menunjukkan bahwa keruntuhan tanggul bukan disebabkan oleh limpasan melalui tepi atas. Dengan demikian sebenarnya perlu dilakukan analisis lebih lanjut terkait penyebab keruntuhan tanggul ini.

V.4. Evaluasi Kapasitas Kolam Retensi Eksisting

Dengan asumsi bahwa total kapasitas kolam retensi yang ada diperkirakan hanya sampai 1 m di bawah puncak tanggul, maka kapasitas efektif yang kolam retensi yang ada hanyalah 65.000 m³ bukan 80.000 m³ sebagaimana jika kondisi penuh. Mengacu pada analisis yang telah dilakukan, hasil simulasi menunjukkan bahwa pada kenyataannya kolam retensi ini hanya mampu menampung volume banjir hingga periode ulang 5 tahun saja. Pada hujan dengan periode ulang 10 tahun, kapasitas kolam retensi akan terlampaui dan akan menghasilkan volume limpasan sebesar 3.339 m³. Jumlah ini akan meningkat seiring dengan meningkatnya periode ulang dan besarnya curah hujan yang terjadi. Mempertimbangkan hasil analisis ini, maka, penambahan kolam retensi baru mutlak diperlukan.

V.5. Kapasitas Kolam Retensi Tambahan

Melihat kontribusi besar limpasan yang diberikan oleh 270 ha lahan di daerah hulu, idealnya, kolam retensi tambahan atau kolam retensi baru harus diletakkan di sisi hulu dari wilayah studi. Berdasarkan hasil simulasi pada berbagai periode ulang curah hujan, diketahui bahwa untuk kondisi saat ini maupun masa mendatang, menunjukkan bahwa kapasitas kolam retensi baru yang diperlukan setidaknya sebesar 137.019 m³ atau 2 kali lebih besar dari kapasitas kolam retensi yang telah ada saat ini. Semakin tinggi periode ulang yang digunakan dalam perencanaan, akan meningkatkan volume kolam retensi baru yang diperlukan. Volume kolam retensi baru yang diperlukan pada berbagai periode ulang untuk saat ini maupun masa mendatang, dapat dilihat pada Tabel V.2.

Tabel V.2. Kapasitas kolam retensi tambahan yang diperlukan

No.	Periode Ulang	Volume limpasan (m ³)	Volume tambahan yang diperlukan (m ³)	
			Saat ini	Masa mendatang
1	Q2	30.686	0	50.212
2	Q5	68.339	3.339	137.019
3	Q10	103.223	38.223	202.434
4	Q25	158.732	93.732	296.796
5	Q50	207.447	142.447	373.611
6	Q100	262.927	197.927	455.037
7	Q1000	496.683	431.683	767.997
8	Q 0.5PMF	463.122	398.122	726.381

V.6. Evaluasi Kapasitas Saluran Pembuang

Pada kondisi eksisting, terdapat dua buah saluran pembuang di dalam kolam retensi yang digunakan untuk mengontrol aliran banjir. Sebagaimana digambarkan pada Gambar V-1 di atas, terlihat bahwa diperlukan waktu sekitar 20 jam untuk mengembalikan ketinggian muka air di dalam kolam retensi kembali ke ketinggian awal. Situasi ini sebenarnya mencerminkan bahwa kapasitas saluran pembuang yang ada kurang mampu untuk mengalirkan air ke hilir dalam waktu singkat. Dengan demikian, maka perlu dilakukan penambahan saluran pembuang baru untuk mempercepat proses pengosongan kolam retensi.

Berdasarkan hasil simulasi pada berbagai elevasi penempatan saluran pembuang baru, diketahui bahwa ketinggian ideal untuk saluran pembuang baru berada 1,5 m di bawah saluran pembuang darurat. Untuk mencegah limpasan akibat banjir dengan periode ulang 10 tahun, diperlukan saluran pembuang baru berupa gorong-gorong dengan diameter 1 m. Sedangkan untuk periode ulang yang lebih tinggi, seperti pada periode ulang 50 dan 100 tahun, diperlukan minimal dua buah saluran pembuang baru yang masing-masing memiliki diameter sebesar 1,5 m. Penambahan saluran pembuang ini dapat mengurangi ketinggian air di dalam kolam sebesar 0,5-1,0 m. Namun perlu diingat bahwa penambahan saluran pembuang akan meningkatkan debit aliran ke arah hilir. Untuk itu, penambahan saluran pembuang ini harus disertai dengan modifikasi saluran di daerah hilir.

Selain itu, kombinasi antara pembuatan kolam retensi baru dengan kapasitas 432.000 m³ dan dua buah saluran pembuang berdiameter 1 m, akan meningkatkan kemampuan kolam retensi eksisting sehingga mampu untuk menampung volume banjir pada periode ulang 100 tahun. Dengan menerapkan kombinasi ini, tentunya dapat mengurangi dampak atau risiko genangan di daerah hilir.

V.7. Modifikasi Saluran Hilir

Pelaksanaan solusi-solusi di atas umumnya akan meningkatkan debit yang keluar dari kolam retensi yang akan membebani saluran di daerah hilir. Karenanya perlu dilakukan modifikasi saluran hilir untuk memperbesar kapasitas saluran tersebut. Pada saluran yang melintasi kawasan pemukiman, tidak terdapat ruang yang cukup untuk melakukan normalisasi saluran. Alternatif lain yang dapat dilakukan adalah dengan membangun tanggul banjir. Dari hasil analisis hidraulik, diketahui bahwa untuk mencegah genangan pada banjir dengan periode ulang 10 tahun, diperlukan tanggul dengan tinggi sekitar 1,10 m. Sementara itu mencegah genangan pada periode ulang 100 tahun maka diperlukan tanggul dengan tinggi 1.80 m.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan berikut:

1. Analisis curah hujan rencana untuk kawasan perumahan ini mengikuti data curah hujan pada stasiun Sumberejo dengan nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 100 tahun adalah 106,3 mm, 129,3 mm, 141,5 mm, 154,6 mm dan 171 mm.
2. Hujan yang terjadi selama 5 hari secara berurutan dari tanggal 20 hingga 26 Januari 2013 terbukti menyebabkan muka air di danau mencapai elevasi +18,45 m atau 0,50 m di bawah tanggul pada tanggal 24 Januari 2013.
3. Kapasitas kolam retensi sebesar 65.000 m³ mampu menampung volume limpasan hingga periode ulang 5 tahun. Oleh karena itu mutlak diperlukan kolam retensi baru.
4. Kolam retensi baru setidaknya memiliki kapasitas tampungan antara 139.000 m³ hingga 432.000 m³ sesuai dengan periode ulang rencana yang akan digunakan.
5. Penambahan saluran pembuang dapat dilakukan untuk mempercepat penurunan tinggi muka air di dalam kolam retensi. Penambahan satu buah saluran pembuang berdiameter 1 m membuat kolam retensi mampu menampung volume limpasan banjir hingga periode ulang 10 tahun. Sementara penambahan dua buah saluran pembuang berdiameter 1,5 m membuat kolam menampung volume limpasan banjir 100 tahun.
6. Kombinasi solusi menggunakan kolam tampungan baru berkapasitas 432.000 m³ dan dua buah saluran pembuang berdiameter 1 m dapat meningkatkan kapasitas tampungan kolam retensi eksisting hingga mampu menampung volume banjir periode ulang 100 tahun.
7. Penambahan saluran pembuang perlu disertai dengan modifikasi saluran di hilir.

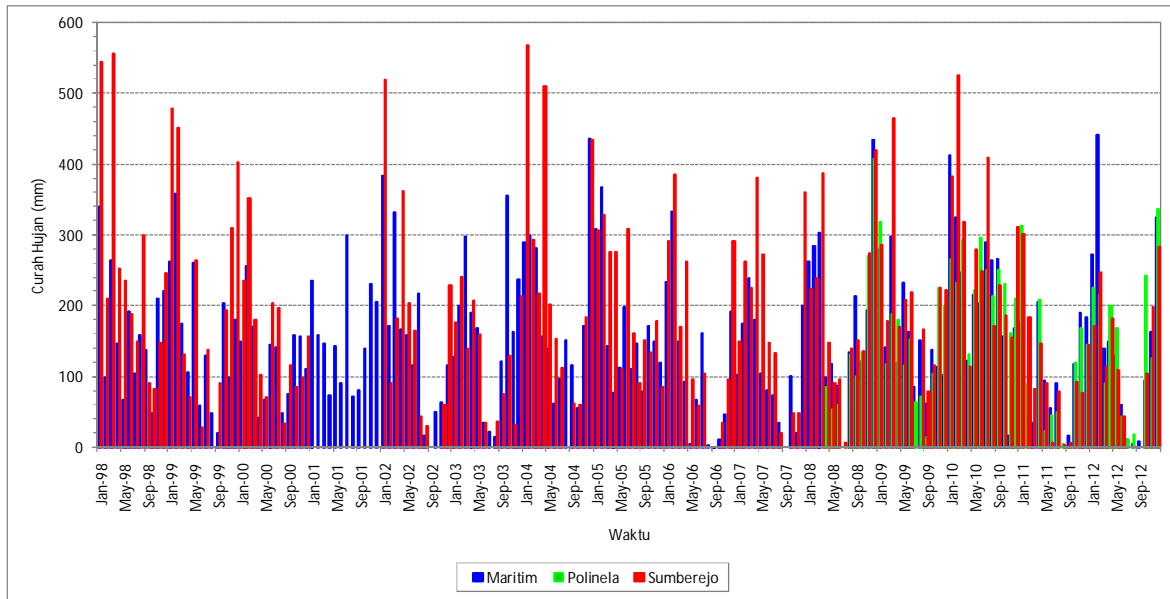
DAFTAR PUSTAKA

- Albert Wicaksono, Doddi Yudianto, and Jeffry Gandwinatan, 2012. Penerapan Sistem Semi Polder sebagai Upaya Manajemen Limpasan Permukaan di Kota Bandung. Presented in National Seminar of The Application of Infrastructure Technology (ATPW), 7 July 2012, Surabaya.
- Albert Wicaksono, Doddi Yudianto, Bambang A.R., and Gneis S.G., 2013, Penerapan Kolam Retensi dalam Pengendalian Debit Banjir akibat Pengembangan Wilayah Kawasan Industri. Presented in The 9th National Seminar of Civil Engineering, Surabaya.
- Ponce, V.M., 1989. *Engineering Hydrology - Principles and Practices*, Prentice Hall, New Jersey.
- Soemarto, C.D., 1999. *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Jakarta.

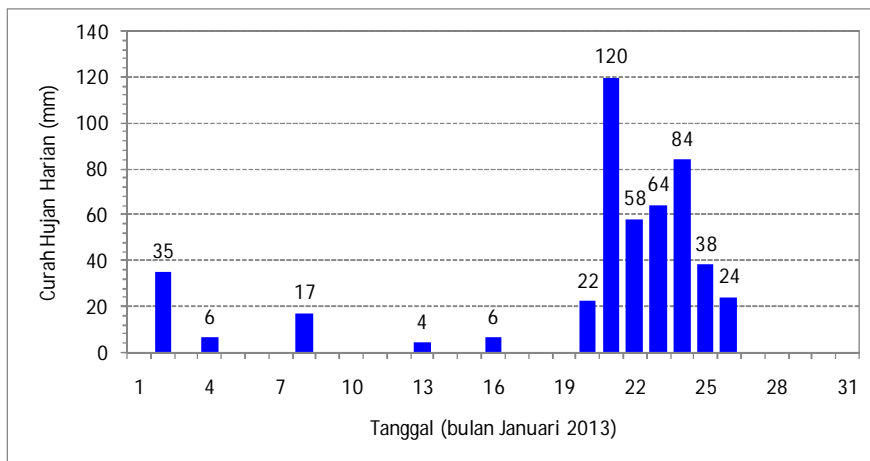
LAMPIRAN

A. DATA CURAH HUJAN

I. Data Curah Hujan Bulanan



II. Data Curah Hujan Harian Minggu Ke-3 Januari 2013



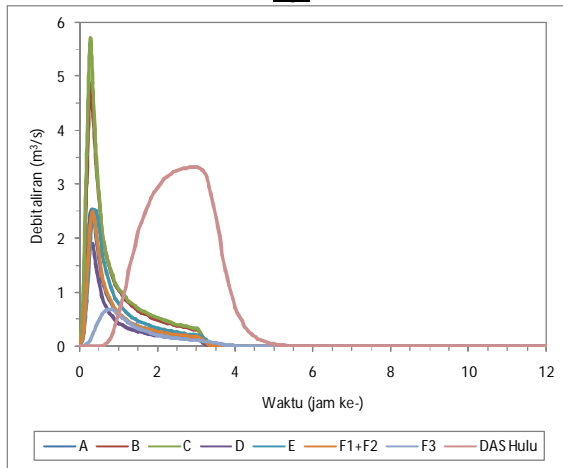
B. ANALISIS FREKUENSI

Stasiun Sumberejo

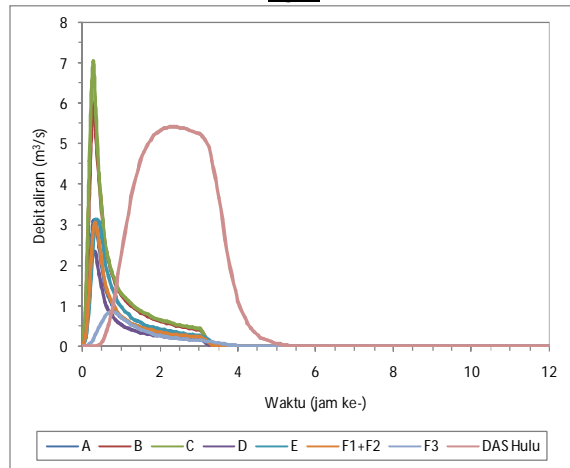
Kala Ulang T (Tahun)	t	Distribusi Probabilitas <i>Diprogram Oleh : BaR</i>					
		Normal	Lognormal 2 Paramet.	Lognormal 3 Paramet.	Gumbel I	Pearson III	Log Pearson III
2	0,0000	103,6	97,2	99,7	98,4	99,5	96,1
5	0,8416	135,7	131,2	133,6	143,9	133,8	131,5
10	1,2816	152,5	153,5	153,9	174,1	154,3	156,3
20	1,6449	166,3	174,7	172,2	203,0	172,5	181,2
25	1,7507	170,3	181,4	177,8	212,1	178,0	189,4
50	2,0537	181,9	202,1	194,5	240,4	194,5	215,2
100	2,3263	192,3	222,8	210,5	268,4	210,2	242,1
500	2,8782	213,3	271,2	245,8	333,2	244,2	309,6
1000	3,0902	221,4	292,5	260,5	361,0	258,1	341,4
Penyimpangan Maksimum		15,50	9,51	11,84	9,32	11,65	9,47
Delta Kritis (Sig. Level 5 %)		40,9	40,9	40,9	40,9	40,9	40,9

C. HIDROGRAF BANJIR SUB-KAWASAN

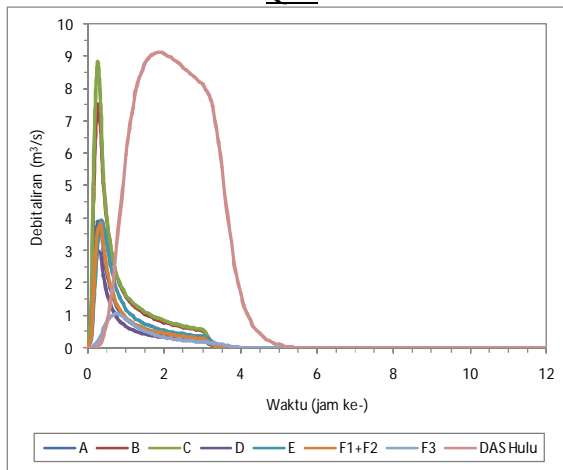
Q5



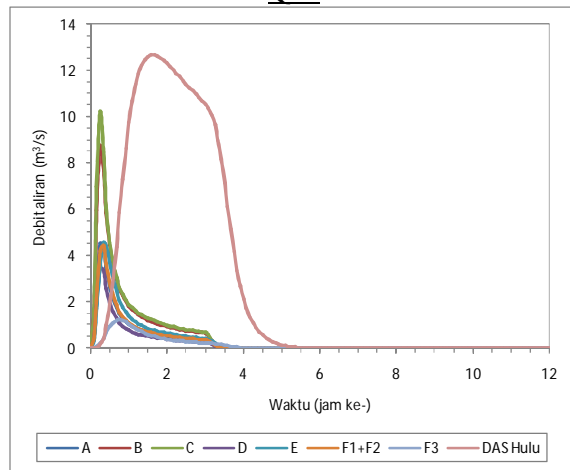
Q10



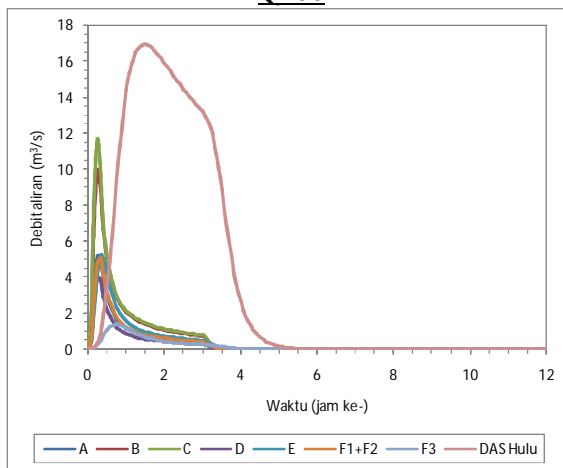
Q25



Q50



Q100



Q1000

