

SIMULASI POMPA PADA KOLAM RETENSI UNTUK PENANGANAN BANJIR PADA DRAINASE JALAN BELIMBING KOTA DUMAI

Valentino Simanjuntak¹⁾, Siswanto²⁾, Yohanna Lilis Handayani³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾³⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293
E-mail : valentinosimanjuntak182@gmail.com

ABSTRACT

Drainage system with retention pond and pump is the effective and effisien way for handling flood that happens. This study tries to keep the system for handling the flood at Belimbing Street of Dumai City. This study conducted a simulation retention pond and pump capacity by using water balance method. Retention pond and pump drainage system are designed using 10 year return period flood discharge. The discharge had been calculated by Rational method and IDF curve by Mononobe method. Reservoir pond need to be sized 5600 m³ (70m x 40m x 2m) and using effisien pumping capacity of 0,5 m³ / sec to handle the floodwater at Belimbing Street of Dumai City.

Keywords: flood, drainage system, retention pond, pump

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Dumai merupakan salah satu kotamadya yang terletak di Provinsi Riau, dimana dahulunya merupakan kota nelayan yang kemudian berkembang menjadi kota yang cenderung kepada aktivitas industri. Sebagai pintu gerbang Pantai Timur Sumatra, Kota Dumai dengan populasi 194.600 jiwa memiliki potensial alam dan kawasan yang strategis karena kota ini dilalui oleh wisatawan domestik dan juga wisatawan mancanegara seperti Malaysia dan Singapura. Dengan adanya pertumbuhan jumlah penduduk, pertumbuhan wisatawan domestik maupun wisatawan mancanegara secara tidak langsung hal ini memicu pertumbuhan perekonomian Kota Dumai, sehingga ada akhirnya akan menuntut kota untuk berbenah diri dalam berbagai sektor antara lain seperti sarana publik, infrastruktur dan lain-lainnya.

Letak geografis Kota Dumai antara 101°23'37" - 101°8'13" Bujur Timur dan 1°23'23" - 1°24'23" Lintang Utara dengan luas wilayah lebih kurang 1.772,38 km². Kota Dumai memiliki iklim tropis basah yang dipengaruhi oleh sifat iklim laut dengan curah hujan cukup tinggi berkisar antara 1.500 mm sampai dengan 2600 mm selama 75 sampai dengan 130 hari per tahun dan memiliki topografi dalam kategori daerah yang datar dengan tingkat kemiringan lereng 0 - <3% (Badan Koordinasi Penanaman Modal, 2012).

Kondisi topografi di Kota Dumai menjadi salah satu penyebab banjir karena tingkat lefeling datar dan sebagian daerah memiliki permukaan yang lebih rendah dari permukaan laut. Banjir juga dapat disebabkan karena meluapnya air hujan dari daerah yang lebih tinggi menuju ke daerah yang lebih rendah. Banjir ini merupakan banjir kiriman dari daerah tertentu, sehingga daerah yang menerima kiriman air tersebut menyebabkan jumlah air yang ditampung

bertambah banyak. Banjir juga dapat disebabkan derasnya air hujan pada wilayah tertentu. Banjir yang terjadi di beberapa wilayah timur Kota Dumai dikategorikan sebagai banjir rob, yaitu banjir yang diakibatkan oleh naiknya air pasang laut sehingga terjadi genangan air pada daerah permukaan.

Sungai Dumai tidak dapat mengalirkan air secara gravitasi akibat pasang air laut sudah mempengaruhi elevasi muka air di sebagian aliran pada muara sungai. Pada kondisi tersebut, pembangunan pompa pada tiap titik tertentu dapat digolongkan sebagai cara yang paling efektif untuk banjir yang terjadi di Kota Dumai. Agar pompa dapat berfungsi dengan maksimal, maka perlu diberikan retensi atau kolam tampungan sementara.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Banjir

Banjir didefinisikan dengan kenaikan drastis dari aliran sungai, kolam, danau, dan lainnya, dimana kelebihan aliran itu menggenangi keluar dari tubuh air dan menyebabkan kerusakan dari segi sosial ekonomi dari sebuah populasi. (Smith et, al., 1998 dalam Marfai, 2003).

Banjir berdasarkan penyebab utamanya dapat dibagi menjadi tiga yaitu :

1. Banjir Kiriman,

Banjir kiriman adalah banjir yang disebabkan oleh melimpasnya air hujan dari suatu daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah atau daerah genangan, jumlah air yang harus ditampung oleh daerah dataran rendah tersebut akan bertambah besar dengan adanya banjir kiriman ini. Oleh karena itu harus diusahakan agar banjir yang berupa banjir kiriman tersebut disalurkan melalui saluran yang ada ataupun dengan cara lain sehingga

tidak mengganggu daerah dataran rendah.

2. Banjir Genangan / Lokal,

Banjir genangan adalah banjir yang disebabkan adanya genangan yang berasal dari air hujan lokal. Air hujan lokal adalah air hujan yang terjadi pada daerah itu sendiri. Jika curah hujan ini cukup tinggi dan terus menerus sehingga di daerah tangkapan hujan terjadi penjuhan atau air yang melebihi kapasitas-kapasitas saluran yang ada, maka air hujan lokal ini dapat menjadi limpasan permukaan. Limpasan permukaan inilah yang pada umumnya dapat mengakibatkan banjir. Hal ini dapat menjadi parah jika kapasitas saluran tidak memadai akibat dari sedimentasi dan sampah di saluran, penyempitan dan penutupan saluran karena adanya bangunan liar, dan hambatan fasilitas umum seperti tiang listrik dan pipa PDAM.

3. Banjir Air Laut Pasang / ROB,

Umumnya banjir air laut pasang / ROB terjadi pada kota pantai yang elevasi / ketinggian muka tanahnya lebih rendah dari muka air laut pasang. Sedangkan banjir akibat back water (aliran balik) dari saluran pengendali banjir terjadi pada kota pantai maupun kota yang jauh dari pantai. Banjir akibat genangan air laut pasang (rob) tidak dapat diatasi dengan sistem drainase gravitasi, tetapi harus diatasi dengan sistem drainase pompa, agar pompa dapat berfungsi dengan maksimal maka perlu diberikan *Retarding Pond*.

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dibutuhkan untuk menyelesaikan persoalan drainase sangat berhubungan dengan aspek hidrologi khususnya masalah hujan sebagai sumber air yang akan di alirkan pada sistem drainase dan limpasan sebagai akibat tidak mempunyai sistem

drainase mengalir ke tempat pembuangan akhir.

Analisis hidrologi secara umum dilakukan guna mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi pada kawasan yang menjadi obyek studi. Pada studi ini analisis hidrologi digunakan untuk mengetahui menganalisis hujan rancangan dan analisis debit rancangan. Guna memenuhi langkah tersebut di atas diperlukan data curah hujan, kondisi tata guna lahan, dan koefisien aliran.

Analisis Frekuensi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung (independent) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik. (Suripin, 2004).

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan rencana ini ditujukan untuk mengetahui besarnya curah hujan harian maksimum dalam periode ulang tertentu yang nantinya dipergunakan untuk perhitungan debit banjir rencana (Triatmodjo, 2008).

Uji Kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut (Suripin, 2004). Ada dua jenis uji kecocokan yaitu uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov.

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan rencana ini ditujukan untuk mengetahui besarnya curah hujan harian maksimum dalam periode ulang tertentu yang nantinya

dipergunakan untuk perhitungan debit banjir rencana (Triatmodjo, 2008).

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) (Suripin, 2004). Intensitas hujan dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe.

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \quad (1)$$

dengan: I adalah intensitas hujan (mm/jam), t adalah waktu curah hujan (jam), dan R_{24} adalah curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

Koefisien Aliran

Koefisien C didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (Arsyad, 2006). Jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut (Suripin, 2004):

$$C_{DAS} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot A_i}{A_i} \quad (2)$$

dengan: A_i adalah luas lahan dengan jenis penutup tanah i, C_i adalah koefisien aliran permukaan untuk masing-masing penggunaan lahan, dan n adalah jumlah jenis penutup lahan.

Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit rencana untuk saluran drainase di daerah perkotaan

dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional. Metode rasional ini sangat simple dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil, yaitu kurang dari 300 ha (Goldman et.al., 1986). Karena model ini merupakan model kotak hitam, maka tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Metode rasional didasarkan pada persamaan berikut:

$$Q = \frac{1}{3,60} \cdot C.I.A = 0,278.C.I.A \quad (3)$$

dengan: Q adalah debit maksimum (m³/detik), C adalah koefisien limpasan air hujan, I adalah intensitas hujan (mm/jam), dan A adalah luas daerah pengaliran (km²).

Kolam Penampungan dan Pompa

Kolam retensi berfungsi untuk menyimpan dan menampung air sementara dari saluran pembuangan sebelum dialirkan ke sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Sistem drainase retensi adalah suatu cara penanganan banjir dengan kelengkapan bangunan sarana fisik, yang meliputi saluran drainase, kolam retensi, pompa air yang dikendalikan sebagai satu kesatuan pengelolaan. Analisis pompa dilakukan dengan alternatif kapasitas pompa. Untuk menghitung volume tampungan serta kapasitas pompa dilakukan berdasarkan hidrograf banjir yang masuk ke pompa dan kolam sebagai berikut:

$$Q_i - Q_o = \frac{dV}{dt} \quad (4)$$

dengan: Q_i adalah laju aliran masuk (m³/detik), Q_o adalah laju aliran keluar atau kapasitas pompa (m³/detik), dV adalah volume tampungan (m³), dan dt adalah waktu (detik).

Klasifikasi pompa tergantung dari konstruksi, kapasitas, dan spesifikasinya. Berdasarkan Suripin

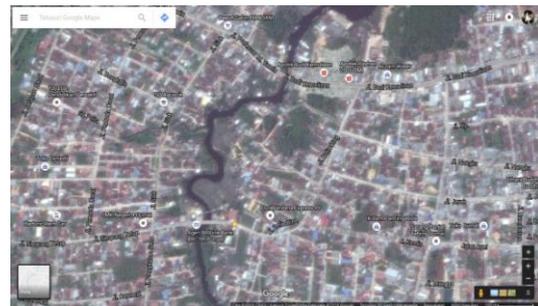
(2004), klasifikasi pompa terbagi dua kelompok, yaitu:

1. Pompa turbo,
Berdasarkan arah aliran fluida dalam melewati roda putar atau sudu-sudu, pompa turbo dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu pompa sentrifugal, pompa aliran campuran (*mixed flow pumps*) atau pompa ulir (*scREW pumps*) dan pompa aksial (*axial pumps*) atau pompa propeller (*propeller pumps*).
2. Pompa non turbo
Pompa non turbo terdiri dari pompa regeneratif, pompa torak (*reciprocating pumps*), pompa vacuum, pompa jet, dan air lift.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di wilayah Jalan Belimbing Kota Dumai yang pembuangan akhir dari saluran-saluran drainasenya menuju ke Sungai Dumai. Luas wilayah penelitian sebesar 11,183 ha. Lokasi wilayah penelitian terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi Studi

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan teori dasar dalam melakukan penelitian berupa analisis hidrologi, analisis pompa dan kolam retensi.

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini diperlukan data yang berkaitan untuk analisis lebih lanjut. Tujuan pengumpulan data untuk

mendapatkan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara pengamatan langsung di lapangan yaitu data dimensi saluran drainase, sedangkan data sekunder diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Dumai yaitu peta drainase, peta wilayah studi yaitu Jalan Belimbing Kota Dumai. Data curah hujan selama 15 tahun (2001 - 2015) pada stasiun hujan Pinang Kampai diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatra III.

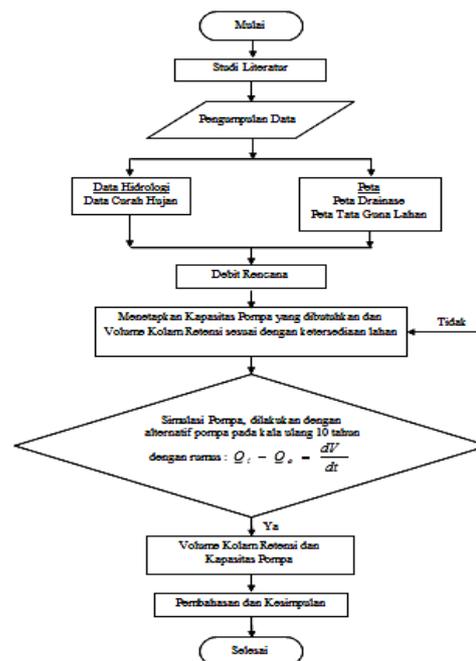
Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah data primer dan sekunder diperoleh dan dilakukan analisis debit banjir rencana. Adapun langkah-langkah dalam analisis debit banjir rencana adalah:

1. Melakukan analisis frekuensi dan menganalisis curah hujan pada data hujan,
2. Menentukan batas dan luas area pelayanan (A),
3. Menentukan nilai koefisien limpasan (C) yang sesuai dengan deskripsi lahan,
4. Menentukan lama waktu aliran air permukaan (t),
5. Menghitung nilai intensitas hujan (I) dengan rumus mononobe,
6. Menentukan debit banjir rencana (Q) dengan rumus rasional,
7. Menentukan kapasitas pompa dan volume kolam retensi.

Bagan Alir Penelitian

Tahap-tahap penyelesaian tugas akhir dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi untuk menentukan parameter statistika yang akan digunakan dalam pemilihan jenis distribusi frekuensi hujan rencana. Data curah hujan harian maksimum tahunan selama periode 2001 sampai dengan 2015. Hasil perhitungan parameter statistik distribusi curah hujan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter Statistika Data

Parameter Statistika	Nilai
Hujan Rata-rata (\bar{x})	96,533
Simpangan Baku (s)	31,083
Koef. Variasi (Cv)	0,322
Koef. Kemencengan (Cs)	-0,773
Koef. Kurtosis (Ck)	4,032

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan analisis statistika maka penentuan jenis distribusi statistika telah dapat dilakukan dengan persyaratan yang sesuai. Perbandingan syarat

distribusi dan analisis perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Syarat Distribusi dan Analisis Perhitungan

Jenis Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	-0,773	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	4,032	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = 0,999$	-0,773	Tidak Memenuhi
	$C_k = 4,827$	4,032	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	-0,773	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,4$	4,032	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	selain dari nilai di atas		Memenuhi

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel 2, maka jenis distribusi yang memenuhi persyaratan adalah distribusi Log Pearson III.

Distribusi Log Pearson III

Analisis distribusi Log Pearson III untuk mengetahui curah hujan rencana kala ulang 10 tahun. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis adalah data curah hujan maksimum tahunan berdasarkan perhitungan sebelumnya. Parameter perhitungan distribusi log pearson III dapat dilihat pada di bawah ini :

Tabel 3. Parameter Perhitungan Distribusi Log Pearson III

Parameter	Nilai
$Log \bar{R}$	1,954
Sd	0,190
G	-1,968

Sumber : Hasil Analisis

Setelah mendapatkan hasil perhitungan parameter distribusi log pearson III, maka dihitung logaritma hujan tahunan dengan periode ulang 10 tahun.

Tabel 4. Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson III

kala ulang (tahun)	$Log \bar{R}$	K	$Log Rt$	Rt (mm)
10	1,954	0,903	2,125	133,427

Sumber : Hasil Analisis

Dilakukan uji kecocokan yaitu uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov.

Tabel 5. Hasil Uji Kecocokan Distribusi

No	Parameter Uji	Nilai	Batas Kritis	Hasil
1	Chi Kuadrat	0	5.991	Diterima
2	Smirnov Kolmogorov	0,131	0,340	Diterima

Sumber : Hasil Analisis

maka untuk menghitung curah hujan rencana dapat menggunakan distribusi Log Pearson III

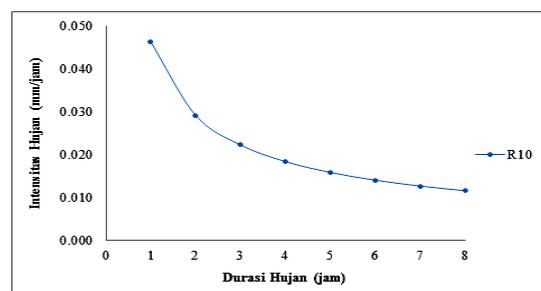
Analisis Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas hujan dengan durasi 8 jam dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Intesitas Curah Hujan

t (jam)	10 th
	I (mm/jam)
1	46,257
2	29,140
3	22,238
4	18,357
5	15,820
6	14,009
7	12,641
8	11,564

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 3. Kurva Intensitas Curah Hujan

Menghitung Koefisien Limpasan

Besarnya koefisien limpasan (C) disesuaikan berdasarkan kondisi karakter permukaannya yang dikaitkan dengan daerah catchment area penelitian. Dalam hal ini telah ditentukan nilai dari koefisien limpasan terhadap kondisi karakter permukaannya yaitu sebesar 0,7.

Analisis Debit Banjir Rencana

Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran saluran. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan ini adalah luas *catchment area*, dan koefisien pengaliran. Dari hasil analisis terhadap data yang diperoleh, besar debit rencana dicari dengan menggunakan rumus metode rasional.

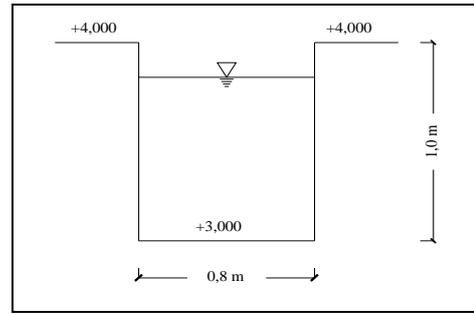
Tabel 7. Perhitungan Debit Rencana Kala Ulang 10 tahun

t (jam)	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /detik)
1	0,7	46,257	0,112	1,007
2	0,7	29,140	0,112	0,634
3	0,7	22,238	0,112	0,484
4	0,7	18,357	0,112	0,399
5	0,7	15,820	0,112	0,344
6	0,7	14,009	0,112	0,305
7	0,7	12,641	0,112	0,275
8	0,7	11,564	0,112	0,252

Sumber : Hasil Analisis

Analisis Kapasitas Saluran Eksisting

Analisis ini dilakukan sebagai kontrol terhadap perhitungan debit banjir rencana, apakah saluran yang ada dapat mengatasi debit rencana atau tidak. Dari data-data yang ada dapat dihitung kapasitas drainase Jalan Belimbing Kota Dumai. Saluran drainase Jalan Belimbing memiliki penampang persegi panjang dengan lebar (b) 0,8 m dan tinggi dinding saluran (h) 1,0 m dan panjang (l) 652 m. Penampang saluran dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. Penampang Saluran

Tabel 8. Perhitungan Kapasitas Saluran

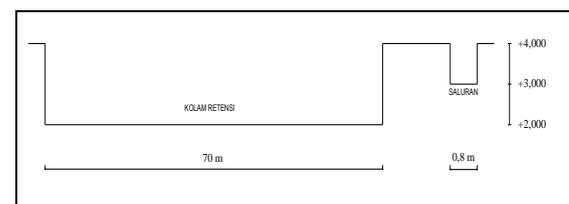
Elevasi (m)	Δh (m)	Luas (m ²)	Volume Saluran (m ³)	Kumulatif Volume Saluran (m ³)
3,000	0	521,6	0	0
3,500	0,500	521,6	260,800	260,800
4,000	0,500	521,6	260,800	521,600

Sumber : Hasil Analisis

Dari perhitungan diperoleh kumulatif volume saluran sebesar 521,60 m³, sedangkan volume debit banjir rencana pada kala ulang 10 tahun sebesar 3.623,892 m³. Karena volume saluran lebih kecil dari volume debit banjir rencana, maka dapat disimpulkan bahwa drainase Jalan Belimbing tidak dapat menampung air dari debit banjir rencana dan mengakibatkan genangan, sehingga harus dibantu dengan pompa dan kolam retensi.

Analisa Kolam Retensi dan Kapasitas Pompa

Kolam retensi direncanakan dengan asumsi dimensi 70 m x 40 m x 2 m. Perencanaan ini dicoba berdasarkan asumsi lahan yang tersedia sebesar 1,104 ha.



Gambar 5. Skema Elevasi Muka Air

Banjir Pada Drainase Jalan Belimbing Kota Dumai” disimpulkan sebagai berikut:

1. Curah hujan rencana diperoleh berdasarkan perhitungan curah hujan rencana distribusi Log Pearson III dengan kala ulang 10 tahun (R_{10}) sebesar 133,427 mm. Debit banjir rencana sebesar 1,007 m³/detik pada saluran didapat dengan menggunakan metode rasional.
2. Berdasarkan hasil analisis, diperlukan kolam retensi sebesar 5600 m³ (70mx40mx2m) dan menggunakan pompa dengan kapasitas pompa yang paling efisien sebesar 0,5 m³/detik untuk dapat mengatasi banjir di kawasan Jalan Belimbing Kota Dumai.
3. Dari hasil analisis simulasi pompa dengan kolam retensi menunjukkan bahwa semakin besar kapasitas pompa yang digunakan, maka semakin cepat dalam hal menanggulangi banjir genangan yang terjadi di kawasan Jalan Belimbing Kota Dumai.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Memperbaiki saluran yang ada agar dapat berfungsi dengan optimal dalam pembuangan akhir ke Sungai Dumai tanpa bantuan kolam retensi dan pompa.
2. Jika memang harus menggunakan pompa, sebaiknya dilakukan pemeliharaan yang teratur dan sesuai standar sehingga pompa dapat bertahan sesuai dengan umur rencana dan hasilnya dapat berfungsi secara optimal dalam penanggulangan banjir yang terjadi di kawasan Jalan Belimbing Kota Dumai karena penggunaan drainase sistem kolam retensi dan pompa ini sendiri menghabiskan biaya yang besar untuk investasi dan operasionalnya.

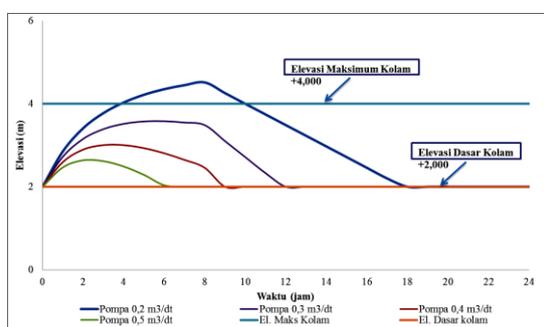
Tabel 9. Perhitungan kolam tampungan kala ulang 10 tahun

Kumulatif tampungan (m ³)	Long storage (m ³)	Kapasitas Kolam Tampungan (m ³)
7.560,284	521,6	5.600
4.943,989	521,6	5.600
3.328,986	521,6	5.600
2.306,800	521,6	5.600

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 9 menunjukkan kapasitas kolam tampungan terbesar yang diperlukan pada kala ulang 10 tahun sebesar 7.560,284 m³. Karena keterbatasan lahan, kolam tampungan direncanakan sebesar 2800 m³ (70x40x2)m, ditambah volume long storage sebesar 521,6 m³.

Analisis tampungan dengan simulasi pompa menggunakan 4 variasi alternatif kapasitas pompa yakni 0,2 m³/dtk, 0,3 m³/dtk, 0,4 m³/dtk, dan 0,5 m³/dtk untuk mencoba mengatasi debit banjir yang terjadi. Simulasi dilakukan dalam 24 jam dengan syarat batas muka air maksimum dan minimum pada saat awal dan akhir simulasi.



Gambar 6. Simulasi pompa kala ulang 10 tahun

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis “*Simulasi Pompa Pada Kolam Retensi Untuk Penanganan*”

3. Perlu dilakukan sosialisasi terhadap warga setempat agar ikut berperan serta dalam pemeliharaan seluruh komponen sistem kolam retensi dan pompa sehingga drainase sistem kolam retensi dan pompa bisa berfungsi secara optimal dan bertahan selama umur rencana.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak Chay, 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima*. Gadjah Mada University Press Yogyakarta, Yogyakarta

Arsyad Sitanala, 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bandung.

Anonim. 1993. *Flood Control Manual*. W-E-R AGRA LTD, Canada.

Kodoatie, J.R, dan Sugiyanto., 2002. *Banjir, Beberapa Penyebab & Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

Kodoatie, J.R, dan R. Syarief, 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi Offset, Yogyakarta.

Marfai, Muh Aris, 2003. *Pemodelan Spasial Banjir Pasang Air Laut (Studi Kasus : Pesisir Timur Semarang)*. *Jurnal*. Forum Geografi, Volume XVIII, No 1, 2004, Fakultas Geografi UMS.

Nagle, G. dan K. Spencer. 1997. *Advanced Geography*. Oxford University Press, New York.

Soemarto C.D., 1987, *Hidrologi Teknik*. Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.

Sosrodarsono, S. dan K. Takeda, 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.

Sosrodarsono, S. dan K. Takeda, 1977, *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita, Jakarta.

Sri Harto Br., 1993, *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset, Yogyakarta.

Triatmodjo Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.

Wesli, 2008. *Drainase Perkotaan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.