

Analisa Tinggi Muka Banjir Terhadap Elevasi Jalan Budi Kemuliaan Kota Dumai

Bustanul Ulum¹, Oni Febriani², Muhammad Idham³
Politeknik Negeri Bengkalis
Bustanululum64@gmail.com¹,

Abstract

Overcoming the problem of flooding is not an easy thing, because it is necessary to know the concepts in dealing with it. Thus there is a need to research the source of the problem, one of them is the inundation of the new road Budi Kemuliaan Dumai city with the rigid pavement. the road was previously flooded due to very severe conditions and it was difficult to pass when heavy rains were mixed with ups and downs. this road is built with conditions higher than the face of the channel. This study aims to determine the river water level and road elevation by surveying river water discharge, rainfall, and also conducting a high road surface elevation survey and obtaining the condition of the existing road and road elevation by using water fitting as a survey tool. Based on the survey conducted the results obtained that the road is located at 0.064 meters elevation with coordinates $X = 303712,810$ meters, $Y = 1685459,7200$ meters at STA 0 + 000 with riverbank elevation -0,19 meters with X coordinate points $X = 303680,980$ meters, $Y = 1685462,0500$ meters. The results obtained that the water rises at an elevation height of 0,13 meters lower than the elevation of the road at the elevation of 0,064 meters. Therefore the road needs to be built against a sedimentation retaining wall of 0.69 m high river from the river bank so that the road does not experience flooding.

Keywords: River flow debit, Existing Condition, Road Elevation.

1. PENDAHULUAN

Banjir adalah aliran air yang relatif tinggi, dan tidak tertampung oleh alur sungai atau saluran. Aliran yang dimaksud adalah aliran air yang sumbernya bisa dari mana saja. Banjir adakalanya terjadi dengan waktu yang cepat dengan waktu genangan yang cepat pula, tetapi adakalanya banjir terjadi dengan waktu yang lama dengan waktu genangan yang lama pula.

Kota Dumai salah satunya kota yang memiliki luas wilayah 1.772,38 km² yang sering mengalami banjir, sehingga banjir menjadi rutinitas yang terjadi pada kota ini tepatnya pada kecamatan Dumai kota, hal yang menarik pada kota ini adalah banjir karena terjadi ketika pasang air laut dan hujan dengan intensitas tinggi. Hal ini akan mengakibatkan rusaknya pembangunan sarana masyarakat salah satunya jalan yaitu pada jalan budi kemuliaan kota Dumai.

Pada permasalahan ini jalan Budi Kemuliaan yang sudah di bangun sekarang ini perlu di analisa kembali elevasi dari jalan tersebut apakah sudah tidak tergenang oleh banjir lagi, maka dari pada itu penting dilakukan analisa pada jalan Budi Kemuliaan kota Dumai dengan melakukan survey elevasi muka jalan dan survey daerah aliran sungai (DAS) pada jalan tersebut, dari beberapa survey nantinya akan di dapatkan perbandingan besarnya elevasi muka banjir dan elevasi tinggi jalan sehingga dapat di prediksi kapan jalan ini akan tergenang. Penelitian ini di buat dengan tujuan untuk mengidentifikasi banjir yang terjadi di kotaDumai khususnya di jalan Budi Kemuliaan yang sudah di bangun oleh pemerintah dan penelitian ini juga akan memberi solusi pencegahan yang terjadi apabila jalan Budi Kemuliaan yang sudah di bangun ini mengalami banjir kembali.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian tentang Topografi Daerah Genangan Wilayah Kecamatan Dumai Kota Sebagai Sumber Penanggulangan Banjir menyimpulkan bahwa Berdasarkan hasil penelitian yang di dapat pada kondisi jalan Budi Kemuliaan Kota Dumai khususnya adalah *long section* kondisi terendah berada pada STA 0+100 sampai STA 0+200 dengan elevasi 99,55 pada STA 0+100 dan 99,47 pada STA 0+200. Akan tetapi pada kawasan ini tidak mengalami banjir pada kondisi faktanya dan Kondisi eksisting *long section* daerah tertinggi berada pada STA 0+750 dengan elevasi 104,39 samapai STA 0+940 dengan elevasi 106,48 yang seharusnya tidak mengalami banjir, tetapi kondisi lapangan mengalami banjir.

Banjir adalah aliran yang relatif tinggi, dan tidak tertampung oleh alur sungai atau saluran. Aliran yang dimaksud disini adalah aliran air yang sumbernya bisa dari mana aja. Dan air itu ngeluyur keluar dari sungai atau saluran karena sungai atau salurannya sudah melebihi kapasitasnya. Kondisi inilah yang disebut banjir.

Rob adalah kejadian atau fenomena alam dimana air laut masuk ke wilayah daratan, pada waktu air laut mengalami pasang. Intrusi air laut tersebut dapat melalui sungai, saluran drainase atau aliran bawah tanah. Rob dapat muncul karena dinamika alam atau karena kegiatan manusia. Dinamika alam yang dapat menyebabkan rob adalah adanya perubahan elevasi pasang air laut. Sedangkan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia misalnya karena pemompaan air yang berlebihan, pengerukan alur pelayaran, reklamasi pantai dan lain – lain.

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda – benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Elevasi muka air tertinggi (pasang) sangat penting di dalam menentukan elevasi puncak bangunan dan fasilitasnya.

1.1 Curah Hujan Rata – Rata Daerah Aliran

Besarnya curah hujan disuatu tempatsangat dipengaruhi oleh lokasi geografis dan kondisi alam sekitarnya. Lautan adalah sumber dari curah hujan tersebut. Penguapan terjadi darilautan yang menguap akibat panas matahari dan uap air terserap dalam arus udara yang bergerak melewati permukaan laut. Udara yang mengandung uap air tersebut naik ke atmosfer lalu mendingin sampai di bawah suhu titik embun pada waktu uap air itu tercurah sebagai hujan. Curah hujan yang diperlukan dalam merencanakan pemanfaatan air dan merancang pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan hanya curah hujan pada suatu titik tertentu.

a. Metode Rerata Aritmatik (Aljabar)

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Metode rerata aljabar ini memberikan hasil yang baik apabila:

1. Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS,
2. Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS

$$\text{Rumus : } R_{ave} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad (1)$$

Dimana : R_{ave} = tinggi curah hujan di stasiun i (mm)

$A_1 - A_n$ = luas daerah Pengaruh stasiun I (km²)

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

Perhitungan curah hujan harian maksimum rata – rata dimulai dengan mengurutkan data curah hujan dari yang terbesar ke yang terkecil pada tiap stasiun.

b. Metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu

Nakayasu dari Jepang, telah menyelidiki hidrograf satuan pada beberapa sungai di Jepang. Ia membuat rumus hidrograf satuan sintetik dari hasil penyelidikannya. Rumus yang dihasilkan adalah antara lain:

$$\text{Rumus : } Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3.6(0.3 \times T_p \times T_{0.3})} \quad (2)$$

Dimana:

Q_p = debit puncak banjir (m³/detik)

A = luasan (ha)

R_o = hujan satuan (mm)

T_p = tegangan waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit

c. Limpasan

Limpasan permukaan (*surface runoff*) yang merupakan air hujan yang mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan lahan akan masuk ke parit-parit dan selokan-selokan yang kemudian bergabung menjadi anak sungai dan akhirnya menjadi aliran sungai. Di daerah pegunungan (bagian hulu DAS) limpasan permukaan dapat masuk ke sungai dengan cepat, yang dapat menyebabkan debit sungai meningkat. Apabila debit sungai lebih besar dari kapasitas sungai untuk mengalirkan debit maka akan terjadi luapan pada tebing sungai sehingga terjadi banjir.

Tabel 1 Koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan

Kondisi Daerah	Nilai C
Pengunungan yang curah	0.75 - 0.90
Pengunungan tersier	0.70 - 0.80
Tanah bergelombang dan hutan	0.50 - 0.75
Tanah dataran yang ditanami	0.45 - 0.60
Persawahan yang diairi	0.70 - 0.80
Sungai di daerah pegunungan	0.75 - 0.85
Sungai kecil di dataran	0.45 - 0.75
Sungai besar di dataran	0.50 - 0.75
Jalan beraspal	0.70 - 0.95
Jalan beton	0.80 - 0.95

(Sumber : buku C.D. Soemarto/Engineering Hydrologi)

$$\text{Rumus : } Q_r = \frac{1}{3.6} C \times I \times A \quad (3)$$

Dimana : Q_r = Debit Limpasan (m³/detik)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

d. Intensitas Curah Hujan

Perhitungan debit banjir menggunakan metode rasional memerlukan data curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi. Intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf I dengan satuan mm/jam (Loebis, 1992). Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak begitu luas. Hujan yang meliputi daerah yang luas, jarang sekali dengan intensitas yang tinggi tetapi dapat berlangsung dengan durasi yang cukup panjang. Besarnya intensitas curah hujan tidak sama di semua tempat. Hal ini

dipengaruhi oleh topografi, durasi, dan frekuensi di tempat atau lokasi yang bersangkutan. Ketiga hal ini dijadikan pertimbangan dalam membuat lengkung IDF (Intensity – Duration - Frequency).

Intensitas hujan (mm/jam) dapat diturunkan dari data curah hujan harian (mm) empiris menggunakan metode Mononobe, intensitas curah hujan (I) dalam rumus rasional dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Rumus : } I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

Dimana : I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

e. Metode Rasional

Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS). Pemakaian metode rasional sangat sederhana, dan sering digunakan dalam perencanaan drainasi perkotaan. Beberapa parameter hidrologi yang diperhitungkan adalah intensitas hujan, durasi hujan, frekuensi hujan, luas DAS, abstraksi (kehilangan air akibat evaporasi, intersepsi, infiltrasi, tampungan permukaan) dan konsentrasi aliran. Metode rasional didasarkan pada persamaan berikut:

$$\text{Rumus : } Q = K \times C \times I \times A \quad (5)$$

Dimana :

Q = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/s)

K = Konstanta : 0,2778

I = Intensitas hujan (mm/jam)

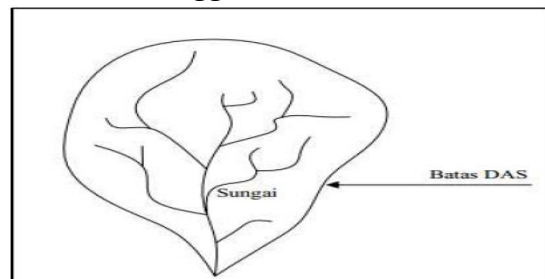
A = Luas daerah tangkapan (km^2)

C = Koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan,

Arti rumus ini dapat segera diketahui yakni jika terjadi curah hujan selama 1jam dengan intensitas 1 mm/jam dalam daerah seluas 1 km^2 , maka debit banjir sebesar 0,2778 m^3/s dan melimpas selama 1 jam.

f. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung atau pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada titik atau stasiun yang ditinjau. DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur. Garis-garis kontur tersebut untuk menentukan arah limpasan permukaan. Limpasan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur. Daerah yang dibatasi oleh garis yang menghubungkan titik-titik tertinggi tersebut adalah DAS. Gambar 1 menunjukkan contoh bentuk DAS, dimana garis yang mengelilingi DAS tersebut merupakan titik-titik tertinggi.



Gambar 1 Contoh Daerah Aliran Sungai

3. METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Objek yang diambil pada penelitian skripsi adalah jalan Budi Kemuliaan Kelurahan Dumai Kota, Kota Dumai. Secara geografis wilayah Kota Dumai terletak 100° 51' 30" - 101° 05' 8" Lintang Utara dan pada 114° 24' - 114° 34' Bujur Timur dengan luas wilayah 1.772,38 km². Penelitian ini dilakukan di Kota Dumai, yang bertepatan di Kelurahan Rimba Kampung Kecamatan Dumai Kota, dengan luas wilayah Rimba Kampung 4,5 Km², dengan jumlah penduduk 11.847 orang. Adapun gambar lokasi penelitian seperti gambar 2 berikut:



Gambar 2 Peta Kota Dumai

2. Perangkat Keras

Adapun perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Water Pass berfungsi sebagai alat pengukur jarak dan sudut.
- Rambu Ukur berfungsi sebagai alat bantu dalam mengukur beda tinggi antara garis bidik dengan permukaan tanah.
- Current Meter berfungsi sebagai mengukur kecepatan dengan melakukan pengubahan gerakan linear menjadi menjadi angular yang cepat dan konsisten dengan setiap perubahan yang terjadi pada kecepatan air, dan harus secara akurat dan terpercaya sesuai dengan komponen velositas.
- GPS (Global Position System) berfungsi untuk menentukan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyelarasan (synchronization) sinyal satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi.
- Meteran berfungsi untuk mengukur jarak atau panjang. Meteran juga berguna untuk mengukur sudut, membuat sudut siku-siku, dan juga dapat dipakai untuk membuat lingkaran.

3. Perangkat Lunak

- MS. Office 2007 berfungsi sebagai penyimpanan data koordinat hasil survei yang nantinya akan di covert ke Autodesk Civil 3D
- Google Earth berfungsi sebagai pengambilan peta jalan dan pedoman pengambilan titik koordinat
- Civil 3D berfungsi sebagai perangkat pengolahan kontur dan menghasilkan eksisting pada jalan.

4. Jenis Data dan Sumber Data

Adapun data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder yaitu berupa :

a. Data Primer

Data primer berupa data yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan terhadap kondisi daerah yang ditinjau. Peninjauan langsung di lapangan dilakukan melalui beberapa pengamatan

b. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh melalui bahan-bahan tertulis, maupun informasi lain melalui pemerintah terkait dengan objek penelitian.

Berikut adalah data primer dan data sekunder yang diperlukan dalam melaksanakan penelitian:

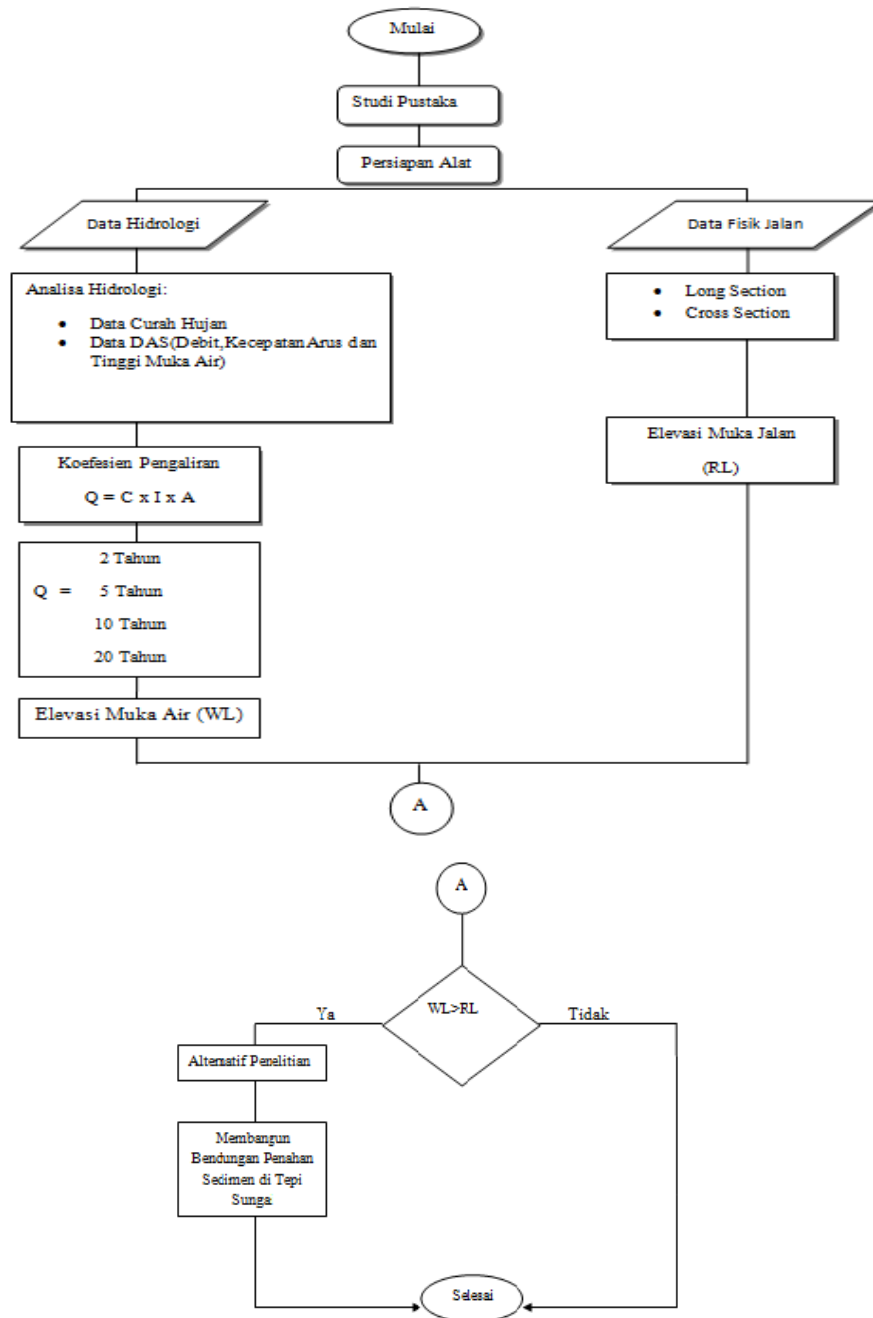
Tabel 2 Data-data yang dibutuhkan

No	Data	Jenis Data	Sumber	Kegunaan
1	Koordinat	Sekunder	Survey	Acuan titik awal survey
2	Peta Lokasi	Sekunder	Google Earth	Pedoman pelaksanaan survey
3	Peta Jaringan Jalan	Sekunder	Kantor lurah Rimba Sekampung	Pedoman Lokasi Survey
4	Koordinat Jalan	Primer	Langsung dari survey	Membuat peta kontur jalan
5	Elevasi Jalan	Primer	Langsung dari survey	Mengetahui wilayah tertinggi dan terendah
6	Debit Air	Primer	Langsung dari survey	Mengetahui kecepatan aliran air persatuan waktu
7	Tinggi Muka Air	Primer	Langsung dari survey	Mengetahui tinggi muka air pasang dan surut
8	Curah Hujan	Primer	Bandara Dumai	Mengetahui kapasitas hujan yang turun
9	Foto Dokumentasi	Primer	Langsung dari survey	Mengetahui kondisi lokasi dan kelengkapan laporan skripsi

(Sumber :Survey Lapangan)

5. Flowchat diagram sistem penelitian

Diagram alur penelitian digunakan untuk menggambarkan pola pikir atau algoritma yang digunakan sebelum melakukan penelitian.



Gambar 3. Flowchart

6. Kondisi Eksisting penelitian

Kondisi eksisting ini bertujuan untuk memperlihatkan kondisi lapangan sebenarnya yang terjadi sehingga menjadi sebuah penelitian untuk di lakukan penanganan yang tepat.ada pun kondisi nya antara lain :



Gambar 4 Kondisi jalan yang sebelum di bangun



Gambar 5 Kondisi jalan yang sedang di bangun



Gambar 6 Kondisi sungai di jalan Budi Kemuliaan



Gambar 7 Kondisi daerah limpasan



Gambar 8 Kondisi Saluran Drainase

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Data Curah Hujan

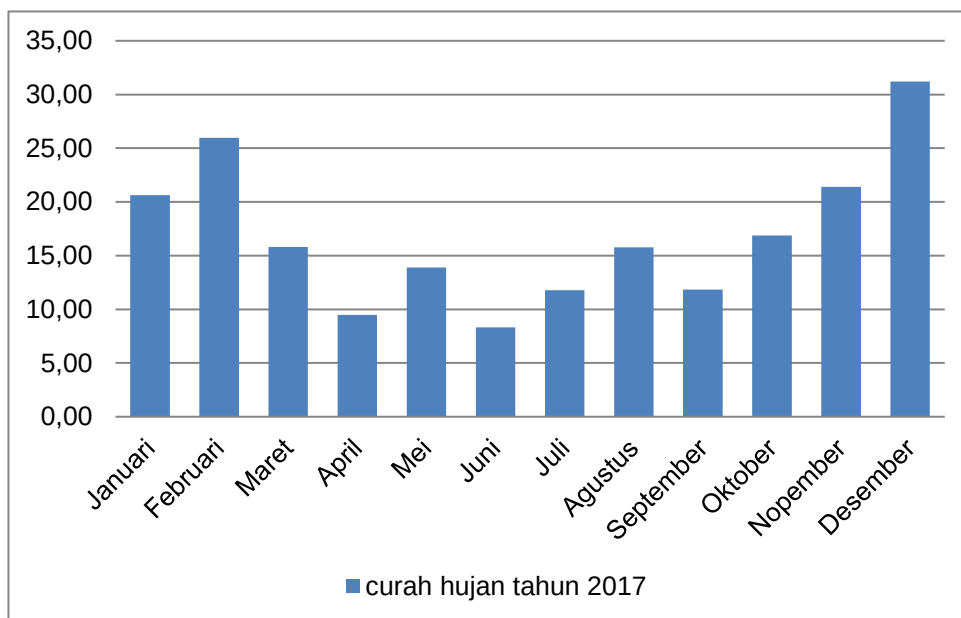
Data curah hujan adalah data yang di dapat melalui berbagai instansi yang terpercaya dan akurat seperti BMKG, Landasan udara dan instansi lain yang terkait. Adapun data yang di dapat melalui landasan udara adalah antara lain:

Perwakilan dari data-data curah hujan untuk wilayah Kecamatan Dumai Kota, Kota Dumai seperti yang dilampirkan dalam bentuk Tabel (3)

Tabel 3 Data Curah Hujan Wilayah Dumai.

No	Bulan	Curah hujan(mm)	Jumlah hari hujan	rata – rata(mm)
1	Januari	433.1	21	20.62
2	Februari	259.6	10	25.96
3	Maret	189.6	12	15.80
4	April	180	19	9.47
5	Mei	264	19	13.89
6	Juni	75	9	8.33
7	Juli	106	9	11.78
8	Agustus	283.8	18	15.77
9	September	237	20	11.85
10	Oktober	168.6	10	16.86
11	Nopember	385.2	18	21.40
12	Desember	499.5	16	31.22
			Rata pertahun 2017	16.91

Data hujan yang di dapat di lakukan pengolahan terlebih dahulu dengan meratakan jumlah hujan yang turun pada wilayah Dumai dengan pengelompokan dan klasifikasi data curah hujan yang di dapat. Hasil rata-rata yang di dapat pada tahun 2017 adalah 16.91 mm/hari.



Gambar 4.5 Grafik Persentase hujan tahun 2017

2. Debit Banjir (Qp)

Debit banjir yang akan di dapat melalui data curah hujan yang telah di olah sesuai dengan rumus *sinetik NAKAYASU* sehingga di dapat debit banjir. Adapun data tersebut terlampirkeseluruhan di daftar lampiran sebagai berikut:

Gambar 4. Tabel urutan data debit banjir curah hujan rata – rata bulanan maksimum dalam tiap tahun untuk wilayah Dumai.

Urutan	R(Bulanan)	R(jam)	Qp
	Hujan rata(mm)	Hujan rata(mm)	Debit
1	499.5	0.694	0.0195
2	433.1	0.6015	0.0169
3	385.2	0.535	0.0150
4	375	0.5208	0.0147
5	289.7	0.4024	0.0113
6	283.8	0.3942	0.0111
7	278.5	0.3868	0.0109
8	264	0.3667	0.0103

3. Limpasan

Limpasan permukaan (*surface runoff*) yang merupakan air hujan yang mengalir dalam bentuk lapisan tipis di atas permukaan lahan akan masuk ke parit-parit dan selokan-selokan yang kemudian bergabung menjadi anak sungai dan akhirnya menjadi aliran sungai. Adapun data tersebut terlampirkeseluruhan di daftar lampiran sebagai berikut:

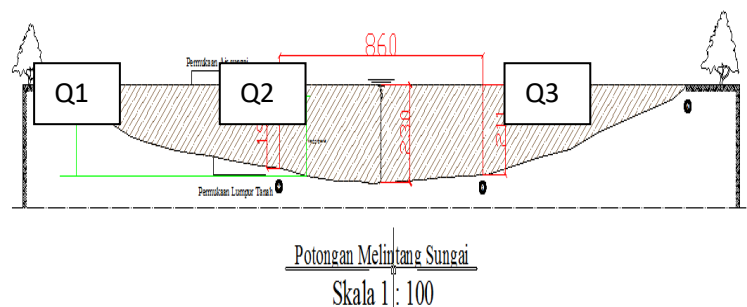
Tabel 5 Koesifien debit limpasan yang terjadi oleh curah

Urutan	R(Bulanan)	R(jam)	Limpasan(Qr)
	Hujan rata(mm)	Hujan rata(mm)	m3/detik
1	499.5	0.6938	0.7327
2	433.1	0.6015	0.6353
3	385.2	0.5350	0.5650
4	375	0.5208	0.5501
5	289.7	0.4024	0.4249
6	283.8	0.3942	0.4163
7	278.5	0.3868	0.4085
8	264	0.3667	0.3872

4. Debit Banjir Sungai

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. debit banjir sungai yang akan di dapatkan melalui perhitungan dari data profil melintang sungai yang di ukur dan di olah menggunakan metode Mid section dan Mean section. Adapun metode tersebut antara lain sebagai berikut:

a. Mean Section



Gambar 4.6 Mean Section

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang pengaruh tinggi muka banjir terhadap elevasi jalan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil penelitian ini untuk elevasi muka jalan yang di dapat pada lokasi jalan Budi Kemuliaan Kota Dumai yaitu terletak padaSta 0+000 pada titik koordinat $X = 303712,810$ meter, $Y = 1685459,7200$ meter dengan ketinggian elevasi + 0,064 meter .
2. Untuk elevasi muka air sungai maksimum yang di dapat pada lokasi jalan Budi Kemuliaan Kota Dumai yaitu terletak pada titik koordinat $X = 303680,980$ meter, $Y = 1685462,0500$ meter dengan ketinggian elevasi – 0,19 meter.
3. Berdasarkan hasil bahwa lokasijalan Budi Kemuliaan Kota Dumai tergenang pada ketinggian 0,13 meter dan penanganannya layak dibangun tanggul sedimentasi sungai setinggi 0,69 meter. Dilihat berdasarkan jumlah elevasi muka air maksimum dan elevasi muka jalan yang di dapat.

b. Saran

Berdasarkan penelitian ini, penulis ingin menyampaikan saran antara lain:

1. Dapat melakukan survei pada jalan Budi Kemuliaan kecamatan Dumaikota dan dengan bantuan alat yang lebih canggih, karena kawasan penelitian merupakan kawasan yang padat arus lalu lintas
2. Untuk mendapatkan kontur yang lebih teliti, maka sebaiknya jarak pembacaan koordinat diperkecil.
3. Untuk pelaksanaan survey harus sesuai aturan yang di tetapkan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asdak,(2002), Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Chow,(1997) <https://www.scribd.com/doc/300481060/Aliran-Pada-Pelimpah.html>
- C.D.Soemarto, (1999).Hidrologi Teknik.Universitas Brawijaya Malang, Surabaya
- Ongkosongo, O., S, R. 1989. *Asean- Australia Cooperative Program on marine science ProjectI : tides and tidal phenomena: Pasang surut*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Pusat Penelitian Dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta
- Prastyo, H. E. (2011). Perencanaan Geometrik, Tebal Perkerasan dan Rencana Anggaran Biaya (Ruas Jalan Ktasak-Pringapus) Kota Salatiga *Tugas Akhir*.,Teknik Sipil Transportasi Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret,Surakarta.
- Sosrodarsono, Suyono,(2003), Hidrologi Untuk Pengairan, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soemarto CD, (1993), Hidrologi Teknik, edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sukirman. Silvia. (2003) <http://eprints.polsri.ac.id/1307/3/BAB%20II.pdf>
- Setyawan, (2011) Tinggi Muka Air <https://digilib.uns.ac.id/...=/Peramalan-Tinggi-Muka-Air-Sungai.html>

