

MODEL DAN SIMULASI PERINGATAN DINI BENCANA BANJIR MENGUNAKAN METODE RASIONAL

Aneu Yulianeu¹, Iman Hikmat Nugraha², Muhamad Fajar Dwi Laksono³,

¹Manajemen Informatika STMIK DCI

anjusu09@gmail.com

²Inkubator Bisnis STMIK DCI

imanhikmat@yahoo.com

³Teknik Informatika STMIK DCI

mfajar.dwi@gmail.com

ABSTRAK

Bencana Alam merupakan fenomena alam yang telah banyak mengambil korban jiwa dan kerugian materi yang tidak sedikit. Seperti halnya erosi, banjir, tanah longsor, wabah penyakit, baik kota maupun desa telah terjadi dimana – mana, hal ini semata – mata disebabkan kurang tanggapnya manusia didalam mengenali tanda – tanda yang akan terjadi sebelum terjadinya bencana alam tersebut. Berdasarkan dari buku **Banjir** yang diterbitkan oleh **Pusat Penanggulangan Krisis Departemen Kesehatan RI** Banjir adalah peristiwa terjadinya genangan (limpahan) air di areal tertentu sebagai akibat meluapnya air sungai/danau/laut yang menimbulkan kerugian baik materi maupun non-materi terhadap manusia dan lingkungan.

Dalam Tugas Akhir ini penulis mendapat ide untuk mencoba membuat model dan simulasi mengenai peringatan dini dari bencana banjir menggunakan metode rasional. Dengan menggunakan metode rasional kita bisa memperkirakan debit air sungai berdasarkan curah hujan, lamanya terjadi hujan dan luas dari sungai itu sendiri. Hanya saja metode ini dapat menghitung perkiraan debit sungai dalam luas tertentu saja, misal luas sungai suatu DAS (Daerah Aliran Sungai). Aplikasi yang akan dibuat adalah “Model Dan Simulasi Peringatan Dini Bencana Banjir Menggunakan Metode Rasional”. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan gabungan dari bahasa pemrograman web dan juga aplikasi untuk membuat animasi sebagai antar muka untuk memperlihatkan simulasi yang dilakukan.

Kata Kunci : Sistem Peringatan Dini, bencana banjir, metode rasional.

I. PENDAHULUAN

Bencana Alam merupakan fenomena alam yang telah banyak mengambil korban jiwa dan kerugian materi yang tidak sedikit. Seperti halnya erosi, banjir, tanah longsor, wabah penyakit, baik kota maupun desa telah terjadi dimana – mana, hal ini semata – mata disebabkan kurang tanggapnya manusia didalam mengenali tanda – tanda

yang akan terjadi sebelum terjadinya bencana alam tersebut.

Berdasarkan dari buku **Banjir** yang diterbitkan oleh Pusat Penanggulangan Krisis Departemen Kesehatan RI Banjir adalah peristiwa terjadinya genangan (limpahan) air di areal tertentu sebagai akibat meluapnya air sungai/danau/laut yang menimbulkan kerugian baik materi

maupun non-materi terhadap manusia dan lingkungan. Banjir bisa terjadi perlahan-lahan dalam waktu lama atau terjadi mendadak dalam waktu yang singkat yang disebut banjir bandang.

Indonesia memiliki lebih dari 5.000 sungai besar dan kecil, 30% diantaranya melewati kawasan padat penduduk, yang tentunya mempunyai potensi terhadap terjadinya banjir pada wilayah permukiman yang dilalui oleh aliran sungai tersebut.

Sistem Peringatan Dini atau *Early Warning System* adalah serangkaian sistem untuk memberitahukan akan timbulnya kejadian alam, dapat berupa bencana maupun tanda-tanda alam lainnya. Peringatan dini pada masyarakat atas bencana merupakan tindakan memberikan informasi dengan bahasa yang mudah dicerna oleh masyarakat. Dalam keadaan kritis, secara umum peringatan dini yang merupakan penyampaian informasi tersebut diwujudkan dalam bentuk sirine, kentongan dan lain sebagainya. Namun demikian membunyikan sirine hanyalah bagian bentuk dari penyampaian informasi yang perlu dilakukan karena tidak ada cara lain yang lebih cepat untuk mengantarkan informasi ke masyarakat.

Dengan menggunakan metode rasional kita bisa memperkirakan debit air sungai berdasarkan curah hujan, lamanya terjadi hujan dan luas dari sungai itu sendiri. Hanya saja metode ini dapat menghitung perkiraan debit sungai dalam luas tertentu saja, misal luas sungai suatu DAS (Daerah Aliran Sungai).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis akan membuat suatu karya ilmiah yang akan dituangkan dalam tugas akhir yang berjudul **“MODEL DAN SIMULASI PERINGATAN DINI BENCANA BANJIR MENGGUNAKAN METODE RASIONAL”**.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Model dan Simulasi

Menurut **Jurnal online Institut Teknologi Nasional No.01 Vol.01 Halaman 123** Model didefinisikan sebagai suatu perwakilan atau abstraksi dari sebuah objek atau situasi aktual (Daellenbach, 1994). Model dapat diklasifikasikan menjadi model ikonik, analog dan simbolik. Model ikonik adalah mempresentasikan suatu sistem atau benda menjadi suatu objek model yang wujudnya menyerupai sistem tersebut. Model analog adalah model yang mampu mempresentasikan sifat suatu sistem menjadi lebih sederhana. Model simbolik atau model matematis adalah representasi secara abstrak dari suatu sistem.

Sedangkan simulasi merupakan tiruan proses operasi dari sebuah kondisi nyata atau sistem dari waktu ke waktu (Banks et al , 2004). Simulasi digunakan untuk menggambarkan dan menganalisa perilaku dari sebuah sistem, menanyakan pertanyaan bagaimana jika (*“what if”*) tentang sistem nyata, dan membantu dalam proses *design of real systems* . Simulasi mengacu pada kumpulan metode yang luas dan aplikasi dari pencitraan tingkah laku dari sistem yang sesungguhnya. Model simulasi adalah alternatif yang tepat dalam menggambarkan suatu sistem yang kompleks, terutama ketika model matematik analitik sulit dilakukan (Law, 2007).

2.2 Sistem Peringatan Dini

Dikutip dari <http://penanggulangankrisis.kemkes.go.id/apa-itu-sistem-peringatan-dini-early-warning-system> sistem peringatan dini (early warning system) adalah serangkaian sistem yang berfungsi untuk memberitahukan akan terjadinya kejadian

alam, sistem peringatan dini ini akan memberitahukan terkait bencana yang akan terjadi atau kejadian alam lainnya. Dalam keadaan kritis, secara umum peringatan dini yang merupakan penyampaian informasi tersebut diwujudkan dalam bentuk sirine, kentongan dan lain sebagainya.

Tujuan diciptakannya sistem peringatan dini ini agar masyarakat yang tinggal di kawasan bencana bisa aman dalam beraktifitas sebab peringatan dini akan terjadinya bencana sudah bisa diketahui, sehingga masyarakat juga bisa melakukan pencegahan untuk menyelamatkan diri saat terjadinya bencana alam.

Untuk melakukan peringatan dini banjir terdapat beberapa tahap untuk dapat tercapainya hasil secara efektif. Tahapan – tahapan tersebut ialah : (Werner and Kwadijk, 2005)

1. *Detection*, tahapan ini, data tepat waktu (*real time*) di monitor diproses untuk mendapatkan informasi tentang banjir yang mungkin terjadi.
2. *Forecasting*, tahap dilakukan perkiraan terhadap curah hujan, tinggi muka air atau debit aliran banjir serta waktu datangnya banjir tersebut.
3. *Warning and dissemination*, tahap ini merupakan faktor kunci sukses dalam sistem peringatan dini banjir. Tahap ini menggunakan informasi yang diperoleh dari tahapan sebelumnya. Pihak yang bertanggung jawab menyebarkan informasi tersebut untuk dapat meminimalisir resiko yang ditimbulkan.

Response, tanggap terhadap isu peringatan banjir, dan hal ini merupakan yang sangat penting untuk tercapainya tujuan pelaksanaan peringatan dini banjir. Jika tujuan dari peringatan dini banjir adalah untuk mengurangi kerugian materil

maupun non materil, maka diperlukan personil yang tanggap secara cepat dan tepat dalam melakukan evakuasi apabila banjir benar-benar terjadi.

2.3 Banjir

Menurut buku **Banjir** yang diterbitkan oleh Pusat Penanggulangan Krisis Departemen Kesehatan Republik Indonesia, banjir adalah peristiwa terjadinya genangan (limpahan) air di areal tertentu sebagai akibat meluapnya air sungai/danau/laut yang menimbulkan kerugian baik materi maupun non-materi terhadap manusia dan lingkungan. Banjir bisa terjadi perlahan – lahan dalam waktu yang lama atau terjadi mendadak dalam waktu yang singkat yang disebut banjir bandang.

2.4 Metode Rasional

Menurut buku **Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangun Air** metode rasional merupakan rumus yang tertua dan terkenal di antara rumus – rumus empiris. Metode rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran namun dengan daerah pengaliran yang terbatas. Dalam Departemen PU, SK SNI M-18-1989-F (1989), dijelaskan bahwa Metode Rasional dapat digunakan untuk ukuran daerah pengaliran < 5000 Ha.

Rumus umum dari Metode Rasional adalah:

$$Q=0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan rumus:

Q = debit puncak limpasan permukaan (m^3/det).

C = koefisien pengaliran (tanpa dimensi).

A = luas daerah pengaliran (Km^2).

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

Metode Rasional di atas dikembangkan berdasarkan asumsi sebagai berikut:

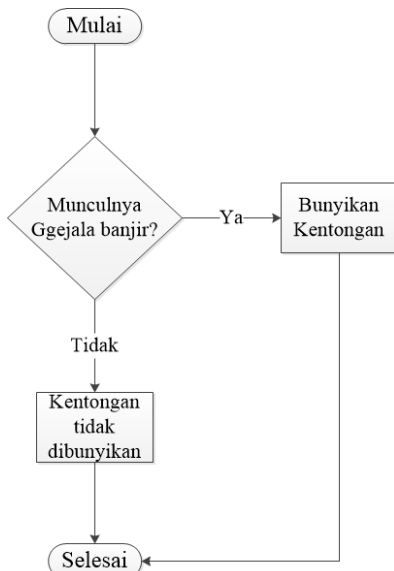
1. Hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh daerah pengaliran selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi daerah pengaliran.
 2. Periode ulang debit sama dengan periode ulang hujan.
- Koefisien pengaliran dari daerah pengaliran yang sama adalah tetap untuk berbagai periode ulang.

III. ANALISIS MASALAH

3.1 Peringatan Dini Bencana Banjir yang Sekarang dilakukan

3.1.1 Penggunaan Kentongan Sebagai Media Peringatan Dini

Beberapa daerah yang termasuk rawan akan bencana banjir kebanyakan masih menggunakan kentongan. Maka di sini penulis akan menganalisa cara kerja dari kentongan sebagai tanda akan datangnya bencana banjir. Berikut merupakan gambarannya dengan menggunakan diagram alir atau *flowchart*.



Gambar 3.1
Cara Kerja Kentongan

3.1.2 Tanda – Tanda Akan Bencana Banjir

Ada beberapa tanda yang bisa kita lihat dan dapat kita jadikan sebagai tanda bencana banjir antara lain sebagai berikut:

1. Terjadinya hujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi tanpa disertai dengan proses infiltrasi/penyerapan yang baik

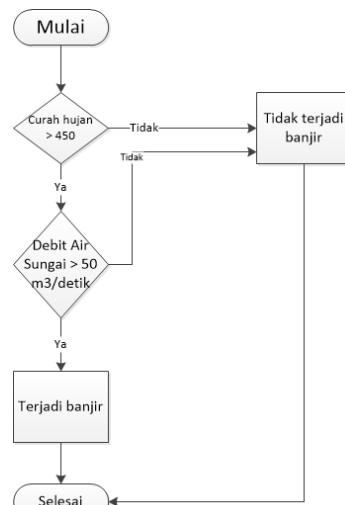
2. Air melebihi batas sepadan sungai, sehingga meluap dan menggenangi daerah sekitarnya

3. Air yang jatuh kepermukaan tidak dapat mengalir dengan baik karena saluran drainase yang ada tidak berfungsi dengan baik. Sehingga air tersumbat dan tidak dapat mengalir dengan baik

3.2 Model Dan Simulasi Bencana Banjir

1. Pemodelan dengan menggunakan flowchart

Dalam proses terjadinya banjir bisa digambarkan menggunakan flowchart sebagai berikut:



Gambar 3.2
flowchart proses banjir

Dimulai dengan curah hujan yang tinggi dengan waktu yang lama, kemudian menyebabkan arus aliran sungai yang tinggi sehingga sedimen atau endapan dari

hulu sungai terbawa ke hilir yang bisa menyebabkan pendangkalan maupun penyumbatan di aliran sungai, pada akhirnya mengakibatkan kenaikan permukaan air sungai hingga meluap dan terjadilah banjir.

1. Model Soil Conservation Service (SCS) untuk menghitung limpasan banjir
Perhitungan masing-masing faktor untuk Model SCS adalah sebagai berikut :
2. Faktor angka Curve Number (CN)
Angka CN (curve number) adalah bervariasi dari 0 sampai 100 yang dipengaruhi oleh kondisi grup hidrologi tanah.

			hutan, buruk		
6	12.94 8,285	D	Padi, larikan lurus, baik	87	11.26 5,008
7	8.341, 739	D	Legum, kontur dan teras baik	80	667.3 39,12
	36.78 0,603				2.896. 010.2
Angka CN tertimbang = $2.896.010,2445 / 36.780,603 = 78,74$					

Tabel 3.2
Contoh Perhitungan angka Curve Number (CN)

No	Luas (ha)	Kelompok tanah	Tipe landuse, Perilaku, Kondisi tanah	Angka CN	CN Tertimbang Luas * Angka CN
1	7.971,191	D	Pekarangan rumah	86	685.522,43
2	255,671	D	Lapangan rumput, baik	80	20.453,6643
3	2.528,760	D	Tegakan hutan, baik	77	194.714,52
4	1.288,148	A	Tegakan hutan, sedang	36	46.373,328
5	3.446,809	A	Tegakan	45	155.106,39

2. Perbedaan antara curah hujan dan limpasan permukaan (s) Besarnya perbedaan antara curah hujan dan limpasan permukaan (s) adalah berhubungan dengan angka kurva limpasan permukaan (CN) dimana persamaannya adalah : $S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) 25,4$ atau $S = \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$
Sehingga:

$$(s) = (25400/CN) - 254$$

$$(s) = (25.400/78,74) - 254$$

$$= 68,58$$

Volume Limpasan Permukaan

Volume limpasan permukaan (runoff)

dengan persamaan : $Q = \frac{(P-0.2s)^2}{P+0.8s}$

dimana :

Q = limpasan permukaan (mm)

P = curah hujan sesaat (mm) = 108 mm, (hujan maksimum)

s = perbedaan antara curah hujan dan runoff (mm)

$$Q = (108 - (0,2 \times 68,58))^2 / (108 + (0,8 \times 68,58))$$

$$= 8889.4726/162.864$$

$$= 54,58 \text{ mm}$$

4. Total volume limpasan permukaan (runoff) pada kejadian hujan maksimum sebesar 108 mm

$$\text{Total volume limpasan permukaan (Q)} = 54,58 \times 1/1000 \text{ m} \times 36.780,603 \times 10.000 \text{ m}^2 = 20.056.462,82 \text{ m}^3$$

Perhitungan hasil total volume limpasan permukaan terprediksi (Q-SCS) pada kejadian hujan maksimum sebesar 108 mm nilainya sebesar 20.056. 462,82 m³

3.3 Model Dan Simulasi Bencana Banjir Menggunakan Metode Rasional

Rumus umum dari Metode Rasional :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (\text{persamaan 1})$$

Jika persamaan (1) dipergunakan untuk rencana dengan berbagai periode ulang maka ditulis sebagai berikut: $Q_T = 0,278 \times C \times I_T \times A$ (persamaan 2)

Keterangan rumus:

Q_T = debit puncak limpasan permukaan dengan periode ulang T tahun atau debit rencana dengan periode ulang T tahun (m³/det).

C = angka pengaliran (tanpa dimensi).

A = luas daerah pengaliran (Km²).

I_T = intensitas curah hujan dengan periode ulang T tahun (mm/ jam).

Besarnya nilai t_c dapat dihitung dengan beberapa rumus, diantaranya:

1. Rumus Kirpich

$$t_c = ((0,87 \times L^2) / (1000 \times S))^{0,385} \quad (\text{persamaan 3})$$

Keterangan rumus:

t_c = waktu konsentrasi (jam).

L : panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (Km).

S : kemiringan rata-rata daerah lintasan air.

waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi 2 komponen yaitu :

$$t_c = t_0 + t_d \text{ (menit) (persamaan 4)}$$

$$\text{dengan } t_0 = \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \quad (\text{persamaan 5})$$

$$t_d = \frac{L_s}{60 \times V} \text{ (menit) (persamaan 6)}$$

Keterangan rumus:

n = angka kekasaran permukaan lahan (lihat Tabel 3.1).

S = kemiringan lahan.

L = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m).

L_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m).

V = kecepatan aliran didalam saluran (m/detik).

Tabel 3.3

Angka Kekasaran Permukaan Lahan

Tata guna lahan	n
Kedap air	0,02
Timbunan tanah	0,10
Tanaman pangan / tegalan dengan sedikit rumput pada tanah gundul yang kasar dan lunak	0,20
Padang rumput	0,40
Tanah gundul yang kasar dedaunan	0,60
Hutan dan sejumlah semak belukar	0,80

Koefisien pengaliran (C), didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Nilai C dapat dihitung dengan cara berikut :

$$C = C \text{ rata - rata} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

(persamaan 7)

Tabel 3.4
Koefisien pengaliran (C)

Deskripsi permukaan	Koefisien pengaliran (C)	
Bisiness: perkotaan pinggiran	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70	1.
Perumahan: rumah tinggal multiunit terpisah multiunit tergabung perkampungan apartemen	0,30 – 0,50 0,40 – 0,60 0,60 – 0,75 0,25 – 0,40 0,50 – 0,70	2.
Perkerasan: aspal dan beton batu bata, paving	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70	
Halaman berpasir: datar (2%) curam (7%)	0,05 – 0,10 0,15 – 0,20	
Hakaman tanah: datar (2%) curam (7%)	0,13 – 0,17 0,18 – 0,22	
Hutan: datar 0 – 5% bergelombang 5 -10% berbukit 10 – 30%	0,10 – 0,40 0,25 – 0,50 0,30 – 0,60	

Cara lain yang juga dapat dilakukan adalah dengan mensubstitusikan persamaan (7) ke persamaan (2) sehingga diperoleh persamaan berikut:

$$Q = 0,278 \times I_T \times (\sum A_i \times C_i)$$

(persamaan 8)

Keterangan persamaan (7) dan (8) :

C_i = koefisien limpasan sub daerah pengaliran ke i.

A_i = luas sub daerah pengaliran ke i.

I_T = intensitas curah hujan dengan periode ulang T tahun (mm/ jam).

Contoh soal:

Suatu daerah pengaliran sungai mempunyai luas 150 ha yang terdiri dari 35 % hutan bergelombang dan 65 % hutan berbukit. Panjang sungai utama yang telah diukur adalah 3,0 Km dengan kemiringan rata-rata 0,85 %.

Pertanyaan:

Apabila diketahui intensitas curah hujan rencana 10 tahun adalah 30 mm/jam dan intensitas curah hujan rencana 20 tahun adalah 50 mm/jam, berapakah debit rencana untuk masing-masing periode ulang tersebut ?

Berapa waktu konsentrasi pada sungai utama?

Jawaban pertanyaan 1:

Diketahui :

Luas daerah pengaliran sungai (A) : 150 ha : 1,5 Km².

Nilai C untuk lahan hutan bergelombang : 0,50. .

Nilai C untuk hutan berbukit : 0,80.

Intensitas hujan (I₁₀) : 30 mm/jam dan (I₂₀) : 50 mm/jam.

Maka :

$$\sum A_i C_i = (35\% \times 1,5 \text{ Km}^2 \times 0,50) + (65\% \times 1,5 \text{ Km}^2 \times 0,80) = 1,31 \text{ Km}^2.$$

Dengan memasukkan nilai $\sum A_i C_i$ dan nilai I₁₀ dan I₂₀ ke persamaan (8) maka diperoleh debit rencana 10 tahun (Q₁₀) dan debit rencana 20 tahun (Q₂₀):

$$Q_{10} = 0,279 \frac{I_{10}}{\sum A_i C_i} \quad Q_{20} = 0,279 \frac{I_{20}}{\sum A_i C_i}$$

$$= 0,278 \times 30 \times 1,31 \quad = 0,278 \times 50 \times 1,31$$

$$= 10,93 \text{ m}^3/\text{detik.} \quad = 18,21 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

Jawaban pertanyaan 2:

Diketahui :

Panjang sungai utama yang telah diukur (L) = 3,0 Km. Kemiringan rata-rata (S) = 0,85 %.

Maka :

Waktu konsentrasi (t_c):

$$t_c = \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S}^{0,385}$$

$$= \frac{0,87 \times 3^2}{1000 \times 0,0085}^{0,385}$$

$$= 0,93 \text{ jam}$$

IV. PERANCANGAN SISTEM

4.1 Algoritma Sistem Yang Dirancang

Algoritma perhitungan_metode_rasional
Kamus :

Q, C, I, A : Real

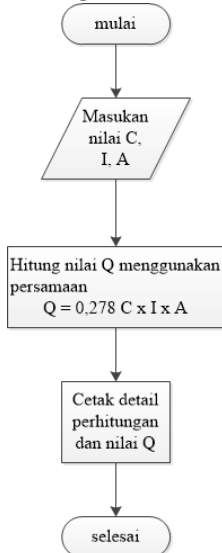
Algoritma

Input (C, I, A)

$Q \leftarrow 0,278 * C * I * A$

Output (Q)

Jika menggunakan flowchart maka algoritmanya sebagai berikut :

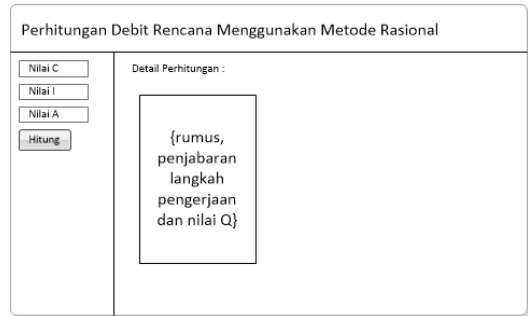


Gambar 4.1

Algoritma perhitungan metode rasional

4.2 Rancangan Antar Muka

1. Rancangan antar muka konten perhitungan metode rasional

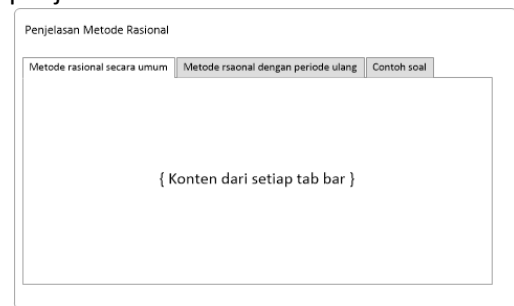


Gambar 4.2

Rancangan Antar Muka Konten Perhitungan Metode Rasional

Keterangan :

- a. Nilai C= nilai koefisien pengaliran
 - b. Nilai I = nilai intensitas curah hujan
 - c. Nilai A = luas DAS dari suatu sungai
2. Rancangan antar muka konten penjelasan metode rasional



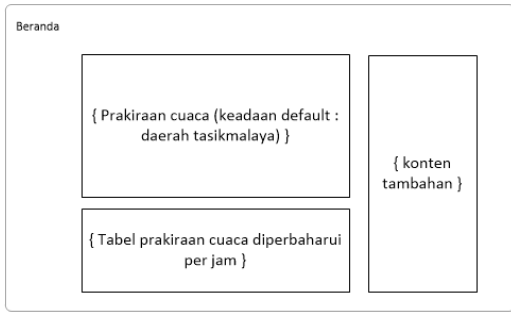
Gambar 4.3

Rancangan Antar Muka Konten Penjelasan Metode Rasional

Keterangan :

- a. Pada tab bar pertama akan menjelaskan mengenai deskripsi dari metode rasional, persamaan umum, dan keterangan dari persamaan tersebut.
- b. Pada tab bar kedua akan menjelaskan persamaan turunan dari persamaan pertama, dimana intensitas curah hujan yang diambil merupakan intensitas curah hujan dalam periode ulang dalam satuan tahun. Tab bar terakhir adalah untuk beberapa contoh soal beserta penyelesaiannya.

3. Rancangan antar muka konten beranda



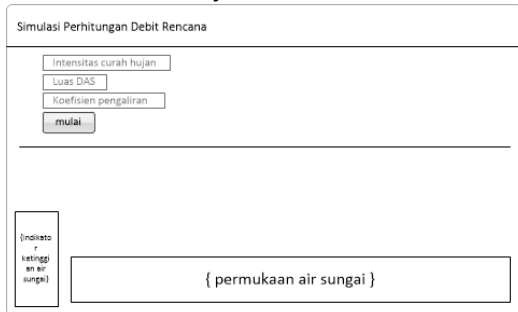
Gambar 4.4

Rancangan Antar Muka Konten Beranda

Keterangan :

- a. Pada blok prakiraan cuaca, di sini akan ditampilkan prakiraan cuaca hari ini, malam hari, dan besok.
- b. Pada blok tabel prakiraan cuaca, di sini akan ditampilkan prakiraan perubahan cuaca setiap jam dalam kurun waktu 6 jam kedepan.
- c. Pada blok konten tambahan akan menampilkan informasi tambahan yang berkaitan dengan aplikasi ini.

4. Rancangan antar muka untuk simulasi bencana banjir



Gambar 4.5

Rancangan Antar Muka Untuk Simulasi Bencana Banjir

Keterangan :

Rancangan ini akan menampilkan simulasi dari bencana banjir dimana nilai

dari setiap parameter bisa kita set terlebih dahulu.

V. IMPLEMENTASI

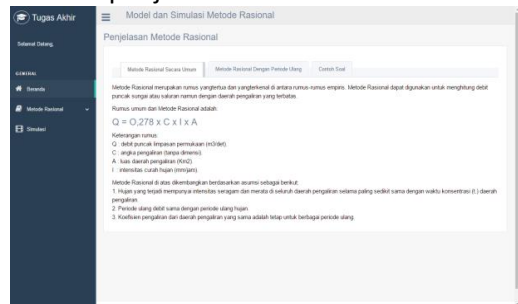
5.1 Implementasi Program

a. Beranda



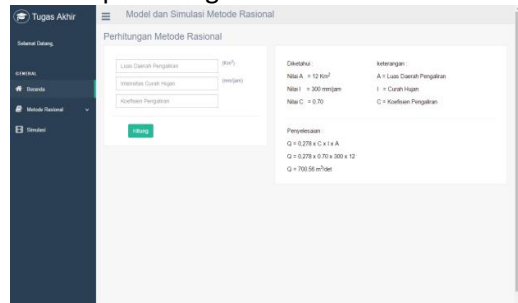
Gambar 5.1 Beranda

Konten penjelasan metode rasional



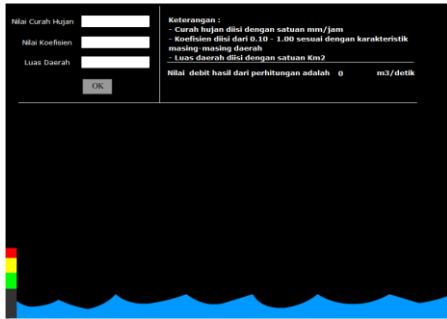
Gambar 5.2 Konten Penjelasan Metode Rasional

Konten perhitungan metode rasional



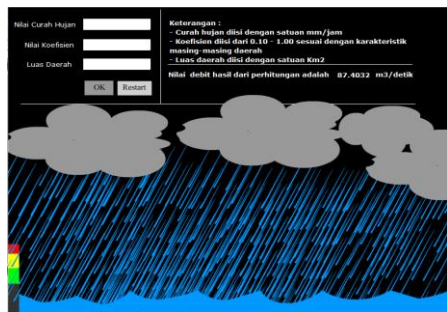
Gambar 5.3 Konten Perhitungan Metode Rasional

d. Konten simulasi



Gambar 5.4

Tampilan Simulasi Kondisi Ke 1



Gambar 5.5

Tampilan Simulasi Kondisi Ke 2

VI. KESIMPULAN

6.1 Simpulan

Simpulan yang dapat penulis ambil setelah melakukan analisis dan perancangan terhadap sistem adalah sebagai berikut :

1. Membantu dalam proses perhitungan debit air yang ada di sungai dengan menggunakan metode rasional.
2. Membantu mensimulasikan sistem peringatan dini dari bencana banjir menggunakan metode rasional.

6.2 Saran

Adapun saran yang ingin penulis kemukakan adalah sebagai berikut: Diperlukan pengembangan terhadap aplikasi yang telah penulis rancang karena masih banyak terdapat kekurangan, diantaranya :

1.

Belum bisa digabungkan antara simulasi bencana banjir dan memvisualisasikan perhitungan metode rasional

Belum bisa melakukan pengambilan peta secara online untuk simulasinya

Maka dari itu penulis menyarankan jika akan dilakukan pengembangan lebih lanjut diharapkan aplikasi selanjutnya minimal bisa memenuhi kekurangan di atas.

VII. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, Sjafr. (2007). Banjir. Jakarta. Pusat Penanggulangan Krisis Departemen Kesehatan

Kamiana, I Made. (2011). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Edisi Pertama. Yogyakarta. Graha Ilmu

Munir, rinaldi. (2007). Algoritma Pemrograman Dengan Bahasa Pascal dan C. Edisi 3. Bandung. Informatika Bandung

Murtiono, Ugro Hari. (2008). "Kajian Model Estimasi Volume Limpasan Permukaan, Debit Puncak Aliran, Dan Erosi Tanah Dengan Model Soil Conservation Service (Scs), Rasional Dan Modified Universal Soil Loss Equation (Musle)". 22, 2

Nashrulhaq, Mochamad Iqbal. dkk. (2014). "Model Simulasi Sistem Antrean Elevator ". Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. 02, 01

Pramono, Andi. (2006). Presentasi Multimedia dengan Macromedia Flash. Yogyakarta. C.V Andi Offset

Widada, HR. (2009). Cara Mudah Membuat Animasi dengan Macromedia Flash. Yogyakarta. Cakrawala

Yulianeu A, 2016, Sistem Berkas, LPPM STMIK DCI, Tasikmalaya.