

SIMULASI ALIRAN MANTAP PADA SALURAN TERBUKA MENGGUNAKAN PROGRAM HTML5

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memenuhi gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

YEHEZKIEL PANJI PAMUNGKAS
NPM : 97 02 08653



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FEBRUARI 2014**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

SIMULASI ALIRAN MANTAP PADA SALURAN TERBUKA MENGGUNAKAN PROGRAM HTML5



Oleh :

YEHEZKIEL PANJI PAMUNGKAS

NPM : 97 02 08653

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama

Tanda tangan

Tanggal

Ketua : Ir. Yenny Endang, M.T.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Yenny Endang".

11 FEB 2014

Anggota : Anastasia Yunika, ST. M.Eng

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Anastasia Yunika".

11/2/2014

Anggota : Agatha Padma L, ST. M.Eng

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Agatha Padma L".

11-02-2014

PENGESAHAN

Tugas Akhir Sarjana Strata Satu

SIMULASI ALIRAN MANTAP PADA SALURAN TERBUKA MENGGUNAKAN PROGRAM HTML5

Oleh :

YEHEZKIEL PANJI PAMUNGKAS

NPM : 97 02 08653

telah diperiksa, disetujui dan diuji oleh Pembimbing

Yogyakarta, Februari 2014

Pembimbing



(Ir. Yenny Endang, M.T.)

Disahkan oleh :

Ketua Program Studi Teknik Sipil



FATUH JANUAR SUDJATI, ST., M.T.,)

PERSEMBAHAN

**BERSAMA KRISTUS MELAKUKAN LEBIH BANYAK HAL MENJADI
LEBIH BAIK**

(The Last God Powered Warrior)

Dedicated to

My Lovely Wife and Child

My Beloved Family WANAPRASTA

as part of HIS Work

KATA HANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “SIMULASI ALIRAN MANTAP PADA SALURAN TERBUKA MENGGUNAKAN PROGRAM HTML5”. Penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan tingkat Strata Satu pada Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penyusun menyampaikan penghargaan dan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

1. Bapak, Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak, J. Januar Sudjati, ST., M.T.,Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu, Ir. Yenny Endang, M.T. selaku Ketua Program Peminatan Studi Hidro dan selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk memberikan bimbingan, pengarahan, kritik dan saran selama penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ibu, Anastasia Yunika, ST. M.Eng, Agatha Padma L, ST. M.Eng dan Cita Adiningrum S.T., M.T.yang telah memberikan banyak sekali membimbing

dengan memberikan banyak masukan, saran, dan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Segenap dosen, staff, karyawan dan karyawati Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
6. Bapak, Pdt. Bambang Subagyo STh., dan ibu Rusinah, selaku orang tua, yang senantiasa mendukung, mendoakan, dan menemani dengan penuh kasih sayang dan kesabaran agar saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Istri tercinta Diah Kusuma Wardani S.E, dan anak tersayang Christian Geraldo Nugroho, yang selalu memberi dukungan, serta kasih sayang untuk saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Kakak-kakak saya terkasih dan keponakan-keponakan tersayang yang telah banyak mendukung selesainya Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan, maka semua saran dan masukan yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan dan diterima dengan rendah hati. Akhir kata penyusun berharap semoga tulisan ini dapat berguna bagi pembaca.

Yogyakarta, 02 Januari 2014

Penyusun

Yehezkiel Panji Pamungkas
NPM 97 02 08653

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERSEMBERAHAN	iv
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penulisan.....	5
1.5. Keaslian Tugas Akhir.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Simulasi.....	7
2.1. Aliran mantap dan tidak mantap	9
2.2. Saluran terbuka.....	10
2.2. Kecepatan aliran.....	13
2.3. Aliran <i>laminer</i> dan turbulen	15
2.4. Aliran sub-kritis, kritis, dan super-kritis	16
2.5. Persamaan Kontinuitas.....	18

2.5.1. Konservasi energi (persamaan energi)	19
2.5.2. Konservasi momentum (persamaan momentum).....	20
2.6. Perhitungan Aliran Kritis	21
2.7. Profil Muka Air.....	29
2.7.1. Saluran datar (<i>Horisontal channel</i>), $So = 0$	30
2.7.2. Saluran landai (<i>Mild channel</i>), $0 < So < Scr$	30
2.7.3. Saluran kritis (<i>Critical channel</i>), $So = Scr$	31
2.7.4. Saluran terjal (<i>Steep channel</i>) $So > Scr$	31
2.7.5. Saluran menanjak (<i>Adverse channel</i>).....	32
2.8. Perhitungan Profil Muka Air, Aliran Berubah Lambat Laun	32
2.8.1. Metode integrasi numerik	33
2.8.2. Metode integrasi grafis.....	34
2.8.3. Metode langkah langsung (<i>direct step</i>)	36
2.8.4. Metode langkah standar (standar step).....	38
2.9. Loncatan Air.....	38
2.9.1. Tipe loncat air	39
2.9.2. Perhitungan loncat air	41
2.10. HTML5	44
2.9.1. <i>Markup</i>	45
2.9.2. Elemen – elemen baru terhadap HTML4 di HTML5	46
2.9.3. Perubahan dasar pada HTML5.....	48

2.9.4. API baru	48
2.11. CSS 3.....	49
2.11.1. Kelebihan CSS3	50
2.11.2. Kekurangan CSS3	51
2.11.3. Fitur terbaru di CSS3	51
BAB III METODOLOGI PEMROGRAMAN	52
3.1. <i>Developer Engine</i> HTML5 yang Digunakan	52
3.2. Perancangan dan <i>Flowchart</i> metodologi tugas akhir.....	53
3.3. Metode Pemrograman	56
3.4. Perancangan <i>User Interface</i> Program	57
3.4.1. Berusaha untuk tetap konsisten.....	58
3.4.2. Kegunaan universal.....	58
3.4.3. Memberikan umpan balik yang informatif	58
3.4.4. Merancang dialog yang menghasilkan satu penutupan.....	58
3.4.5. Memberikan penanganan kesalahan yang sederhana.....	59
3.4.6. Mudah dalam mengulang tindakan	59
3.4.7. Mendukung tempat pengendali internal.....	59
3.4.8. Mengurangi beban ingatan jangka pendek.....	59
3.5. Pembuatan Program Hitungan Manual	60
3.5.1. Mendeklarasi nilai awal untuk semua elemen hitungan.	60
3.5.2. Membuat tampilan <i>input-output</i> teks	61

3.5.3. Membuat tampilan penampang saluran	61
3.5.4. Penghitungan iterasi y_n saluran A dan y_n saluran B	62
3.5.5. Penghitungan iterasi y_c saluran A dan y_c saluran B	63
3.5.6. Perhitungan luas tampang saluran.....	64
3.5.7. Perhitungan keliling basah saluran A dan B	65
3.5.8. Perhitungan jari-jari hidraulis saluran.....	65
3.5.9. Perhitungan lebar muka air saluran.....	66
3.5.10. Perhitungan kecepatan aliran saluran.....	66
3.5.11. Perhitungan energi spesifik	66
3.5.11. Perhitungan kedalaman hidraulis saluran.....	67
3.5.12. Perhitungan angka <i>Froude</i> saluran	67
3.5.13. Penghitungan tingkat ekonomis saluran	68
3.5.14. Penghitungan Kedalaman P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , dan P_5	69
3.5.15. Penghitungan Loncat Air	70
3.5.16. Menampilkan hasil hitungan pada teks <i>output</i>	71
3.6. Pembuatan Program Simulasi Aliran.....	72
3.6.1. Membuat partikel air	72
3.6.2. Membuat partikel <i>physic</i> untuk air.....	73
3.6.3. Membuat simulasi air.....	73
3.6.4. Membuat saluran yang akan dialiri air.....	74

3.6.5. Membuat simulasi aliran air.....	75
3.7. Penyelarasan Simulasi dengan Hitungan Manual	75
3.7.1. Penyelarasan tampilan penampang saluran.....	75
3.7.2. Penyelarasan kemiringan saluran.....	76
3.7.3. Penyelarasan ketinggian saluran	76
3.7.4. Penyelarasan loncat air.....	76
3.9. Antisipasi Kendala	77
BAB IV VALIDASI DAN ANALISIS PROGRAM.....	79
4.1. Validasi dan Penyelarasan Simulasi dengan Hitungan Manual	79
4.1.1 Analisis kasus pertama dengan hitungan manual	79
4.1.2 Analisis kasus pertama dengan program simulasi	86
4.1.3 Analisis kasus kedua dengan hitungan manual	89
4.1.4 Analisis kasus kedua dengan program simulasi.....	96
4.2. Validasi Tampilan Simulasi dengan Teori Profil Muka Air	99
4.2.1. Saluran datar (<i>Horisontal channel</i>), So = 0	99
4.2.2. Saluran landai (<i>Mild channel</i>), $0 < \text{So} < \text{Scr}$	99
4.2.3. Saluran kritis (<i>Critical channel</i>), So = Scr.....	103
4.2.4. Saluran terjal (<i>Steep channel</i>) So > Scr	106
4.2.5. Saluran menanjak (<i>Adverse channel</i>).....	110
4.3. Validasi lain yang dapat dilakukan untuk penyempurnaan lebih lanjut ..	110
4.3.1. Program HEC-RAS atau CFD	110

4.3.2. Uji coba sampel nyata dan kasus pada saluran nyata.....	110
4.4. Analisis Program Hitungan dan Simulasi	111
4.4.1. Kelebihan dari program penghitungan:.....	111
4.4.2. Kekurangan dari program penghitungan:.....	111
4.4.3. Kelebihan dari program simulasi:	111
4.4.4. Kekurangan dari program simulasi:	112
BAB V KESIMPULAN	113
5.1. Kesimpulan	113
5.2. Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA	117
LAMPIRAN	118
Obyek grafis	118
Construct2 <i>Listing</i>	119
<i>Listing</i> "index.html"	143
<i>Listing</i> “offline.appcache”	145
<i>Listing</i> “jquery-2.0.0.min.js”	146
<i>Listing</i> “c2runtime.js”	177

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Nomor Gambar	Nama Gambar	Halaman
1	2.1.	Definisi potongan melintang dan memanjang saluran.	11
2	2.2.	Energi Aliran Saluran Terbuka dan Sketsa Tekanan Udara (Chow dan Rosalina, 2003)	13
3	2.3.	Distribusi kecepatan pada berbagai bentuk potongan melintang saluran (Chow dan Rosalina, 2003)	15
4	2.4.	Aliran sub-kritis, kritis, dan super-kritis (Heri, 2005)	17
5	2.5.	Kontinuitas aliran dalam suatu pias	18
6	2.6.	Energi dalam aliran saluran terbuka	19
7	2.7.	Penerapan dalil momentum	21
8	2.8.	Lengkung energi spesifik untuk debit satuan tertentu	23
9	2.9.	Kurva energi spesifik untuk debit satuan yang berbeda	23
10	2.10.	Variasi debit satuan	28
11	2.11.	Kurva energi spesifik	29
12	2.12.	Profil muka air pada kurva H (saluran horizontal)	30
13	2.13.	Profil muka air pada kurva M (<i>Mild slope</i>)	31
14	2.14.	Profil muka air pada kurva C (<i>Critical slope</i>)	31
15	2.15.	Profil muka air untuk kurva S (<i>Steep slope</i>)	32
16	2.16.	Profil muka air untuk kurva A (<i>adverse slope</i>)	32
17	2.17.	Sketsa Integrasi Grafis	35
18	2.18.	Persamaan energi (Bernoulli)	36
19	2.19.	<i>Under Jump</i> (Widiyanto, 2012)	39
20	2.20.	<i>Weak Jump</i> (Widiyanto, 2012)	39
21	2.21.	<i>Oscilating Jump</i> (Widiyanto, 2012)	40
22	2.22.	<i>Steady Jump</i> (Widiyanto, 2012)	40
23	2.23.	<i>Strong Jump</i> (Widiyanto, 2012)	41

24	2.24.	Persamaan loncat air (<i>Widiyanto, 2012</i>)	42
25	2.25.	Grafik panjang loncat air, (L_j/h_2) vs. Angka Froude, Fr (<i>Widiyanto, 2012</i>)	43
26	3.1.	<i>Construct 2</i>	52
27	3.2.	<i>Flowchart</i> metodologi tugas akhir	54
28	3.3.	<i>Flowchart</i> program simulasi	55
29	3.4.	Desain <i>Layout</i>	56
30	3.5.	Variabel Hitungan Manual	60
31	3.6.	Tampilan <i>input</i> teks	61
32	3.7.	Tampilan penampang saluran	62
33	3.8.	Contoh listing iterasi y_{nA}	63
34	3.9.	Contoh listing iterasi y_{cA}	64
35	3.10.	Tingkat ekonomis saluran	68
36	3.11.	Titik P1, P2, P3, P4, dan P5 pada simulasi	69
37	3.12.	Contoh sebagian listing output saluran A	71
38	3.13.	<i>Output</i> simulasi	72
39	3.14.	Partikel air dan obyek <i>alpha threshold</i>	72
40	3.15.	Parameter <i>Physic</i>	73
41	3.16.	Simulasi air	74
42	3.17.	Membuat saluran aliran	74
43	3.18.	Simulasi aliran air	75
44	4.1.	Keterangan saluran contoh hitungan manual pertama	80
45	4.2.	Proyeksi garis normal dan garis kritis saluran	82
46	4.3.	Hasil analisa pertama pada program simulasi	86
47	4.4.	Tabel hasil hitungan pertama pada program simulasi	87
48	4.5.	Hasil simulasi pertama setelah dilakukan koreksi.	88
49	4.6.	Keterangan saluran contoh hitungan manual kedua	89
50	4.7.	Proyeksi garis normal dan garis kritis saluran	91
51	4.8.	Hasil analisa kedua pada program simulasi	96
52	4.9.	Hasil table kedua pada program simulasi	97
53	4.10.	Hasil tampilan pada program simulasi setelah dikoreksi	98
54	4.11.	Profil muka air pada kurva M (teori)	99

55	4.12.	Profil muka air pada simulasi $y_{nB} > y_{nA} > y_{cB}$ (kurva M_1)	100
56	4.13.	Profil muka air pada simulasi $y_{nA} > y_{nB} > y_{cB}$ (kurva M_2)	101
57	4.14.	Profil muka air pada kurva M_3 (simulasi $y_{nB} > y_{cB} > y_{nA}$)	102
58	4.15.	Profil muka air pada kurva C (teori)	103
59	4.16.	Profil muka air pada kurva C_1 (simulasi $y_{nA} > (y_{nB} = y_{cB})$)	104
60	4.17.	Profil muka air pada kurva C_2 (simulasi $y_{nA} < (y_{nB} = y_{cB})$)	105
61	4.18.	Profil muka air untuk kurva S (teori)	106
62	4.19.	Profil muka air untuk kurva S_1 (simulasi $y_{nB} > y_{cA} > y_{nA}$)	107
57	4.20.	Profil muka air untuk kurva S_2 (simulasi $y_{cA} > y_{nA} > y_{nB}$)	108
58	4.21.	Profil muka air untuk kurva S_3 (simulasi $y_{cA} > y_{nB} > y_{nA}$)	109

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut	Nomor Lampiran	Nama Lampiran	Halaman
1	1	Obyek grafis	118
2	2	Construct2 Listing	119
3	3	<i>Listing "index.html"</i>	149
4	4	<i>Listing "offline.appcache"</i>	145
5	5	<i>Listing "jquery-2.0.0.min.js"</i>	146
6	6	<i>Listing "c2runtime.js"</i>	177

INTISARI

SIMULASI ALIRAN MANTAP PADA SALURAN TERBUKA MENGGUNAKAN PROGRAM HTML5, Yehezkiel Panji Pamungkas, No. Mhs: 97 02 08653, tahun 2013, Program Peminatan Studi Hidro, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pembuatan dan desain penampang saluran terbuka dapat dirancang dengan lebih tepat dan ekonomis setelah diketahuinya bentuk profil aliran, kecepatan aliran dan ketinggian aliran di sepanjang saluran. Pada perencanaan saluran, salah satu yang menghambat dalam proses penghitungan manual dan pembuatan desain saluran adalah proses *trial* untuk mendapatkan hasil desain yang optimal. Selain itu, untuk menggambarkan profil aliran, memerlukan proses perhitungan manual yang cukup lama dan panjang. Oleh karena itu, di sini disusun program yang praktis untuk penghitungan sekaligus simulasi aliran pada tampilan memanjang saluran terbuka secara *real-time* yang diharapkan dapat membantu mempercepat serta mempermudah analisa dan pembuatan desain saluran. Simulasi ini menggunakan pemrograman *physic* HTML5, yaitu penggunaan sifat-sifat fisis benda padat seperti gravitasi, gaya gesek, masa, kekenyalan, dan sebagainya untuk menciptakan simulasi partikel air dan aliran air. Program simulasi ini bersifat *real-time*, tanpa memerlukan proses *rendering*, sehingga meski dapat dijalankan di semua *platform* HTML5, hasil tampilan hanya akan optimal pada *hardware* dengan kemampuan grafis yang mendukung *alpha-tracehold* (agar tampilan aliran air lebih realistik). Program simulasi ini telah dilakukan validasi dengan pendekatan hitungan manual, namun program simulasi ini masih pada tahap awal dan masih banyak kekurangan. Diharapkan tugas akhir ini dapat menjadi acuan sebagai langkah awal menciptakan simulasi *physics* yang lebih baik untuk kepentingan perancangan dan analisa visual pada aliran ataupun untuk kepentingan perhitungan dan simulasi lainnya.

Kata kunci: simulasi aliran. saluran terbuka, program hidrologi, program *physic* HTML5.