

EVALUASI PERHITUNGAN NERACA AIR PEMBANGUNAN WADUK PASURUHAN, KABUPATEN MAGELANG

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

Oleh :

GIDEON BUDI KUSUMA

NPM. : 13 02 14773



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
DESEMBER 2016**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

EVALUASI PERHITUNGAN NERACA AIR PEMBANGUNAN WADUK PASURUHAN, KABUPATEN MAGELANG

Oleh :

GIDEON BUDI KUSUMA

NPM. : 13 02 14773

telah diperiksa dan disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, 6 Desember 2016

Pembimbing



(Ir. V. Yenni Endang S., M.T)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Johaness Januar Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

EVALUASI PERHITUNGAN NERACA AIR

PEMBANGUNAN WADUK PASURUHAN, KABUPATEN

MAGELANG

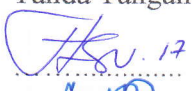


Oleh :

GIDEON BUDI KUSUMA

NPM. : 13 02 14773

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Ir. V. Yenni Endang S., M.T.		24 Jan 2017.
Anggota	: Agatha Padma L., S.T., M.T.		23.01.17
Anggota	: Nectaria Putri P., S.T., M.T.		24 Jan 2017

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

EVALUASI PERHITUNGAN NERACA AIR PEMBANGUNAN WADUK PASURUHAN, KABUPATEN MAGELANG

Benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Yogyakarta, 30 November 2016

Yang membuat pernyataan,



(Gideon Budi Kusuma)

KATA HANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang merupakan syarat menyelesaikan pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Tugas Akhir dengan judul Evaluasi Perhitungan Neraca Air Pembangunan Waduk Pasuruhan, Kabupaten Magelang ini akan memberikan tolak ukur efektifitas pembangunan Waduk Pasuruhan berdasarkan analisa neraca air. Perhitungan – perhitungan pada Tugas Akhir ini juga dapat digunakan pada studi kasus waduk -waduk lain, baik yang sudah ada maupun yang sedang direncanakan.

Selama proses pengerjaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak sekali bimbingan, arahan, pemberian solusi baru, dan bantuan – bantuan lain dari berbagai pihak. Bantuan – bantuan tersebut membuat proses pengerjaan laporan Tugas Akhir ini berjalan baik, tanpa hambatan yang berarti. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan terima kasih pada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat kemampuan dan rahmat yang diberikan, penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Ibu Agatha Padma Laksaningtyas, S.T., M.Eng., selaku Koordinator Tugas Akhir Peminatan Keairan.

5. Ibu Ir. V. Yenni Endang S., M.T., selaku dosen pembimbing yang memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu membantu dan memberikan bimbingan akademik bagi penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Ibu Cita Adiningrum, S.T., M.T dan Ibu Nectaria Putri Pramesti, S.T., M.T. yang telah memberikan bantuan dan memberikan solusi bagi penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.
8. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng, selaku dosen pembimbing Kerja Praktik Semester Genap TA 2015/2016.
9. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar lain yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta
10. Orang tua dan keluarga penulis, yang selalu memberikan semangat dan doa serta motivasi selama pengerjaan Tugas Akhir.
11. Bapak Ir Hanugrah Purwadi M.T. dan Staff Bidang Perencanaan Umum Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak yang membantu penulis dengan memberikan data – data yang diperlukan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
12. Saudara Dionisius Dicky Davidoff, S.T., Wiranata Brian, S.T., Teman – teman Asisten Praktikum Pengukuran Pemetaan, Asisten Praktikum Penyelidikan Tanah, dan teman – teman lain yang selalu memberikan

semangat dan solusi atas permasalahan yang penulis jumpai selama pengerjaan Tugas Akhir.

13. Pihak – pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis sepenuhnya menyadari bahwa Tugas Akhir ini memiliki kekurangan dan penyempurnaan. Oleh sebab itu, kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 30 November 2016

(Gideon Budi Kusuma)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA HANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	3
1.5. Tujuan Tugas Akhir	4
1.6. Manfaat Tugas Akhir	4
1.7. Lokasi Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Siklus Hidrologi	6
2.1.1. Presipitasi.....	6
2.1.2. Infiltrasi.....	7
2.1.3. Evaporasi	7
2.1.4. Evapotranspirasi	8
2.2. Neraca Air	8
2.3. Ketersediaan Air.....	9
2.4. Kebutuhan Air	9
2.4.1. Kebutuhan air irigasi.....	9
2.4.2. Kebutuhan air non irigasi.....	10
2.5. Kurva Massa.....	10

BAB III LANDASAN TEORI.....	12
3.1. Curah Hujan Wilayah dengan Metode Poligon Thiessen	12
3.2. Data Curah Hujan Hilang Metode Inverse Square Distance.....	13
3.3. Curah Hujan Rencana	13
3.3.1. Analisa frekuensi	14
3.3.2. Pemilihan jenis distribusi data	15
3.4. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi.....	15
3.4.1. Metode Smirnov Kolmogrov	15
3.4.2. Uji chi-kuadrat	16
3.5. Debit Maksimum Metode Melchior.....	17
3.6. Kebutuhan Air	18
3.6.1 Kebutuhan air irigasi.....	18
3.6.2 Kebutuhan air domestik.....	27
3.6.3 Kebutuhan air non domestik.....	28
BAB IV METODOLOGI TUGAS AKHIR.....	32
4.1. Data	32
4.2. Bagan Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	32
4.3. Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir	34
BAB V PEMBAHASAN	36
5.1. Debit Banjir Waduk Pasuruhan.....	36
5.1.1 Stasiun hujan.....	37
5.1.2 Data curah hujan yang hilang	38
5.1.3 Perhitungan curah hujan rerata Metode Thiessen.....	42
5.1.4 Analisa frekuensi dan pemilihan jenis distribusi data	47
5.1.5 Uji kesesuaian distribusi frekuensi	51
5.1.6 Perhitungan debit banjir Metode Melchior	54
5.2. Ketersediaan Air Waduk Pasuruhan	60
5.3. Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan.....	70
5.3.1 Kebutuhan air domestik.....	70
5.3.2 Kebutuhan air non domestik.....	72
5.3.3 Kebutuhan air irigasi.....	74
5.3.4 Kebutuhan Air Total	75
5.4. Neraca Air Waduk Pasuruhan.....	76
5.5. Analisa Usia Waduk Pasuruhan	79

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	84
6.1. Kesimpulan	84
6.2. Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....	92
LAMPIRAN.....	93



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Harga Kritis (Δcr) Untuk Smirnov – Kolmogrov Test	16
Tabel 3. 2 Exposed Surface.....	23
Tabel 3. 3 Koefisien Tanaman untuk Padi dan Palawija Nedeco	24
Tabel 3. 4 Lanjutan	25
Tabel 3. 5 Penentuan Tingkat Layanan Air Baku.....	28
Tabel 3. 6 Kategori Kebutuhan Air Non Domestik	29
Tabel 3. 7 Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori I, II, III, dan IV.....	30
Tabel 3. 8 Kebutuhan Air Bersih Kategori V	30
Tabel 3. 9 Lanjutan	31
Tabel 3. 10 Kebutuhan Air Bersih Domestik Kategori Lain	31
Tabel 5. 1 Stasiun Hujan dan Koordinat Stasiun Hujan.....	37
Tabel 5. 2 Curah Hujan Maksimum Stasiun Hujan Tahun 1994 Sampai 2004	39
Tabel 5. 3 Curah Hujan Maksimum Stasiun Hujan Tahun 2005 Sampai 2015	40
Tabel 5. 4 Jarak Stasiun Parakan Terhadap Stasiun Tedekat.....	41
Tabel 5. 5 Luas Wilayah yang Diwakili Masing – Masing Stasiun Hujan.....	46
Tabel 5. 6 Contoh Perhitungan Curah Hujan Rerata	47
Tabel 5. 7 Perhitungan Analisa Frekuensi	48
Tabel 5. 8 Lanjutan	49
Tabel 5. 9 Perhitungan Cv, Cs, dan Ck.....	49
Tabel 5. 10 Perbandingan Syarat Jenis Distribusi dengan Nilai Cv, Cs, dan Ck.....	51
Tabel 5. 11 Uji Chi Kuadrat.....	52
Tabel 5. 12 Contoh Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogrov.....	54
Tabel 5. 13 Perhitungan Dispersi Log Pearson.....	55
Tabel 5. 14 Lanjutan	56
Tabel 5. 15 Perhitungan Nilai K	57
Tabel 5. 16 Perhitungan Curah Hujan Rencana	58
Tabel 5. 17 Debit Banjir Metode Melchior	58
Tabel 5. 18 Debit Terukur AWLR Borobudur (m^3/dt).....	61
Tabel 5. 19 Lanjutan	62
Tabel 5. 20 Contoh Perhitungan Debit Andalan Tahun 2009.....	62
Tabel 5. 21 Rekap Debit Andalan Waduk Pasuruhan.....	63
Tabel 5. 22 Perhitungan Analisa Frekuensi Data Debit Terukur	64

Tabel 5. 23 Perhitungan Cv, Cs, dan Ck Data Debit Terukur.....	64
Tabel 5. 24 Perbandingan Syarat Jenis Distribusi dengan Nilai Cv, Cs, dan Ck.....	65
Tabel 5. 25 Uji Chi Kuadrat Data Debit Terukur.....	65
Tabel 5. 26 Uji Smirnov – Kolmogrov Data Debit Terukur	66
Tabel 5. 27 Perhitungan Dispersi Log Pearson Data Debit Terukur.....	67
Tabel 5. 28 Perhitungan Nilai K Data Debit Terukur	68
Tabel 5. 29 Perhitungan Debit Terukur.....	69
Tabel 5. 30 Perbandingan Nilai Debit Banjir dan Debit Terukur	69
Tabel 5. 31 Jumlah Penduduk Tahun 2014.....	70
Tabel 5. 32 Kebutuhan Air Domestik Waduk Pasuruhan Tahun 2013.....	71
Tabel 5. 33 Rekap Kebutuhan Air Domestik Waduk Pasuruhan.....	72
Tabel 5. 34 Kebutuhan Air Non Domestik Berdasarkan Jumlah Sekolah.....	73
Tabel 5. 35 Kebutuhan Air Non Domestik Berdasarkan Jumlah Puskesmas	73
Tabel 5. 36 Kebutuhan Air Non Domestik Berdasarkan Jumlah Rumah Sakit	74
Tabel 5. 37 Kebutuhan Air Non Domestik Berdasarkan Jumlah Rumah Ibadah	74
Tabel 5. 38 Kebutuhan Air Irigasi	74
Tabel 5. 39 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2013	75
Tabel 5. 40 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tiap Tahun	76
Tabel 5. 41 Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tiap Tahun....	76
Tabel 5. 42 Selisih Ketersediaan dan Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan	79
Tabel 5. 43 Proyeksi Kebutuhan Air Domestik Waduk Pasuruhan	80
Tabel 5. 44 Rekap Perhitungan Proyeksi Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan	81
Tabel 5. 45 Perbandingan Ketersediaan Surplus Air dengan Proyeksi Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan	82
Tabel 6. 1 Ketersediaan Air Waduk Pasuruhan	84
Tabel 6. 2 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan.....	85
Tabel 6. 3 Perbedaan Jumlah Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air.....	86
Tabel 6. 4 Debit Banjir Metode Melchior.....	87
Tabel 6. 5 Perbandingan Nilai Debit Banjir dengan Debit Terukur	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Pekerjaan di Peta Administrasi Kabupaten Magelang	5
Gambar 1. 2 Lokasi Pekerjaan di Peta WS Progo Opak Serang.....	5
Gambar 4. 1 Bagan Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	33
Gambar 5. 1 Peta Digital DAS Progo	43
Gambar 5. 2 Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Pasuruhan.....	43
Gambar 5. 3 Hasil Plotting Stasiun Hujan Pada DTA Waduk Pasuruhan.....	44
Gambar 5. 4 Hasil Pembuatan Poligon Thiessen	45
Gambar 5. 5 Luasan Daerah Stasiun Hujan Pada DTA Waduk Pasuruhan.....	45
Gambar 5. 6 Tabel Hubungan Nilai F dan q_n	59
Gambar 5. 7 Letak AWLR Borobudur pada DAS Progo dan DTA Pasuruhan.....	60
Gambar 5. 8 Grafik Ketersediaan dan Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan.....	77
Gambar 5. 9 Kurva Massa Ripple (1983)	78
Gambar 6. 1 Perbandingan Volume Tampungan Waduk Biasa dengan Waduk Konsep Terasering	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jarak Antar Stasiun Hujan (Jumprit dan Ngadirejo)	94
Lampiran 2 Jarak Antar Stasiun Hujan (Parakan dan Kebraman)	95
Lampiran 3 Jarak Antar Stasiun Hujan (Temanggung dan Pringsurat)	96
Lampiran 4 Jarak Antar Stasiun Hujan (Kalegen dan Tempuran).....	97
Lampiran 5 Curah Hujan Rerata Metode Thiessen Tahun 1994 Sampai 1998.....	98
Lampiran 6 Curah Hujan Rerata Metode Thiessen Tahun 1999 Sampai 2003.....	99
Lampiran 7 Curah Hujan Rerata Metode Thiessen Tahun 2004 Sampai 2008.....	100
Lampiran 8 Curah Hujan Rerata Metode Thiessen Tahun 2009 Sampai 2013.....	101
Lampiran 9 Curah Hujan Rerata Metode Thiessen Tahun 2014 dan 2015.....	102
Lampiran 10 Debit Terukur AWLR Borobudur	103
Lampiran 11 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2002	103
Lampiran 12 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2003	104
Lampiran 13 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2004	104
Lampiran 14 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2005	105
Lampiran 15 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2006	105
Lampiran 16 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2007	106
Lampiran 17 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2008	106
Lampiran 18 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2009	107
Lampiran 19 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2010	107
Lampiran 20 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2011	108
Lampiran 21 Debit Andalan Waduk Pasuruhan Tahun 2013	108
Lampiran 22 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2002.....	109
Lampiran 23 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2003.....	109
Lampiran 24 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2004.....	110
Lampiran 25 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2005.....	110
Lampiran 26 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2006.....	111
Lampiran 27 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2007.....	111
Lampiran 28 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2008.....	112
Lampiran 29 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2009.....	112
Lampiran 30 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2010.....	113
Lampiran 31 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2011.....	113
Lampiran 32 Kebutuhan Air Waduk Pasuruhan Tahun 2013.....	114

INTISARI

EVALUASI PERHITUNGAN NERACA AIR PEMBANGUNAN WADUK PASURUHAN, KABUPATEN MAGELANG, Gideon Budi Kusuma, NPM 13.02.14773, tahun 2016, Bidang Peminatan Keairan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Perencanaan pembangunan Waduk Pasuruhan merupakan upaya pemerintah setempat untuk melakukan konservasi air dengan tetap memanfaatkan air waduk secara optimum. Efektifitas pembangunan Waduk Pasuruhan kemudian dapat diukur dengan melakukan perhitungan neraca air. Berdasarkan perhitungan neraca air didapat nilai ketersediaan air, kebutuhan air, surplus maupun defisit air, volume tampungan efektif waduk, dan perkiraan usia penggunaan waduk.

Pada tugas akhir ini juga dilakukan perhitungan debit banjir Waduk Pasuruhan yang dapat dimanfaatkan untuk perencanaan struktur Waduk Pasuruhan dengan data curhah hujan maksimum pada 13 stasiun hujan terdekat dengan waduk. Untuk perhitungan neraca air, digunakan data – data berupa data debit terukur dari stasiun AWLR terdekat pada daerah perencanaan waduk dan data - data statistik berupa jumlah penduduk, jumlah sekolah, jumlah puskesmas, jumlah rumah sakit, jumlah rumah ibadah, dan luas daerah irigasi. Data debit terukur akan mewakili data ketersediaan air sedangkan data lainnya mewakili kebutuhan air. Data yang digunakan dalam perhitungan neraca air dimulai pada tahun 2002 sampai 2013, kecuali pada tahun 2012 karena tidak terdapat data debit terukur.

Berdasarkan perhitungan diperoleh surplus air terjadi pada tahun 2004 sampai 2011, dan 2013 sedangkan defisit air terjadi pada tahun 2002, 2003, dan 2007, dan didapat nilai surplus air sebesar $51,89 \text{ m}^3/\text{dt}$, yang kemudian akan dimanfaatkan dalam tahun mendatang dengan tingkat kebutuhan air yang telah diproyeksikan. Berdasarkan hasil perhitungan, perkiraan usia penggunaan Waduk Pasuruhan adalah selama 25 tahun. Selain didapat nilai surplus air, selama periode waktu penelitian juga didapat volume tampungan efektif Waduk Pasuruhan sebesar $210.526.315,789 \text{ m}^3$, yang didapatkan berdasarkan perhitungan kurva massa Ripple (1983).

Kata kunci : Waduk Pasuruhan, ketersediaan air, kebutuhan air, neraca air, kurva massa Ripple (1983).