

**ANALISIS IMBANGAN AIR WADUK UNIT METALURGI TIMAH
KECAMATAN MUNTOK**

Tugas Akhir

Dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti ujian sarjana Strata Satu (S-1)

pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Bangka Belitung



Oleh

PANJI TRIMADYA

104 11 11 022

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS IMBANGAN AIR WADUK UNIT METALURGI TIMAH
KECAMATAN MUNTOK**

TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti ujian sarjana Strata Satu (S-1)
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Bangka Belitung

Oleh:

PANJI TRIMADYA

104 1111 022

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



Fadillah Sabri, S.T., M.Eng.

Pembimbing Pendamping



Endang S Hisyam, S.T., M.Eng.

Balunijuk, Agustus 2016

Diketahui dan disahkan Oleh:

A.n.Ketua Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Bangka Belitung

Sekretaris Jurusan



Fery Falarian, S.T., M.T
NIP-198602242012122002

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Panji Trimadya
Tempat/Tanggal Lahir : Mentok, 26 Oktober 1993
Nim : 104 11 11 022
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Imbangan Air Waduk Unit Metalurgi Timah Kecamatan Muntok**” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Balunujuk, Agustus 2016
Yang Membuat Pernyataan



Panji Trimadya
NIM. 104 1111 022



“Salam Satu Raga, Satu Rasa, Satu Jiwa”

“Kebijaksanaan tidak terlahir dari rahim kesombongan namun ia terlahir dari rahim ibu yang rendah hati dan ayah yang penuh akan ilmu pengetahuan ”

(Anonim)

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada :

1. Allah swt. Yang telah memberikan rahmat, kasih sayang-Nya, dan karunia-Nya untukku, senantiasa mendengar doa-doa hambanya yang selalu memohon pada-Nya.
2. Muhammad Rasulullah panutan hidupku. Semoga kami semua dapat mengikuti ajaranmu dan jejak hidupmu.
3. Ibu yang selalu menjadi motivasi hidupku, guru sepanjang zaman, kasihmu tiada tebalas. Semoga kami dapat selalu berbakti kepadamu.
4. Alm ayah yang telah mendahului kami. Cerita kenangan bersamamu adalah hari-hari penuh pembelajaran. Semoga Allah memberikan tempat terindah bagimu.
5. Abangku Randa Nugraha, Pandu Dwistia, dan Adikku Dinda Bella Angsana. Dinamika persaudaraan kita mengajarkan arti dari sebagian kehidupan.
6. Bapak yang telah mendukung berhasilnya studiku.
7. Sahabat-sahabat kuliah angkatan 2011, Parhan, Arif, Bori, Elysa, Fery, Faisyal, Haider, Gunawan, Febry, Septian, Wira, Wakhid, Webby, Ratna, Reni, Vasuan, Reza, Faizi, Dewi, Ewal, suhardi, awaldin, Yeni, Risma, Windra. Dan sahabat sipil lainnya. Kalian Luar BIASA !!!
8. Teman-teman Keluarga Mahasiswa Universitas Bangka Belitung, Terkhusus untuk Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik dan Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik.
9. Almamater kebanggaanku.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul: **“Analisis Imbangan Air Waduk Unit Metalurgi Timah Kecamatan Muntok”**.

Penyusunan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat guna meraih gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
2. Bapak Roby Hambali, S.T.,M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung dan juga Dosen Penguji Utama Tugas Akhir atas bimbingan, pengarahan,nasehat, dan saran serta dukungan yang berarti kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir
3. Bapak Fadillah Sabri, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir atas bimbingan, pengarahan, nasehat, dan saran serta dukungan yang berarti kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Ibu Endang S Hisyam, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Pendamping Tugas Akhir atas bimbingan, pengarahan, nasehat, dan saran serta dukungan yang berarti kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
5. Ibu Yayuk Apriyanti, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Pendamping Tugas Akhir atas bimbingan, pengarahan, nasehat, dan saran serta dukungan yang berarti kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir.

6. Bapak Donny F Manalu, S.T., M.T., Selaku Dosen Pembimbing Akademik atas arahan, nasehat, bimbingan, saran serta dukungan kepada penulis selama menempuh perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung.
8. Unit Metalurgi PT. Timah (Persero), Tbk atas izin penelitian, bimbingan, pengarahan, saran serta dukungan yang berarti kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
9. Ayah (Alm), ibu, Abang, Adik tercinta atas semua kasih sayang, dukungan moral maupun materil serta do'a yang selalu menyertai penulis.
10. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung, yang telah mendukung selama penyusunan Tugas Akhir ini.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari didalam Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan Tugas Akhir ini kedepannya.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapatkan berkah dari Allah SWT. Akhir kata, penulis berharap tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Balunujuk, Agustus 2016

Panji Trimadya

ABSTRACT

Metallurgy Unit Timah district of Muntok Reservoir is a dependent on rain water reservoir belong to Metallurgy Unit PT.Timah.Tbk which using for domestic and metallurgy industry water demand. Phenomenon that occur the reservoir has failed to supply water demand therefore need analysis water availability and water demand in order to know optimum water utilization

Reservoir water availability analysis using NRECA model in form of discharge inflow estimate to reservoir for 10 years (2005-2014). Future reservoir water availability for 10 years (2015-2024) using Markov synthetic streamflow which to be data in Standard Operating Rule (SOR) simulation. SOR simulation be required for knowing optimum reservoir outflow discharge which be used for domestic and industry water demand to another 10 years.

Result of research showing total average inflow discharge to reservoir worth of 1,462 MCM, maximum discharge 0,468 MCM, and minimum 0,004 MCM. Total synthetic average streamflow worth of 1,549 MCM, maximum 0,434 MCM, and minimum 0,004MCM. Water balance in reservoir has surplus worth of 1,101 MCM with average water availability 1,462 MCM, and average water demand 0,360 MCM. Release target 40% with realibility 98% is the optimum release without 3 sequence failed water supply and has surpass estimate water demand from Puslitbang PU Standard.

Keyword : *Reservoir, NRECA model, Markov synthetic streamflow, SOR simulation, domestic and industry water demand.*

ABSTRAK

Waduk Unit Metalurgi Timah Kecamatan Muntok merupakan waduk tadah hujan milik Unit Metalurgi PT.Timah.Tbk yang digunakan untuk kebutuhan air domestik komplek perumahan dan industri metalurgi. Fenomena yang terjadi adalah waduk pernah mengalami kekeringan sehingga dilakukan analisis ketersediaan dan kebutuhan air agar dapat diketahui pemanfaatan air yang optimum.

Analisis ketersediaan air waduk dengan menggunakan model NRECA berupa estimasi aliran air yang masuk ke dalam waduk selama 10 tahun (2005-2014). Ketersediaan air waduk untuk 10 tahun ke depan (2015 – 2024) diperoleh berdasarkan debit bangkitan model Markov yang selanjutnya menjadi data pada simulasi Standard Operating Rule (SOR). Simulasi SOR dilakukan untuk mengetahui debit optimum air waduk yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan domestik perumahan dan industri 10 tahun ke depan.

Hasil penelitian menunjukkan total debit rerata yang masuk ke waduk sebesar 1,462 MCM, debit maksimum sebesar 0,468 MCM, dan debit minimum sebesar 0,004 MCM. Total debit bangkitan rerata sebesar 1,549 MCM, debit maksimum sebesar 0,434 MCM, dan debit minimum sebesar 0,004 MCM. Imbangan air di waduk surplus sebesar 1,101 MCM dengan ketersediaan rata-rata sebesar 1,462 MCM, kebutuhan air total rata-rata sebesar 0,360 MCM. Target pelepasan 40% dengan keandalan 98% merupakan pelepasan optimal dengan tidak ada 3 kali kegagalan berurutan dan telah memenuhi estimasi kebutuhan air berdasarkan standar Puslitbang PU.

Kata Kunci : *Waduk, model NRECA, model Markov, simulasi SOR, kebutuhan air domestik, dan kebutuhan air industri.*

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan.....	iii
Halaman Persembahan	iv
Abstract	v
Abstrak	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Imbangan Air	4
2.2 Simulasi Pemanfaatan Air Waduk	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Siklus Hidrologi	8
3.1.1 Hujan	9
3.1.2 Penguapan	10
3.1.3 Evapotranspirasi (ET)	10
3.1.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi Evapotranspirasi.....	14
3.2 Imbangan Air	15

3.2.1	Imbangan air waduk.....	15
3.2.2	Ketersediaan air.....	16
3.2.1	Kebutuhan air	17
3.3	Waduk	18
3.4	Model NRECA	19
3.5	Volume Potensial Waduk.....	24
3.6	Jumlah Peresapan	24
3.7	Debit Bangkitan Model Markov	25
3.8	Operasi Pelepasan Air Waduk	27
3.9	Analisis Kebutuhan Air Domestik	29
3.10	Analisis Kebutuhan Air Industri	31
BAB IV	METODE PENELITIAN	33
4.1	Lokasi Penelitian.....	33
4.2	Teknik Pengumpulan Data.....	34
4.3	Diagram Alir Penelitian	35
4.4	Pengolahan dan Analisis Data.....	37
4.4.1	Pengolahan data	37
4.4.2	Perhitungan debit	37
4.4.3	Analisis kapasitas tampungan waduk	37
4.4.4	Analisis kebutuhan air domestik dan industri	38
4.4.5	Operasi pelepasan air waduk	38
4.4.6	Analisis pemanfaatan debit optimum air waduk untuk kebutuhan air domestik dan industri	39
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	40
5.1	Pengolahan Data.....	40
5.1.1	Data curah hujan	40
5.1.2	Evaporasi dan evapotranspirasi.....	42
5.1.3	Data karakteristik waduk Unit Metalurgi Timah	45
5.2	Simulasi Aliran dengan Model NRECA	48

5.3	Analisis Debit Bangkitan	52
5.4	Analisis Karakteristik Tampungan Waduk	56
5.5	Analisis Kebutuhan Air Waduk Unit Metalurgi	59
5.5.1	Data jumlah penduduk perumahan Unit Metalurgi Timah	59
5.5.2	Data Jumlah Karyawan Unit Metalurgi Timah.....	61
5.5.3	Analisis kebutuhan air domestik perumahan	62
5.5.4	Analisis kebutuhan air industri Unit Metalurgi.....	63
5.5.5	Kebutuhan air faktual industri Unit Metalurgi Timah	63
5.5	Simulasi Standard Operating Rule (SOR)	64
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	70
6.1	Kesimpulan	70
6.2	Saran.....	70
	DAFTAR PUSTAKA	72
	LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kerapatan jaringan stasiun hujan	9
Tabel 3.2 Nilai β fungsi temperatur	11
Tabel 3.3 Koefisien reduksi evapotranspirasi untuk luas daerah tadah hujan lebih kecil dari 100 Ha.....	20
Tabel 3.4 Contoh himpunan bilangan acak dengan distribusi normal.....	26
Tabel 3.5 Kriteria penentuan kebutuhan air domestik	30
Tabel 3.6 Rencana cakupan pelayanan air bersih perpipaan.....	31
Tabel 3.7 Kriteria kebutuhan atau konsumsi air bersih.....	31
Tabel 4.1 Tabel Data Sekunder	34
Tabel 5.1 Tabel Rekapitulasi curah hujan bulanan tahun 2005-2014.....	41
Tabel 5.2 Tabel Rekapitulasi evaporasi metode Neraca Energi tahun 2005-2007	44
Tabel 5.3 Tabel Rekapitulasi evaporasi terukur tahun 2008-2014	44
Tabel 5.4 Tabel Rekapitulasi evapotranspirasi tahun 2005-2014	45
Tabel 5.5 Tabel Hubungan antara kedalaman, luas genangan, dan volume tampungan waduk.....	47
Tabel 5.6 Tabel Parameter Optimasi pada model NRECA.....	48
Tabel 5.7 Tabel Rekapitulasi ketersediaan air waduk Unit Metalurgi Timah dengan model NRECA (MCM).....	51
Tabel 5.8 Tabel Koefisien limpasan dengan metode Rasional	52
Tabel 5.9 Tabel Rekapitulasi Debit Bangkitan waduk Unit Metalurgi Timah dengan model <i>Markov</i> (MCM).....	54
Tabel 5.10 Tabel Jumlah penduduk perumahan Unit Metalurgi Timah tahun 2010-2014.....	60
Tabel 5.11 Tabel Prediksi jumlah penduduk perumahan Unit Metalurgi Timah untuk 10 tahun ke depan (2015-2024).....	60

Tabel 5.12 Tabel Jumlah karyawan Unit Metalurgi Timah tahun 2010-2014.....	61
Tabel 5.13 Tabel Prediksi jumlah Karyawan Unit Metalurgi Timah untuk 10 tahun ke depan (2015-2024).....	62
Tabel 5.14 Tabel Total kebutuhan air domestik penduduk perumahan Unit Metalurgi Timah Kecamatan Muntok pada tahun 2024.....	62
Tabel 5.15 Tabel Total kebutuhan air industri Unit Metalurgi Timah Kecamatan Muntok pada tahun 2024	63
Tabel 5.16 Tabel Rekapitulasi kebutuhan air faktual Industri Unit Metalurgi Timah Kecamatan Muntok pada tahun 2010 – 2015.....	64
Tabel 5.17 Tabel Keandalan Tampung Waduk Unit Metalurgi Timah selama 10 tahun (2015-2024)	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Siklus hidrologi	8
Gambar 3.2 Skema imbalan air	15
Gambar 3.3 Neraca air waduk.....	16
Gambar 3.4 Skema struktur model NRECA	21
Gambar 3.5 Grafik rasio AET/PET.....	23
Gambar 3.6 Rasio tampungan kelengasan	23
Gambar 3.7 Skema <i>Standard Operating Rule</i>	27
Gambar 4.1 Peta administrasi Kecamatan Muntok.....	33
Gambar 4.2 Lokasi penelitian	34
Gambar 5.1 Grafik Curah Hujan Tahun 2005-2014	41
Gambar 5.2 Peta daerah tangkapan (<i>catchment area</i>) waduk unit metalurgi	46
Gambar 5.3 Peta kontur waduk Unit Metalurgi Timah.....	46
Gambar 5.4 Kontur 3 dimensi waduk Unit Metalurgi Timah.....	47
Gambar 5.5 Grafik perbandingan debit NRECA dan debit bangkitan model <i>Markov</i>	55
Gambar 5.6 Kurva hubungan antara volume terhadap kedalaman waduk.....	57
Gambar 5.7 Kurva hubungan antara kedalaman terhadap volume waduk.....	58
Gambar 5.8 Kurva hubungan antara volume terhadap luas genangan waduk	59
Gambar 5.9 Grafik perubahan tampungan waduk Unit Metalurgi pada <i>release</i> 100% dengan 36 kali kegagalan.	68
Gambar 5.10 Grafik perubahan tampungan waduk Unit Metalurgi pada <i>release</i> 40% dengan 2 kali kegagalan	69
Gambar 5.11 Grafik perubahan tampungan waduk Unit Metalurgi pada <i>release</i> 30% tanpa kegagalan	69

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Data Klimatologi Tahun 2005-2014
- Lampiran B. Data Evaporasi Metode Neraca Energi Tahun 2005-2014
- Lampiran C. Data Evapotranspirasi Metode Penman Tahun 2005-2014
- Lampiran D. Data Estimasi Daerah Tangkapan Hujan dan Aliran Limpasan
Permukaan Waduk Unit Metalurgi Timah dengan Metode *NRECA*
tahun 2005-2014
- Lampiran E. Analisis Debit Bangkitan dengan Model *Markov* pada Waduk Unit
Metalurgi Timah (2015-2024)
- Lampiran F. Analisis Kebutuhan Air dengan Proyeksi Penduduk 10 tahun
Kedepan (2015-2024)
- Lampiran G. Simulasi Standard Operating Rule
- Lampiran H. Lembar Bimbingan