

TESIS

**ANALISIS KAPASITAS WADUK DURIANGKANG DAN
MUKAKUNING DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN
AIR BAKU KOTA BATAM**



NPM : 2017831021

PEMBIMBING: Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph. D.

KO-PEMBIMBING: Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 711/SK/BAN-PT/Akred/M/IV/2019)
BANDUNG
AGUSTUS 2020**

TESIS

**ANALISIS KAPASITAS WADUK DURIANGKANG DAN
MUKAKUNING DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN
AIR BAKU KOTA BATAM**



NPM : 2017831021

PEMBIMBING: Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph. D.

KO-PEMBIMBING: Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 711/SK/BAN-PT/Akred/M/IV/2019)
BANDUNG
AGUSTUS 2020**

TESIS

**ANALISIS KAPASITAS WADUK DURIANGKANG DAN
MUKAKUNING DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN
AIR BAKU KOTA BATAM**



**WILLY
NPM : 2017410089**

BANDUNG, 21 AGUSTUS 2020

PEMBIMBING:

Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph. D.

KO-PEMBIMBING:

Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 711/SK/BAN-PT/Akred/M/IV/2019)
BANDUNG
AGUSTUS 2020**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Willy
NPM : 2017831021
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi^{*)} dengan judul:

Analisis Peran Waduk Duriangkang dan Mukakuning dalam Memenuhi Kebutuhan Air Baku Kota Batam

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing dan ko-pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 2 Agustus 2020



(willy)

*) coret yang tidak perlu

ANALISIS KAPASITAS WADUK DURIANGKANG DAN MUKAKUNING DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BAKU KOTA BATAM

Willy
NPM: 2017831021

Pembimbing: Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph. D.
Ko-Pembimbing: Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 711/SK/BAN-PT/Akred/M/IV/2019)
BANDUNG
AGUSTUS 2020

ABSTRAK

Kota Batam adalah pusat perekonomian Kepulauan Riau dengan jumlah penduduk tahun 2025 diprediksi mencapai 1,8 juta jiwa. Untuk mendukung proses pembangunan Kota Batam, diperlukan pasokan air baku yang dapat diandalkan. Waduk Mukakuning dan Duriangkang yang terhubung secara cascade merupakan penyumbang air baku terbesar di Kota Batam saat ini. Studi ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas dari kedua waduk dalam memenuhi kebutuhan air baku saat ini dan di masa yang akan datang. Debit pada DAS dihitung menggunakan model HEC-HMS harian dengan kalibrasi terhadap elevasi muka air Waduk Duriangkang. Debit rata-rata yang dapat dimanfaatkan adalah $4,46 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit andal 95% $0,71 \text{ m}^3/\text{s}$. Tampungannya pada Waduk Mukakuning dan Duriangkang adalah 6,3 dan 106,1 juta m^3 . Tampungannya tersebut setara dengan 39% dan 77% dari volume limpasan masing-masing DAS, mengklasifikasikan kedua waduk dalam kategori *multi-year*. Debit yang dapat dimanfaatkan dari kedua waduk adalah sebesar $3,24 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan keandalan 100%, 130 l/s lebih dari kapasitas yang ada saat ini. Luasnya area genangan mengakibatkan volume kehilangan air didominasi oleh evaporasi yang mencapai 32,6 juta m^3/tahun sementara air yang limpas hanya 8,3 juta m^3/tahun . Pada keandalan 95%, kedua waduk sudah mendekati kapasitas maksimum pada debit supply $4,03 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan debit air yang limpas hanya 0,4 juta m^3/tahun . Upaya meningkatkan kapasitas dengan meningkatkan muka air normal kurang efektif dan mengakibatkan bendungan *overtopping* dalam kondisi banjir PMF. Peningkatan kapasitas lebih efektif dapat diperoleh dengan perubahan pola operasi. Apabila waduk dalam kondisi kering, digambarkan dengan parameter SPI yang diprediksi, supply air dibatasi agar debit dapat dimanfaatkan dalam jangka waktu lebih panjang. Pola operasi berdasarkan prediksi SPI dapat meningkatkan supply menjadi $3,55 \text{ m}^3/\text{s}$ (100%) atau $4,09 \text{ m}^3/\text{s}$ (95%) serta mengurangi kegagalan pada periode kering.

Kata Kunci: Supply Air, Simulasi Waduk, Kekeringan

ANALYSIS OF DURIANGKANG AND MUKAKUNING RESERVOIR'S CAPACITY IN BATAM CITY RAW WATER SUPPLY

Willy
NPM: 2017831021

Advisor: Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph. D.
Co-Advisor: Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 711/SK/BAN-PT/Akred/M/IV/2019)

BANDUNG
AUGUST 2020

ABSTRACT

Batam City is the economic center of Riau Province with a predicted population of 1.4 million people in 2020. To support economic development, Batam City needs a reliable supply of raw water. Mukakuning and Duriangkang reservoirs, which are cascade reservoirs, are the largest contributors to raw water supply in Batam City. This study aims to determine the maximum capacity of the two reservoirs to meet current and future raw water demand. Discharge in the watershed is calculated using daily HEC-HMS model calibrated using Duriangkang Reservoir water level data. The average discharge that can be utilized is 4.46 m³/s and a reliable discharge of 95% 0.71 m³/s. The storage of Mukakuning and Duriangkang Reservoir are 6.3 and 106.1 million m³ respectively, equivalent to 39% and 77% of the runoff volume of each watershed, classifying the two reservoirs in the multi-year category. Using current operation, the two reservoirs can supply up to 3.24 m³/s with 100% reliability, 130 l/s more than existing capacity. The water loss is dominated by evaporation which reaches 32.6 million m³/year while spilled water is only 8.3 million m³/year. At 95% reliability, the reservoirs are almost at maximum capacity and able to supply 4.03 m³/s of raw water with the spilled water is only 0.4 million m³/year. Efforts to increase capacity by increasing normal water levels are not effective and lead to dam overtopping in PMF condition. More effective capacity building can be obtained by changing operating patterns. If the reservoir is in dry condition, determined by predicted SPI, the water supply is limited so that the discharge can be utilized for a longer period. The operating pattern based on SPI predictions can increase supply to 3.55 m³/s (100%) or 4.09 m³/s (95%) and reduce failures in the dry period.

Keywords: Water Supply, Reservoir Simulation, Drought

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas kasih karunia, berkat, rahmat, dan pimpinan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul *Analisis Kapasitas Waduk Duriangkang dan Mukakuning Dalam Memenuhi Kebutuhan Air Baku Kota Batam*. Tesis ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Magister Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan draft tesis ini tidak sedikit hambatan yang dihadapi, akan tetapi berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berberbagai pihak, tesis ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D. selaku dosen pembimbing dan Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng. selaku dosen ko-pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dan dengan sabar memberikan pengarahan, bimbingan, ilmu, serta dorongan selama penyusunan tesis ini. Selama penyusunan tesis ini, wawasan dan keilmuan penulis menjadi bertambah dan memahami banyak hal baru.
2. Dr. Ir. Wanny K. Adidarma, Dipl. H., M.Sc. dan Doddi Yudianto, Ph.D. selaku komite tesis yang telah memberi masukan-masukan selama penulisan tesis dan membagikan ilmu selama masa perkuliahan.
3. Seluruh staf dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
4. Papa dan Mama yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat kepada penulis.

Bandung, 2 Agustus 2020

Willy
2017831021

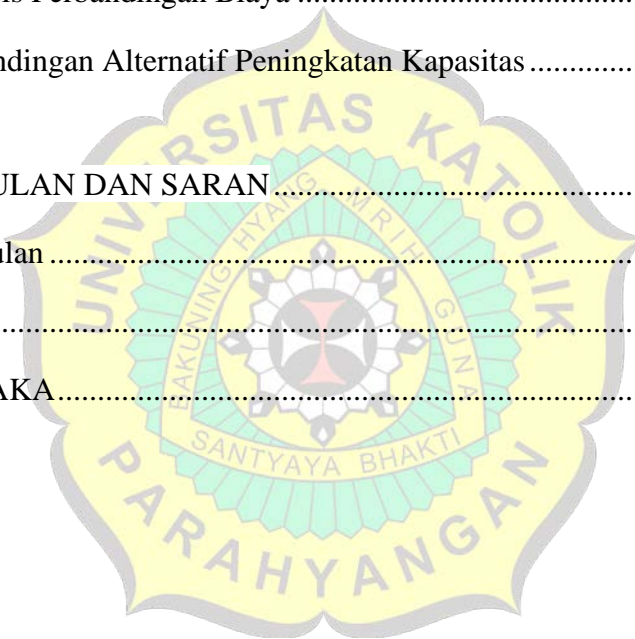
DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Tujuan Penelitian	1-2
1.3 Metode Penelitian	1-2
1.4 Sistematika Penulisan	1-5
BAB 2 Tinjauan Pustaka	2-1
2.1 Gambaran Umum Kota Batam	2-1
2.1.1 Pertumbuhan Penduduk Kota Batam	2-1
2.1.2 Kebutuhan Air Kota Batam	2-2
2.2 Ketersediaan Air Kota Batam	2-3
2.3 Masalah dalam penyediaan air baku di Indonesia	2-4
2.4 Analisis Data Hujan	2-6
2.4.1 Pengecekan Data Curah Hujan	2-6
2.4.2 Data Hujan TRMM	2-7
2.5 Analisis Debit Sintetik	2-8

2.5.1	Model NRECA	2-8
2.5.2	Model Debit Kontinu HEC-HMS.....	2-8
2.6	Operasi Waduk	2-9
2.5.1	Operasi Waduk Secara Cascade	2-9
2.5.1	Operasi Waduk Dengan Pengaruh Perubahan Iklim	2-10
2.5.1	Optimasi Operasi Waduk.....	2-10
2.7	Perhitungan Debit Banjir	2-11
2.7.1	Metodologi Perhitungan Debit Banjir	2-11
2.7.1	Standar Klasifikasi Keamanan Bendungan	2-14
BAB 3 KONDISI DAERAH STUDI DAN KETERSEDIAAN DATA		3-1
3.1	Gambaran Umum Lokasi Studi	3-1
3.1.1	Batas DAS Duriangkang dan Mukakuning	3-3
3.1.2	Kondisi Tangkapan DAS Duriangkang dan Mukakuning.....	3-4
3.2	Data Iklim dan Curah Hujan.....	3-8
3.2.1	Data Iklim.....	3-8
3.2.1	Data Pos Hujan.....	3-10
3.2.1	Data Hujan TRMM.....	3-10
3.3	Data Waduk Duriangkang dan Mukakuning	3-11
3.4.1	Data Teknis.....	3-11
3.4.2	Data Kurva Tampungan Waduk.....	3-14
3.4.3	Data Pengamatan Elevasi Muka Air Waduk Duriangkang	3-16
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		4-1
4.1	Analisis Data Hujan dan Potensi Evapotranspirasi.....	4-1

4.1.1	Analisis Data Hujan Kontinu	4-1
4.1.2	Data Hujan Kontinu yang Digunakan	4-3
4.1.3	Analisis Data Hujan Harian Maksimum	4-6
4.1.4	Potensi Evapotranspirasi	4-7
4.2	Analisis Ketersediaan Air	4-7
4.2.1.	Kalibrasi Model HEC-HMS	4-10
4.2.2.	Verifikasi Model HEC-HMS	4-11
4.2.3	Debit Andalan DAS Duriangkang dan DAS Mukakuning	4-12
4.3	Analisis Kekeringan	4-13
4.4	Kondisi Supply Air Eksisting	4-16
4.5	Kapasitas Supply Maksimum Kedua Waduk Saat Ini	4-17
4.6	Upaya Meningkatkan Kapasitas Supply Kedua Waduk dengan Meningkatkan Kapasitas Tampungan Waduk	4-20
4.6.1	Simulasi Waduk dengan MAN Waduk Duriangkang Ditingkatkan 1 m	4-20
4.6.2	Simulasi Waduk dengan MAN Waduk Mukakuning Ditingkatkan 1 m	4-22
4.6.3	Simulasi Waduk dengan MAN Kedua Waduk Ditingkatkan 1 m	4-24
4.7	Upaya Meningkatkan Kapasitas Waduk Duriangkang dan Mukakuning dengan Operasi Waduk Duriangkang dan Mukakuning Menggunakan Pompa ..	4-27
4.8	Pola Operasi Waduk Berdasarkan Elevasi Muka Air Waduk	4-29
4.9	Pola Operasi Waduk Berdasarkan Prediksi Kekeringan	4-31
4.9.1	Prediksi Kekeringan	4-32
4.9.2	Simulasi Waduk dengan Dasar Operasi Prediksi Kekeringan	4-33
4.10	Tinjauan Kondisi Keamanan Bendungan dari Debit Banjir	4-36

4.10.1	Kalibrasi dan Verifikasi Parameter Debit Banjir	4-37
4.10.2	Analisis Hujan Rencana	4-39
4.10.3	Analisis Debit Banjir dan Penelusuran Banjir di Waduk.....	4-45
4.10.4	Analisis Tinggi Jagaan.....	4-48
4.10.5	Penelusuran Banjir dengan Muka Air Normal Ditingkatkan.....	4-50
4.10.6	Pengaruh Perubahan Pola Operasi Terhadap Kondisi Banjir	4-55
4.10.7	Solusi Masalah Keamanan Bendungan Duriangkang	4-56
4.11	Analisis Perbandingan Biaya	4-58
4.12	Perbandingan Alternatif Peningkatan Kapasitas	4-62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir.....	1-4
Gambar 2.1	Diagram Alir Perhitungan Debit Banjir Dengan Kalibrasi (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)	2-13
Gambar 3.1	Peta DAS di Kabupaten Batam (BP DAS Kepri, 2016)	3-1
Gambar 3.2	Waduk di Pulau Batam (ATB, 2017)	3-2
Gambar 3.3	DAS Duriangkang dan Mukakuning.....	3-4
Gambar 3.4	Peta Topografi DAS Mukakuning dan Duriangkang	3-5
Gambar 3.5	Perubahan Tata Guna Lahan DAS Mukakuning dan Duriangkang	3-6
Gambar 3.6	Data Temperatur Udara.....	3-9
Gambar 3.7	Data Kelembaban Udara dan Kecepatan Angin.....	3-9
Gambar 3.8	Data Sinar Matahari dan Radiasi.....	3-9
Gambar 3.9	Data Hujan Harian Pos Hujan Hang Nadim dan Duriangkang.....	3-10
Gambar 3.10	Data Hujan Harian TRMM	3-11
Gambar 3.11	Bathimetri Waduk Duriangkang	3-14
Gambar 3.12	Kurva Elevasi-Luas-Volume Waduk Mukakuning.....	3-15
Gambar 3.13	Kurva Elevasi-Luas-Volume Waduk Duriangkang	3-15
Gambar 3.14	Elevasi Muka Air Bulanan Waduk Duriangkang.....	3-16
Gambar 3.15	Pencatatan Elevasi Muka Air Waduk Duriangkang.....	3-16
Gambar 4.1	Perbandingan Data Hujan Harian.....	4-2
Gambar 4.2	Perbandingan Data Hujan Bulanan	4-2
Gambar 4.3	Perbandingan Data Hujan Tahunan.....	4-3
Gambar 4.4	Hujan Harian Terkoreksi.....	4-4
Gambar 4.5	Hujan Bulanan Terkoreksi	4-4
Gambar 4.6	Hujan Tahunan Terkoreksi.....	4-4
Gambar 4.7	Pola Hujan Bulanan.....	4-5
Gambar 4.8	Bentang Hujan Bulanan	4-5
Gambar 4.9	Hujan Harian Maksimum Tahunan	4-6
Gambar 4.10	Potensi Evapotranspirasi Bulanan.....	4-7

Gambar 4.11 Skema Model Neraca Air	4-8
Gambar 4.12 Skema Model HEC-HMS	4-9
Gambar 4.13 Elevasi Muka Air Waduk Duriangkang Hasil Simulasi HEC-HMS dan Pengamatan.....	4-10
Gambar 4.14 Elevasi Muka Air Waduk Duriangkang Hasil Simulasi HEC-HMS dan Pengamatan.....	4-11
Gambar 4.15 Kurva Debit Andal DAS Mukakuning (kiri) dan Duriangkang (kanan)	4-12
Gambar 4.16 Nilai SPI	4-14
Gambar 4.17 Perbandingan SPI-12 dan Elevasi Muka Air Bendungan Duriangkang (Simulasi Kalibrasi).....	4-15
Gambar 4.18 Hasil Simulasi Kondisi Eksisting (100%)	4-18
Gambar 4.19 Hasil Simulasi Kondisi Eksisting (95%)	4-19
Gambar 4.20 Hasil Simulasi Dengan MAN Duriangkang +8,5 m (95%).....	4-21
Gambar 4.21 Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting dan Dengan MAN Duriangkang +8,5 m.....	4-21
Gambar 4.22 Hasil Simulasi Dengan MAN Mukakuning +26 m (100%)	4-23
Gambar 4.23 Hasil Simulasi Dengan MAN Mukakuning +26 m (95%)	4-23
Gambar 4.24 Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting dan Dengan MAN Mukakuning +26 m.....	4-24
Gambar 4.25 Hasil Simulasi Dengan MAN Mukakuning +26 m, MAN Duriangkang +8,5 m (100%).....	4-25
Gambar 4.26 Hasil Simulasi Dengan MAN Mukakuning +26 m, MAN Duriangkang +8,5 m (95%).....	4-26
Gambar 4.27 Perbandingan Hasil Simulasi Eksisting dan Dengan MAN Mukakuning +26 m, MAN Duriangkang +8,5 m	4-26
Gambar 4.28 Elevasi Muka Air dan Debit Pompa (100%)	4-28
Gambar 4.29 Debit Supply Kondisi Eksisting dan Dengan Pompa	4-28
Gambar 4.30 Simulasi Dengan Pola Berdasarkan Elevasi Muka Air (100%)	4-30
Gambar 4.31 Simulasi Dengan Pola Berdasarkan Elevasi Muka Air (95%)	4-31

Gambar 4.32 Hasil Prediksi Nilai SPI.....	4-33
Gambar 4.33 Pembatasan Debit Berdasarkan SPI (100%)	4-34
Gambar 4.34 Hasil Simulasi Dengan Pola Berdasarkan SPI (100%)	4-34
Gambar 4.35 Pembatasan Debit Berdasarkan SPI (95%)	4-35
Gambar 4.36 Hasil Simulasi Dengan Pola Berdasarkan SPI (95%)	4-36
Gambar 4.37 Data Pencatatan Hujan dan Elevasi Muka Air Harian	4-37
Gambar 4.38 Kalibrasi Model Debit Banjir	4-38
Gambar 4.39 Verifikasi Model Debit Banjir.....	4-39
Gambar 4.40 Hujan Harian Maksimum dan Hujan Rencana.....	4-40
Gambar 4.41 Peta Isohit PMP (PT. Caturbina Guna Persada dan Balai Bendungan, 2011)	4-42
Gambar 4.42 Persentase Kumulatif Hujan 3-jaman TRMM	4-44
Gambar 4.43 Distribusi Hujan SCS-1	4-45
Gambar 4.44 Debit Banjir dan Hasil Penelusuran Banjir Bendungan Mukakuning Kondisi Eksisting	4-47
Gambar 4.45 Debit Banjir dan Hasil Penelusuran Banjir Bendungan Duriangkang Kondisi Eksisting	4-48
Gambar 4.46 Debit Banjir dan Hasil Penelusuran Banjir Bendungan Duriangkang Skenario 1	4-51
Gambar 4.47 Debit Banjir dan Hasil Penelusuran Banjir Bendungan Mukakuning Skenario 2	4-52
Gambar 4.48 Debit Banjir dan Hasil Penelusuran Banjir Bendungan Mukakuning Skenario 3	4-53
Gambar 4.49 Debit Banjir dan Hasil Penelusuran Banjir Bendungan Duriangkang Skenario 3	4-54
Gambar 4.50 Hujan Bulanan.....	4-56
Gambar 4.51 Elevasi Muka Air Bendungan Duriangkang Hasil Simulasi Eksisting dan Peristiwa Hujan Besar	4-57
Gambar 4.52 Elevasi Muka Air Bendungan Duriangkang Hasil Simulasi Dengan Pola Berdasarkan MAW dan Peristiwa Hujan Besar	4-58

Gambar 4.53 Elevasi Muka Air Bendungan Duriangkang Hasil Simulasi Dengan Pola Berdasarkan SPI dan Peristiwa Hujan Besar 4-58

Gambar 4.54 Dimensi Parapet pada berbagai skenario 4-59

Gambar 4.55 Tinggi Efektif dan Energi Pompa 4-61



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Prediksi Jumlah Penduduk Kota Batam	2-2
Tabel 2.2 Prediksi Kebutuhan Air Kota Batam	2-2
Tabel 2.3 Metode Perhitungan Debit Banjir pada Berbagai Kondisi.....	2-12
Tabel 3.1 Infrastruktur Waduk di Kota Batam.....	3-3
Tabel 3.2 Data Teknis Bendungan Duriangkang dan Mukakuning	3-12
Tabel 4.1 Debit Andal DAS Duriangkang dan Mukakuning.....	4-13
Tabel 4.2 Kapasitas Eksisting Bendungan Duriangkang dan Mukakuning	4-17
Tabel 4.3 Skenario Pemompaan.....	4-27
Tabel 4.4 Pengambilan Debit Berdasarkan Elevasi Muka Air (100%)	4-29
Tabel 4.5 Pengambilan Debit Berdasarkan Elevasi Muka Air (95%)	4-31
Tabel 4.6 Faktor Pengali Prediksi SPI	4-32
Tabel 4.7 Pengambilan Debit Berdasarkan Nilai SPI (100%)	4-33
Tabel 4.8 Pengambilan Debit Berdasarkan Nilai SPI (95%)	4-35
Tabel 4.9 Parameter Model Debit Banjir Hasil Kalibrasi	4-38
Tabel 4.10 Hasil Analisis Frekuensi	4-40
Tabel 4.11 Perhitungan PMP Metode Hershfield	4-41
Tabel 4.12 Reduksi Hujan Rencana Metode Modified Bell	4-43
Tabel 4.13 Rangkuman Hasil Penelusuran Banjir Bendungan Mukakuning Kondisi Eksisting.....	4-46
Tabel 4.14 Rangkuman Hasil Penelusuran Banjir Bendungan Duriangkang Kondisi Eksisting.....	4-46
Tabel 4.15 Perhitungan Tinggi Jagaan Bendungan Mukakuning	4-49
Tabel 4.16 Perhitungan Tinggi Jagaan Bendungan Duriangkang.....	4-49
Tabel 4.17 Tinggi Jagaan Bendungan Duriangkang dan Mukakuning Kondisi Eksisting	4-50
Tabel 4.18 Tinggi Jagaan Bendungan Mukakuning dengan Peningkatan MAN.....	4-54
Tabel 4.19 Tinggi Jagaan Bendungan Duriangkang dengan Peningkatan MAN	4-55
Tabel 4.20 Perhitungan RAB Pembuatan Parapet	4-60

Tabel 4.21 Perbandingan Biaya Masing-masing Alternatif 4-62
Tabel 4.22 Perbandingan Alternatif Peningkatan Debit Supply 4-64



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah salah satu sumber daya paling signifikan dalam pembangunan sosial, ekonomi dan lingkungan suatu negara, tetapi juga memiliki ancaman yang disebabkan oleh ketidakseimbangan distribusi air di dunia (Hadjigeorgalis, 2009). Tingkat pertumbuhan populasi dan keterbatasan sumber daya air yang tersedia menjadi faktor tantangan dalam mengatasi kemungkinan banjir dan kelangkaan air di tahun-tahun mendatang. Untuk menyeimbangkan kembali dan memanfaatkan sepenuhnya potensi sumber daya air, banyak negara melakukan upaya besar membangun bendungan untuk mengendalikan banjir dan menjamin pasokan air baku. Pada tahun 2000, lebih dari 45.000 bendungan besar di lebih dari 140 negara di dunia (World Commission of Dams, 2000). Sampai tahun 2016, Indonesia sudah memiliki 65 bendungan besar dan 1332 embung (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016).

Kota Batam sebagai pusat perekonomian Kepulauan Riau memerlukan pasokan air baku untuk mendukung proses pengembangan dan pembangunan. Pulau Batam saat ini memiliki lima waduk sebagai penampung air hujan yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air baku Kota Batam. Kelima waduk tersebut adalah Waduk Sei Harapan, Waduk Nongsa, Waduk Ladi, Waduk Mukakuning dan Waduk Duriangkang. Dua waduk yang berperan penting dalam penyediaan air bersih di Kota Batam adalah Waduk Mukakuning dan Duriangkang. Kedua waduk berada dalam satu Daerah Aliran Sungai, dimana Waduk Mukakuning berada di hulu Waduk Duriangkang dan membentuk sistem bendungan cascade. Dengan volume tampungan efektif 107 juta m³, Waduk Duriangkang dibangun tahun 1992 dan selesai tahun 1995, dan merupakan bendungan muara pertama di Indonesia. Waduk Mukakuning dibangun tahun 1990 dan memiliki volume tampungan efektif 7,5 juta m³. Kedua Bendungan berfungsi memenuhi kebutuhan air dengan kapasitas 2.500 l/s dari Waduk Duriangkang dan 600 l/s dari Waduk Mukakuning.

Permasalahan dalam penyediaan air baku sudah muncul di Kota Batam. Peristiwa kekeringan pernah melanda Kota Batam pada tahun 2015 mengakibatkan pasokan air baku pada periode tersebut terganggu. Di samping itu, penduduk Kota Batam diprediksi mencapai 1,8 juta jiwa pada tahun 2025 dan masih mengalami peningkatan (Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Riau, 2017). Kota Batam juga mulai diarahkan menjadi kota pariwisata yang memerlukan pasokan air yang stabil. Kebutuhan air baku Kota Batam sendiri diprediksi mencapai angka 6.630,29 l/s pada tahun 2025 (Wahyuni dan Juniato, 2017). Oleh karena itu, diperlukan kajian mengenai kemampuan Waduk Duriangkang dan Mukakuning untuk memenuhi kebutuhan air baku Kota Batam.

1.2 Tujuan Penelitian

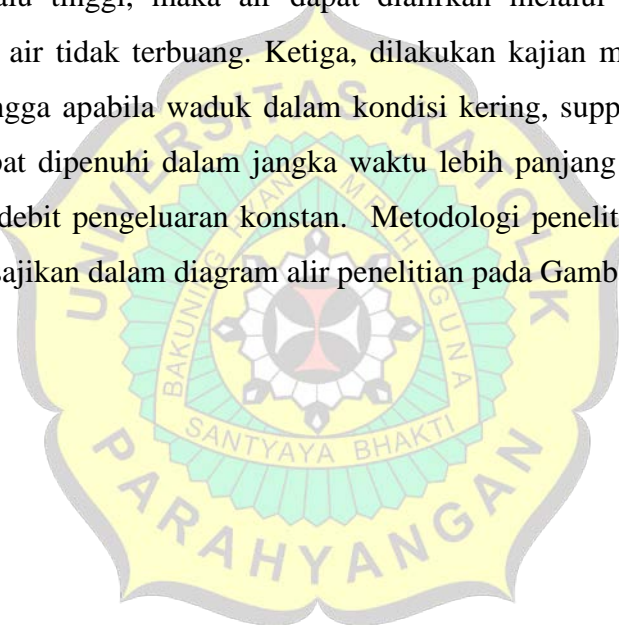
Seiring pertumbuhan penduduk Kota Batam, kebutuhan air di Kota Batam juga mengalami peningkatan. Studi ini mengkaji peran dari Waduk Mukakuning dan Duriangkang dalam memenuhi kebutuhan air di masa yang akan datang. Dalam kajian ini akan dibahas beberapa upaya untuk meningkatkan debit air baku berupa meningkatkan kapasitas tampungan waduk, penggunaan pompa, serta perubahan pola operasi pada kedua waduk.

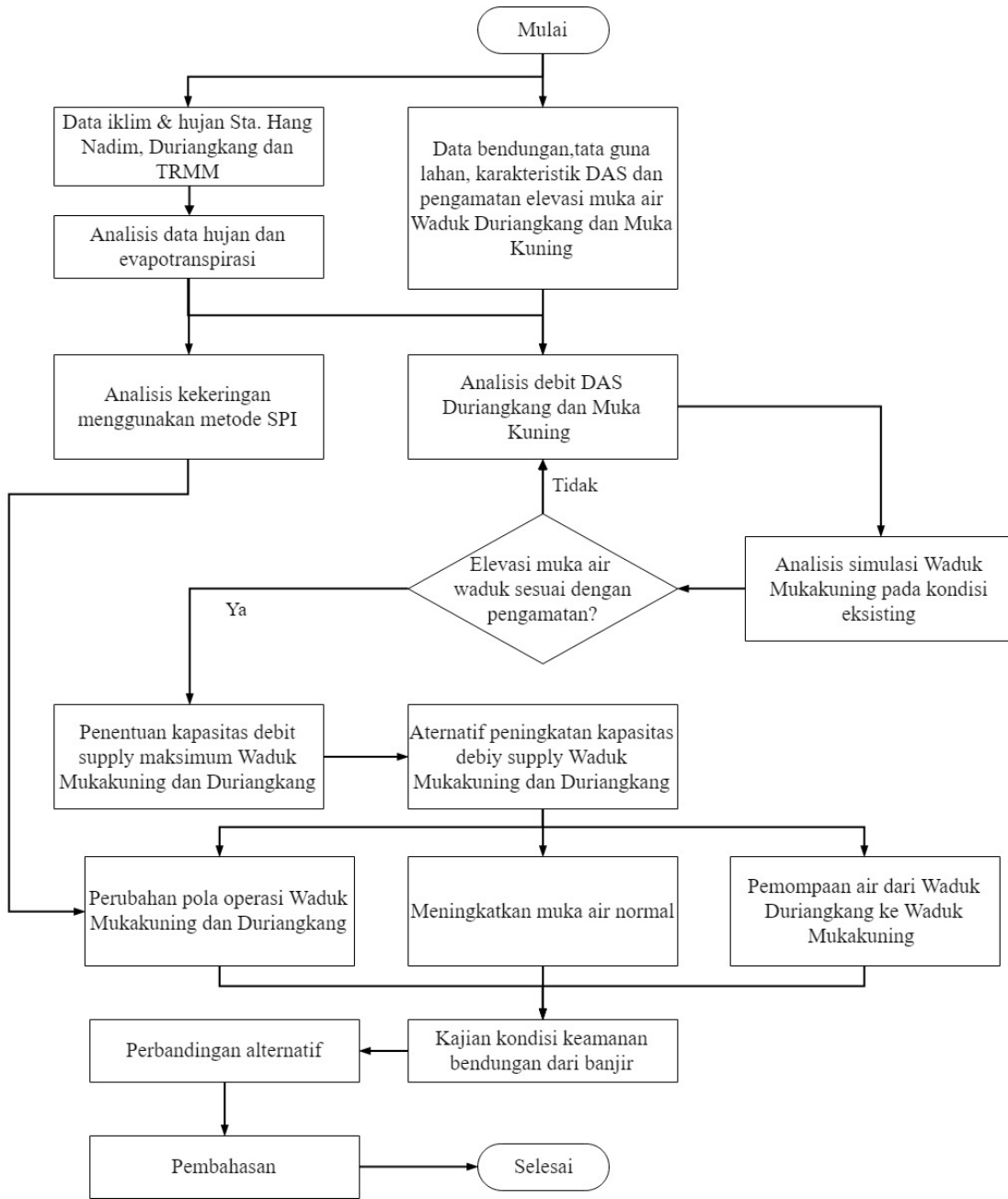
1.3 Metode Penelitian

Pertumbuhan penduduk serta perkembangan ekonomi di Kota Batam memerlukan dukungan berupa supply air yang stabil. Untuk menjamin ketersediaan air, dibangunlah infrastruktur bendungan. Studi ini meninjau kontribusi dari Waduk Mukakuning dan Waduk Duriangkang, yang memiliki kontribusi debit air baku terbesar di Kota Batam. Dalam meningkatkan ketersediaan air di masa yang akan datang, diperlukan pemeriksaan terhadap kapasitas supply maksimum dari Waduk Mukakuning dan Duriangkang serta upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kapasitas supply.

Penelitian dimulai dengan pengumpulan data hujan, data DAS, dan data bendungan serta melakukan tinjauan pustaka. Menggunakan data hujan, data DAS dan data bendungan, dapat dilakukan analisis keseimbangan air pada DAS Duriangkang

yang dikalibrasi dengan data elevasi muka air pengamatan. Hasil analisis tersebut dapat digunakan untuk mengetahui kapasitas maksimum dari Waduk Mukakuning dan Duriangkang dalam memenuhi kebutuhan air baku Kota Batam di masa yang akan datang. Kemudian dilakukan kajian menggunakan tiga alternatif untuk meningkatkan kapasitas kedua waduk. Pertama, dikaji peningkatan supply yang diperoleh dengan meningkatkan kapasitas tampungan waduk. Peningkatan kapasitas tampungan waduk dapat dilaksanakan dengan menutup pelimpah dengan pintu sehingga muka air normal bendungan meningkat. Kedua, dilakukan kajian apabila operasi Waduk Duriangkang dan Mukakuning secara terintegrasi dimana apabila muka air pada Waduk Duriangkang terlalu tinggi, maka air dapat dialirkan melalui pompa ke Waduk Mukakuning agar air tidak terbuang. Ketiga, dilakukan kajian mengenai perubahan pola operasi sehingga apabila waduk dalam kondisi kering, supply air dibatasi agar kebutuhan air dapat dipenuhi dalam jangka waktu lebih panjang dibandingkan pola sekarang dimana debit pengeluaran konstan. Metodologi penelitian yang dilakukan dalam studi ini disajikan dalam diagram alir penelitian pada Gambar 1.1.





Gambar 1.1 Diagram Alir

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis ini dibagi menjadi lima bab, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam Bab 1 dibahas latar belakang, tujuan penelitian, metodologi penelitian, kerangka pikir, diagram alir dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Bab 2 dibahas studi literatur, diantaranya mengenai pertumbuhan penduduk dan peningkatan kebutuhan air Kota Batam, analisis data hujan, penyediaan air baku, operasi waduk dan perhitungan debit banjir.

BAB 3 KETESERSEDIAAN DATA

Dalam Bab 3 dibahas lokasi daerah studi, karakteristik DAS, tata guna lahan, data kependudukan dan kebutuhan air Kota Batam, data hujan, serta data Waduk Duriangkang dan Mukakuning termasuk data pengamatan elevasi muka air.

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam Bab 4 dibahas hasil analisis berupa analisis data hujan, potensi evapotranspirasi, ketersediaan air, simulasi waduk pada kondisi sekarang, yang akan datang serta upaya meningkatkan debit air baku yang dapat dimanfaatkan dari Waduk Mukakuning dan Duriangkang dan pembahasan dari hasil analisis yang diperoleh.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam Bab 5 dibahas kesimpulan dan saran yang diperoleh dari kajian ini.

