

SKRIPSI

**STUDI PEMODELAN KUALITAS AIR KALI
SURABAYA**



**DIONISIUS PUTRA A.
NPM: 2014410077**

PEMBIMBING: Doddi Yudianto, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi SK BAN-PT No:227/SK/BAN_PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG**

SKRIPSI

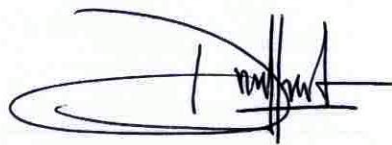
**STUDI PEMODELAN KUALITAS AIR KALI
SURABAYA**



**DIONISIUS PUTRA A.
NPM: 2014410077**

BANDUNG, 5 JANUARI 2018

PEMBIMBING:



Doddi Yudianto, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi SK BAN-PT No:227/SK/BAN_PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama Lengkap : Dionisius Putra Ardianto

NPM : 2014410077

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : “**STUDI PEMODELAN KUALITAS AIR KALI SURABAYA**” adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 5 Januari 2018



Dionisius Putra Ardianto

2014410077

STUDI PEMODELAN KUALITAS AIR KALI SURABAYA

Dionisius Putra Ardianto
NPM: 2014410077

Pembimbing: Doddi Yudianto, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017

ABSTRAK

Kali Surabaya merupakan salah satu sumber air penting bagi kelangsungan hidup masyarakat Surabaya dan sekitarnya. Kali Surabaya digunakan sebagai sumber penyediaan air minum, pertanian, perikanan, perindustrian, dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Kali Surabaya ditetapkan sebagai badan air golongan B atau sama dengan kelas I sesuai Perda Jatim Nomor 2 tahun 2008. Tetapi dalam kenyataan, kualitas air Kali Surabaya tidak memenuhi kelas I akibat adanya pencemaran di sepanjang aliran sungai. Untuk itu, dilakukan kajian untuk mengetahui beban pencemaran yang masuk ke Kali Surabaya. Kajian dilakukan dengan meninjau parameter DO dan BOD menggunakan model HEC-RAS versi 4.1. Kajian dilakukan dengan masukan limbah berupa anak sungai, saluran, dan limbah industri. Hasil analisis menunjukkan Kali Surabaya pada tahun 2003-2006 mengalami pencemaran yang lebih berat dibanding tahun 2007. Untuk memperbaiki kualitas air Kali Surabaya, diperlukan adanya pembangunan/pembuatan IPAL di tiap keluaran limbah industri dan perbaikan kondisi kualitas air di bagian hulu.

Kata Kunci : Kali Surabaya, HEC-RAS, IPAL, Perbaikan Kondisi Hulu

STUDY OF WATER QUALITY MODELLING ON SURABAYA RIVER

Dionisius Putra Ardianto

NPM: 2014410077

Advisor: Doddi Yudianto, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING**

(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNI 2017

ABSTRACT

Surabaya River is one of the most important water resources for Surabaya City in order to maintain their life. Surabaya River is used for drinking, fishery, industrial and domestic purposes. Surabaya River is decided as class B / class I water resources according to Perda Jatim Nomor 2 tahun 2008. In fact, Surabaya River water quality doesn't meet the water quality standard of class I because of pollution along the river stream. For that, this study is conducted to determine the pollution load into Surabaya River. This study is conducted by considering DO and BOD parameters using HEC-RAS 4.1 version. The source of pollution in this study is creeks, canals and industrial wastewater. The result of the analysis shows that water quality in Surabaya River in 2003 – 2006 had more severe pollution compared to 2007. To improve the water quality of Surabaya River, every industry have to build WTP in its waste outlet and improve the water quality condition in upstream.

Keywords : Surabaya River, HEC-RAS, WTP, Upstream Condition Improvement

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Pemodelan Kualitas Air Kali Surabaya”. Skripsi merupakan salah satu persyaratan akademik terakhir dalam menyelesaikan studi tingkat S1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan dan dapat dilakukan apabila sudah menempuh 120 sks.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mengalami berbagai macam kendala, namun dengan adanya saran dan kritik laporan ini dapat diselesaikan dengan baik, maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Doddi Yudianto, Ph.D., selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran, ilmu, data dan revisi selama penulis mengerjakan dan menyusun skripsi.
2. Orangtua serta saudara-saudara yang sudah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis selama mengerjakan skripsi.
3. Prof. Robertus Wahyudi Triweko, Ph.D, Bambang Adi Riyanto, Ir., M.Eng., Salahudin Gozali, Ph.D., F. Yiniarti Eka Kumala, Ir., Dipl. HE., Steven Reinaldo Rusli, S.T., M.T., M.Sc., Obaja Triputera Wijaya, S.T., M.T., M.Sc., Finna Fitriana, S.T. selaku dosen Komunitas Bidang Ilmu Teknik Sumber Daya Air yang telah memberikan saran dan kritik selama penulis menyusun skripsi.
4. Randy Rivaldi, S.T. dan Malvin Marlim, S.T. yang telah membantu dalam pengerjaan dan penulisan skripsi.

5. Caesar Valentino, Jassynda Mutiara, dan Steven Marsim selaku teman – teman seperjuangan KBI Teknik Sumber Daya Air yang telah memberikan dukungan serta membantu dalam penulisan skripsi.
6. Angkatan 2014 yang telah mendukung penulis dalam mengerjakan skripsi, baik secara langsung maupun tidak langsung.
7. Pihak-pihak lain yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, akan tetapi besar harapan penulis agar skripsi ini dapat berguna bagi pembaca. Akhir kata penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan didalamnya.

Bandung, 5 Januari 2018



Dionisius Putra Ardianto

2014410077

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Inti Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 DASAR TEORI.....	6
2.1 Parameter Kualitas Air.....	6
2.2 Standar dan Kualitas Air.....	8
2.3 Teori Model Kualitas Air.....	8

2.3.1	Koefisien Manning.....	9
2.3.2	Metode Streeter and Phelps.....	9
2.4	Metode Komputasi	11
2.5	Metode Neraca Massa	12
BAB 3	KETERSEDIAAN DATA	14
3.1	Kali Surabaya	14
3.2	Data Hidraulik Kali Surabaya	15
3.2.1	Data Penampang Kali Surabaya.....	15
3.2.2	Data Debit Kali Surabaya.....	16
3.3	Data Kualitas Air Kali Surabaya.....	18
3.4	Data Debit Sumber Pencemar	20
3.5	Data Kualitas Air Sumber Pencemar	23
BAB 4	ANALISIS DATA.....	24
4.1	Pemodelan Kualitas Air	24
4.1.1	Segmentasi	24
4.1.2	Pembangunan Model.....	27
4.1.3	Kalibrasi dan Verifikasi Model.....	28
4.2	Simulasi Kualitas Air	29
4.3	Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran.....	30
4.3.1	Skenario 1.....	31
4.3.2	Skenario 2.....	31

4.3.3	Skenario 3	32
4.3.4	Skenario 4	35
4.3.5	Skenario 5	36
4.3.6	Skenario 6	36
4.3.7	Skenario 7	37
4.3.8	Skenario 8	38
4.3.9	Skenario 9	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		45

DAFTAR NOTASI

DO	: <i>Dissolved Oxygen</i> (mg/l)
BOD	: <i>Biological Oxygen Demand</i> (mg/l)
DO _w	: <i>Wastewater Dissolved Oxygen</i> (mg/l)
BOD _w	: <i>Wastewater Biological Oxygen Demand</i> (mg/l)
TSS	: <i>Total Suspended Solid</i>
k _a	: <i>Reaeration Rate</i>
k _d	: <i>Deoxygenation Rate</i>
E _x	: <i>Dispersion Coefficient</i>
Q _w	: Debit limbah (m ³ /s atau m ³ /det)
km	: Kilometer
Temp	: Suhu / Temperatur
BM	: Baku Mutu

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir	4
Gambar 2.1	Sistem sungai dengan masukan pencemar	13
Gambar 3.1	Peta Kali Surabaya	14
Gambar 3.2	Fluktuasi debit aliran Kali Surabaya titik Dam Mlirip	16
Gambar 3.3	Fluktuasi debit aliran Kali Surabaya titik Jembatan Pening.....	16
Gambar 3.4	Fluktuasi debit aliran Kali Surabaya titik Dam Gunungsari.....	17
Gambar 3.5	Profil kualitas air Kali Surabaya	18
Gambar 3.6	Profil rata-rata kualitas air Kali Surabaya 2003-2007	20
Gambar 4.1	Hasil kalibrasi model untuk parameter DO	28
Gambar 4.2	Hasil kalibrasi model untuk parameter BOD.....	29
Gambar 4.3	Konsentrasi DO pada Kali Surabaya akibat masukan beban limbah selama 7 hari	30
Gambar 4.4	Konsentrasi BOD pada Kali Surabaya akibat masukan beban limbah selama 7 hari	30
Gambar 4.5	Konsentrasi DO dan BOD di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 1)..	31
Gambar 4.6	Konsentrasi DO dan BOD di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 2)..	32

Gambar 4.7	Konsentrasi DO dan BOD di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 3) ..	32
Gambar 4.8	Perbandingan simulasi dari ketiga skenario	34
Gambar 4.9	Konsentrasi DO dan BOD di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 4) ..	35
Gambar 4.10	Konsentrasi BOD di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 5)	36
Gambar 4.11	Konsentrasi BOD di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 6)	37
Gambar 4.12	Konsentrasi DO di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 7)	38
Gambar 4.13	Konsentrasi BOD di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 7)	38
Gambar 4.14	Konsentrasi BOD di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 8)	39
Gambar 4.15	Konsentrasi DO di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 9)	40
Gambar 4.16	Konsentrasi BOD di sepanjang Kali Surabaya (Skenario 9)	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien Manning.....	9
Tabel 3.1	Kondisi Hidraulik Kali Surabaya.....	16
Tabel 3.2	Debit Aliran Kali Surabaya.....	17
Tabel 3.3	Debit Beberapa Anak Sungai Kali Surabaya Tahun 2007 – 2008.....	21
Tabel 3.4	Debit Ijin Pembuangan Limbah.....	21
Tabel 3.5	Hasil Pengukuran Debit di Anak Sungai dan Saluran	22
Tabel 3.6	Rekap Debit Anak Sungai dan Saluran.....	23
Tabel 4.1	Pembagian Segmen.....	25
Tabel 4.2	Pembagian Stasiun Sungai	25
Tabel 4.3	Pencemar Titik untuk Model Kualitas Air.....	27
Tabel 4.4	Pengambilan Air	33
Tabel 4.5	Baku mutu air limbah kelas I.....	35
Tabel 4.6	Rangkuman hasil simulasi	41

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan
Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air

LAMPIRAN 2 Kualitas Air Kali Surabaya

LAMPIRAN 3 Kualitas Air Sumber Pencemar Kali Surabaya

LAMPIRAN 4 Skematisasi Titik Masukan dan Keluaran di Sepanjang Kali
Surabaya

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kali Surabaya memegang peranan penting bagi Provinsi Jawa Timur terutama sebagai sumber air baku yang digunakan dalam keberlangsungan hidup sehari-hari masyarakatnya (Jasa Tirta I, 2008). Air sungainya dimanfaatkan sebagai sumber air bagi penyediaan air minum, irigasi, perikanan, perindustrian, rekreasi air, dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Kali Surabaya sendiri merupakan hilir dari Sungai Brantas dan merupakan salah satu sungai strategis nasional. Sungai ini melewati empat wilayah, yaitu Kabupaten/Kota Mojokerto, Kabupaten Gresik, Kabupaten Sidoarjo, dan Kota Surabaya.

Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 dan Peraturan daerah Jawa Timur Nomor 2 tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menyatakan bahwa pengelolaan kualitas air dilakukan untuk menjamin kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya agar tetap dalam kondisi alamiahnya dan bahwa pengendalian pencemaran air dilakukan untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air melalui upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air. Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 187 tahun 1988 tentang Peruntukan Air Sungai di Jawa Timur, Kali Surabaya ditetapkan sebagai badan air golongan B yang berarti sungai dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum dan keperluan rumah tangga lainnya.

Dalam usaha untuk mengontrol serta mengatur kualitas air baku air minum dari badan air Kali Surabaya, maka beberapa cara digunakan yang salah satunya adalah dengan melakukan pemodelan kualitas air. Pemodelan kualitas air dengan meninjau hubungan DO (*Dissolved Oxygen*) dengan BOD (*Biological Oxygen Demand*) diperkenalkan oleh Streeter dan Phelps pada tahun 1925.

Sepanjang perkembangan zaman, banyak bermunculan model-model matematik yang dapat mendeksripsikan profil parameter kualitas air pada sungai. Antohe dan Stanciu (2009), mendeskripsikan bahwa dalam pemodelan kualitas air

biasanya berkaitan dengan unsur-unsur yang terkandung dalam air yang dapat ditulis dalam suatu kumpulan himpunan matematika yang merupakan anggota-anggota dari unsur air seperti suhu, pH, konduktivitas, biokimia, senyawa organik, kandungan logam, dan kadar oksigen terlarut. Salah satu model matematik tersebut adalah HEC – RAS yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center* dan menggunakan analisis numerik sebagai solusi penyelesaiannya. Pada awalnya, HEC – RAS hanya disiapkan untuk perhitungan profil hidraulik dari aliran langgeng maupun tidak langgeng. Saat ini, HEC – RAS sudah dikembangkan lebih jauh untuk menyertakan aspek sedimentasi dan kualitas air pada aliran saluran terbuka.

Pada studi terdahulu, Yudianto dan Xie (2008) menjelaskan dampak variasi beban limbah yang dinyatakan sebagai BOD terhadap konsentrasi oksigen terlarut. Studi tersebut menyimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi limbah akan menyebabkan penurunan kualitas air yang lebih signifikan dibandingkan penambahan volume limbah pada konsentrasi limbah yang sama. Selain itu, jarak antar titik masuknya limbah juga akan berpengaruh terhadap kualitas air. Semakin jauh jarak antara titik limbah yang satu dengan yang lainnya, maka kualitas air akan lebih baik. Hal ini juga kembali dipertegas oleh Randy pada studinya di tahun 2017.

1.2 Inti Permasalahan

Meskipun memiliki peranan penting dalam keberlangsungan hidup masyarakat sekitar, tetapi Kali Surabaya sekarang mengalami masalah pencemaran air yang cukup berat. Ini disebabkan karena adanya pencemaran air baik *point source* maupun *non-point source*. *Point source of pollution* berarti limbah dibuang pada titik tertentu seperti limbah industri. Sedangkan *non-point source of pollution* berarti limbah dibuang pada tempat yang tidak tentu dan tidak terpaku pada suatu titik seperti limbah irigasi dan domestik. Semakin banyaknya limbah yang ada pada Kali Surabaya ini terjadi akibat berkembangnya pemukiman di bagian bantaran. Berdasarkan hasil pemeriksaan kualitas air oleh Perum Jasa Tirta pada tahun 2008, air Kali Surabaya tidak layak dimanfaatkan sebagai air baku air minum. Untuk mengetahui daya tampung beban pencemaran Kali Surabaya, diperlukan studi pemodelan kualitas air.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

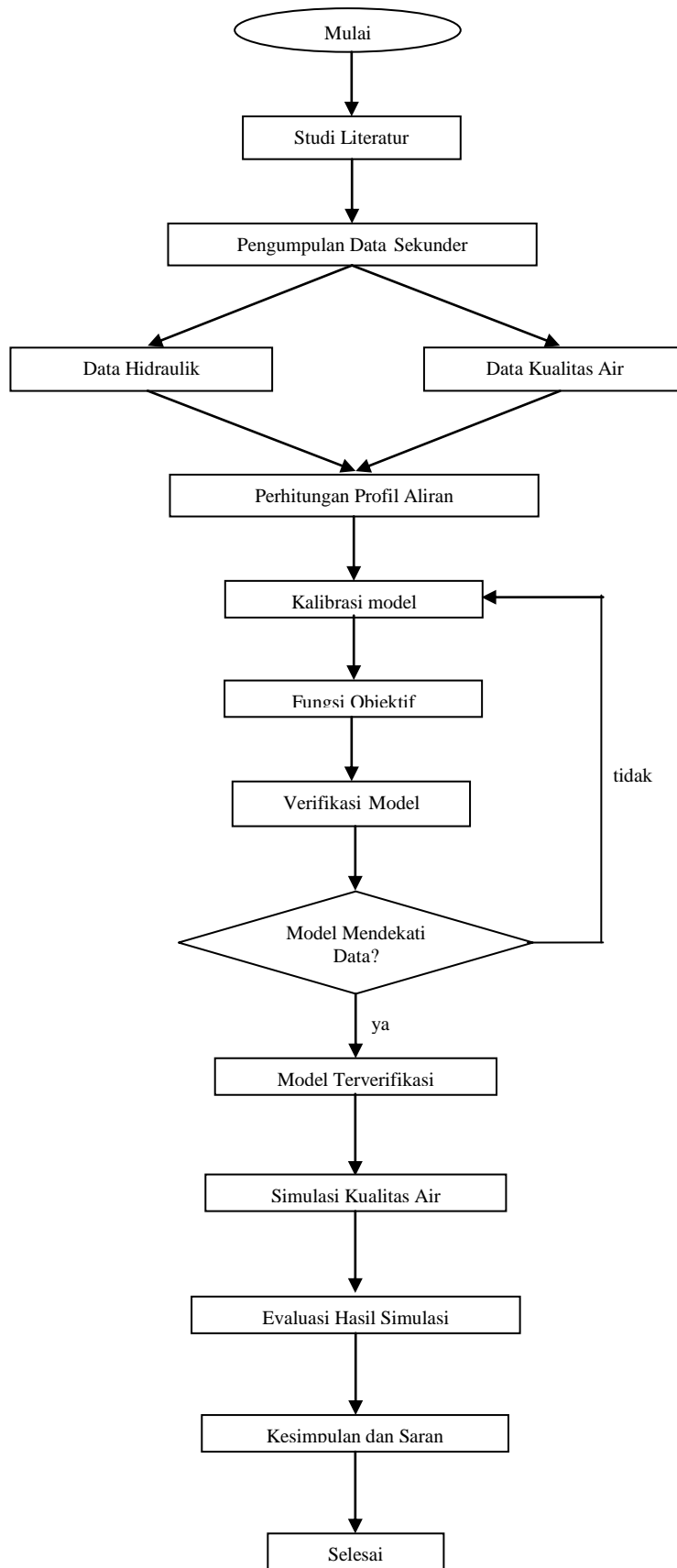
1. Menganalisis beban pencemaran air Kali Surabaya;
2. Memodelkan profil kualitas air Kali Surabaya;
3. Memberikan solusi untuk mengurangi beban limbah pada Kali Surabaya.

1.4 Pembatasan Masalah

Parameter kualitas air yang digunakan dalam simulasi kualitas air pada penelitian ini adalah *DO* dan *BOD* dimana data pengamatan yang diperoleh berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada tahun 2008. Simulasi dilakukan dalam kondisi aliran langgeng dan satu dimensi. Data yang dipakai untuk membangun model adalah pencemar *point source*.

1.5 Metodologi Penelitian

Pembuatan dan penyusunan skripsi ini dilakukan dengan menggunakan beberapa literatur seperti jurnal, disertasi, studi terdahulu dan artikel ilmiah sebagai acuan dalam membuat dan menyusun skripsi. Penulis menggunakan *software* keluaran *Hydrologic Engineering Center*, HEC-RAS 4.1.0 sebagai alat untuk menganalisis profil kualitas air di sepanjang Kali Surabaya. Data yang dipakai dalam pemodelan kualitas air merupakan data sekunder yang berasal dari “Kajian Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Kali Surabaya” yang dibuat oleh Perusahaan Umum Jasa Tirta I pada tahun 2008. Diagram alir untuk studi kali ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Alir

1.6 Sistematika Penulisan

Secara sistematis, skripsi ini terdiri dari :

Bab 1 Pendahuluan berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, diagram alir, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka berisi dasar teori yang menjadi acuan dalam menganalisis masalah.

Bab 3 Ketersediaan Data berisi data – data yang telah didapat untuk kemudian dipakai untuk pembangunan model

Bab 4 Hasil dan Pembahasan berisi pembahasan hasil dari analisis yang telah dilakukan.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan dari hasil yang telah dibahas dan saran dari hasil analisis.