



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PEMODELAN HIDROGEOLOGI CEKUNGAN AIRTANAH  
SAMARINDA SEGMENT PENAJAM DALAM UPAYA  
KONSERVASI AIRTANAH BERBASIS CEKUNGAN,  
KABUPATEN PENAJAM PASER UTARA, PROVINSI  
KALIMANTAN TIMUR**

**TUGAS AKHIR**

**ARIZATUR REZA WICAKSONO  
21100112110073**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG  
JULI 2018**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PEMODELAN HIDROGEOLOGI CEKUNGAN AIRTANAH  
SAMARINDA SEGMENT PENAJAM DALAM UPAYA  
KONSERVASI AIRTANAH BERBASIS CEKUNGAN,  
KABUPATEN PENAJAM PASER UTARA, PROVINSI  
KALIMANTAN TIMUR**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**

**ARIZATUR REZA WICAKSONO  
21100112110073**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG  
JULI 2018**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PEMODELAN HIDROGEOLOGI CEKUNGAN AIRTANAH  
SAMARINDA SEGMENT PENAJAM DALAM UPAYA  
KONSERVASI AIRTANAH BERBASIS CEKUNGAN,  
KABUPATEN PENAJAM PASER UTARA, PROVINSI  
KALIMANTAN TIMUR**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Pendidikan Sarjana Program Strata-1 Pada Departemen Teknik Geologi,  
Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Disusun Oleh:

**Arizatur Reza Wicaksono**  
**NIM. 21100112110073**

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari/Tanggal: **Senin / 9 Juli 2018**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



**Dr. rer. nat. Thomas Triadi P, ST., M.Eng**  
**NIP. 19771211 200501 1 002**

Dosen Pembimbing II



**Reddy Setyawan, ST., MT**  
**NPPU. H.7.19881023 201807 1 001**

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Geologi



**Najib, ST., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 19771020 200501 1 001**




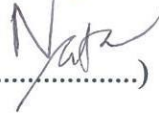
## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Arizatur Reza Wicaksono  
NIM : 21100112110073  
Departemen : Teknik Geologi  
Fakultas : Teknik  
Judul skripsi : Pemodelan Hidrogeologi Cekungan Airtanah Samarinda Segmen Penajam Dalam Upaya Konservasi Airtanah Berbasis Cekungan, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 (S-1) pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro**

### TIM PENGUJI

Pembimbing I	: Dr.rer.nat. Thomas Triadi P, ST., M.Eng NIP. 19771211 200501 1 002	(  )
Pembimbing II	: Reddy Setyawan, ST., MT NPPU. H.7.19881023 201807 1 001	(  )
Penguji I	: Ir. Wahyu Krisna Hidajat, MT NIP. 19590909 198703 1 001	(  )
Penguji II	: Narulita Santi, ST., M.Eng NIK. 19880716 011501 2 044	(  )

Semarang, 9 Juli 2018  
Ketua Departemen Teknik Geologi

()  
Najib, ST., M.Eng., Ph.D  
NIP. 19771020 200501 1 001

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang telah dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Arizatur Reza Wicaksono

NIM : 21100112110073

Tanda Tangan : 

Tanggal : 9 Juli 2018

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arizatur Reza Wicaksono  
NIM : 21100112110073  
Departemen : Teknik Geologi  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **Pemodelan Hidrogeologi Cekungan Airtanah Samarinda Segmen Penjam Dalam Upaya Konservasi Airtanah Berbasis Cekungan, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 9 Juli 2018

Yang menyatakan

Arizatur Reza Wicaksono

## **KATA PENGANTAR**

Penelitian dengan judul “Pemodelan Hidrogeologi Cekungan Airtanah Samarinda Segmen Penajam dalam Upaya Konservasi Airtanah Berbasis Cekungan, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur” merupakan hasil dari studi pustaka, survei lapangan dan analisis data yang penulis telah lakukan berkaitan dengan pemodelan hidrogeologi cekungan. Pada laporan penelitian ini berisi tentang kondisi bawah permukaan daerah penelitian (analisis geolistrik resistivitas), model dan skenario pemodelan cekungan airtanah daerah penelitian, kondisi muka airtanah dan arah aliran airtanah, kondisi kualitas airtanah, serta pembagian prediksi zona konservasi airtanah di cekungan Samarinda segmen Penajam Paser Utara berdasarkan skenario model.

Pada dasarnya penentuan zona konservasi airtanah merupakan upaya yang harus dilaksanakan dalam rangka pengelolaan airtanah dengan tujuan untuk menjaga kelestarian, daya dukung, fungsi airtanah, serta keberlanjutan pemanfaatan airtanah. Dalam hal ini model akan berperan penting sebagai alat bantu dalam menentukan kebijakan-kebijakan atau rekomendasi yang perlu diambil dalam rangka pengelolaan airtanah secara terpadu berdasarkan hasil-hasil pemodelan dan simulasinya.

Banyak harapan dari penulis semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat nantinya bagi ilmu pengetahuan geologi, hidrogeologi dan masyarakat.

Semarang, 9 Juli 2018

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat dan limpahan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir / skripsi dengan judul “Pemodelan Hidrogeologi Cekungan Airtanah Samarinda Segmen Penajam dalam Upaya Konservasi Airtanah Berbasis Cekungan, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur”.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan para Rasul-Nya yang memberikan hidayah kepada hamba-Nya untuk selalu taat dan beribadah kepada-Mu. Sungguh raga dan kehidupan ini hanyalah milik-Mu semata.
2. Najib, ST., M.Eng., Ph.D, selaku ketua Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro.
3. Ir. Henarno Pudjihardjo, MT dan Ir. Wahyu Hidajat, MT selaku dosen wali.
4. Dr.rer.nat. Thomas Triadi Putranto, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ilmu, arahan dan diskusi ilmiah dalam penulisan tugas akhir / skripsi.
5. Reddy Setyawan, ST., MT, selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing penulis serta memberikan ilmu, masukan dan diskusi ilmiah dalam penulisan tugas akhir / skripsi.
6. Irwan Susilo, ST., MT, selaku pimpinan perusahaan PT. Geospasia Wahana Jaya, yang telah memberikan penulis kesempatan untuk melaksanakan kerja praktik sekaligus tugas akhir di perusahaan tersebut.
7. Dwi Ahmad Romdoni, ST., MT, dan Ario Geger, ST, selaku pembimbing lapangan, kantor maupun laboratorium saat pelaksanaan program *internship* berlangsung.
8. Rekan-rekan biro MAPEAGI, Rohis Nurul Ardli, North East Java Research Section (NEJRS), serta tim asisten paleontologi yang telah memberikan penulis pengalaman berorganisasi disela-sela perkuliahan.
9. Rekan-rekan seluruh anggota himpunan HMTG Magmadipa, khususnya geologi Angkatan 2012 yang telah memberikan rasa kehangatan sebuah keluarga di tanah rantau.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan tugas akhir / skripsi ini.

Semarang, Juli 2018

Penulis



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah SWT, tugas akhir ini saya persembahkan kepada Ayahanda tercinta Bapak Abdul Rofiq. Seseorang yang begitu kuat dan tegar dalam menghadapi kehidupan ini. Seseorang yang menghiraukan peluh keringat dan terik matahari untuk kehidupan isteri dan anak-anaknya. Engkau adalah panutan hidup saya selama ini.

Sang Ibunda, Ibu Khusnul Hudzaifah. Seseorang yang rela berkorban dan merawat anak-anaknya dengan penuh kasih sayang. Sungguh anakmu ini tak mampu memilih diksi diksi yang paling indah untuk menggambarkan ketulusanmu Bunda.

Tidak lupa teruntuk kedua saudara saya M. Aulia Alvianto dan Venitya Salsabila yang selalu berbagi rasa dikehidupan dan yang selalu memberi dukungan.

وَفَجَّرْنَا الْأَرْضَ عُيُونًا فَالْتَقَى الْمَاءُ عَلَىٰ أَمْرٍ قَدْ قُدِرَ

*“Dan Kami jadikan bumi memancarkan mata air-mata air, maka bertemulah air-air itu untuk suatu urusan yang sungguh telah ditetapkan.” (Q.S Al-Qamar*

**54:12)**

## SARI

Meningkatnya pertambahan jumlah penduduk di Kabupaten Penajam Paser Utara berdampak pada kebutuhan air bersih yang semakin meningkat. Dalam Peraturan Menteri ESDM No. 7 Tahun 2017 tentang Cekungan Airtanah pasal 2 ayat 3 menyebutkan bahwa sistem pengelolaan airtanah didasarkan pada cekungan airtanah, namun di Indonesia masih banyak daerah-daerah yang masih menggunakan sistem pengelolaan berbasis sumur produksi yang dibatasi pada wilayah administrasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat model hidrogeologi pada Cekungan Airtanah Samarinda segmen Penajam berdasarkan model konsep yang dibuat berdasarkan data-data dilapangan. Model nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan rekomendasi terkait konservasi airtanah dari hasil simulasi model. Model numerik dibuat dengan memasukkan parameter-parameter hidrogeologi seperti konduktivitas batuan, storativitas, porositas total dan efektif batuan. Diskritisasi geometri dan iterasi berdasarkan metode beda hingga. Simulasi model yang dilakukan berdasarkan prediksi debit pemompaan hingga 20 tahun kedepan. Hasil kalibrasi model didapatkan nilai RMSE sebesar 0,75 m, ME sebesar 0,1 m, dan MAE sebesar 0,63 m, dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,944. Zona konservasi airtanah dibuat dengan mengkombinasikan persentase penurunan airtanah berdasarkan simulasi model skenario terburuk, daerah imbuhan dan lepasan, dan nilai daya hantar listrik di daerah penelitian. Didapatkan 4 (empat) prediksi zona konservasi airtanah, yaitu: zona perlindungan airtanah seluas 107,69 km<sup>2</sup> (26,39%), zona aman seluas 229,35 km<sup>2</sup> (56,21%), zona rawan seluas 60,35 km<sup>2</sup> (14,79%), dan zona kritis seluas 10,64 km<sup>2</sup> (2,61%).

**Kata kunci:** Airtanah, Cekungan airtanah Samarinda, Pemodelan Hidrogeologi, Zona Konservasi.

## **ABSTRACT**

*The increasement of population growth in Penajam Paser Utara district has an impact of increased clean water need. Based on Minister of Energy and Mineral Resources regulation No. 7 of 2017 concerned with Groundwater Basin article 2 paragraph 3 stated that groundwater management system was based on groundwater basin, but in Indonesia there were still many districts that still used production-based management system which was limited to administrative area. The purpose of this research was to made the hydrogeological model in Samarinda Groundwater Basin segment Penajam based on conceptual model that made from field data. Model will be used as a reference in determining the recommendations related to groundwater conservation from the model simulation results. Numerical model was made by inputting hydrogeological parameters such as rock conductivity, storativity, total and effective rock porosity. Geometry discretization and iteration based on finite difference method. The model simulation based on abstraction of water discharge was done in 20 years ahead. Calibration model result obtained of RMSE value 0,75 m, ME value 0,1 m and MAE value 0,63 m, with correlation coefficient value 0,944. Groundwater conservation zones are created by combining the percentage of groundwater decline based on the worst-case scenario model simulation, recharge and discharge areas, and electrical conductivity values in the study area. 4 (four) predicted groundwater conservation zones are: groundwater protection zone covered 26,39% (107,69 km<sup>2</sup>), safe zone covered 229,35 km<sup>2</sup> (56,21%), vulnerable zones covered 60,35 km<sup>2</sup> (14,79%), and critical zones covered 10,64 km<sup>2</sup> (2,61%).*

**Keywords:** *Groundwater, Samarinda Groundwater Basin, Hydrogeological Modelling, Conservation Zone.*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH.....</b>	<b>viii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>SARI.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xx</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1	Latar Belakang.....	1
1.2	Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian .....	2
	1.2.1 Rumusan Masalah.....	2
	1.2.2 Tujuan .....	3
	1.2.3 Manfaat Penelitian .....	3
1.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	4
	1.3.1 Lokasi Penelitian .....	4
	1.3.2 Waktu Penelitian.....	4
1.4	Pembatas Masalah .....	5
1.5	Sistematika Penulisan .....	5
1.6	Penelitian Terdahulu.....	6

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1	Geologi Regional Daerah Penelitian .....	8
	2.1.1 Geomorfologi Regional .....	8
	2.1.2 Stratigrafi Regional.....	12
	2.1.3 Struktur Geologi Regional.....	12
2.2	Hidrogeologi Regional CAT Samarinda Segmen Penajam.....	14
	2.2.1 Jenis Akuifer Berdasarkan Karakteristik Batuan Terhadap Airtanah .....	14
	2.2.2 Jenis Akuifer Berdasarkan Jenis Alirannya.....	14
2.3	Penggunaan Lahan CAT Samarinda Segmen Penajam.....	16

2.4	Hidrogeologi.....	18
2.4.1	Siklus Hidrologi.....	18
2.4.2	Karakteristik Batuan Terhadap Airtanah.....	19
2.4.3	Jenis Akuifer.....	20
2.5	Pemodelan Airtanah.....	22
2.5.1	Pengertian Pemodelan.....	22
2.5.2	Jenis-Jenis Model.....	23
2.6	Data Pemodelan Airtanah.....	24
2.6.1	Data Kerangka Fisik Cekungan Airtanah.....	24
2.6.2	Data Penekanan Hidrologi Cekungan Airtanah.....	33
2.7	Model Konsep ( <i>Conceptual Model</i> ).....	36
2.8	Tahapan Pemodelan <i>Software Modflow</i> .....	36
2.8.1	Verifikasi Model.....	37
2.8.2	Kalibrasi Model.....	37
2.8.3	Analisis Sensitivitas Model.....	39
2.8.4	<i>Flow-chart</i> Pemodelan.....	41
2.9	Konservasi Airtanah.....	42
2.9.1	Penentuan Zona Konservasi Airtanah.....	42
2.9.2	Parameter Penentuan Zona Konservasi Airtanah.....	42
2.9.3	Tingkat Kerusakan Kondisi Airtanah.....	42
2.10	Penyelidikan Geolistrik.....	44
2.10.1	Konfigurasi Schlumberger.....	44
2.10.2	Analisis Resistivitas.....	45

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Metode Penelitian.....	47
3.1.1	Metode Deskriptif.....	47
3.1.2	Metode Analisis.....	48
3.2	Alat dan Bahan.....	49
3.2.1	Alat.....	49
3.2.2	Bahan.....	50
3.3	Tahapan Penelitian.....	50
3.3.1	Tahap Persiapan.....	50
3.3.2	Tahap Pengumpulan Data.....	51
3.3.3	Tahap Pengolahan Data dan Analisis.....	51
3.3.4	Tahap Penyusunan Laporan Penelitian.....	53
3.4	Hipotesis Penelitian.....	53
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	53

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Geomorfologi Daerah Penelitian .....	55
4.2	Kondisi Bawah Permukaan Daerah Penelitian .....	60
4.2.1	Litostratigrafi .....	62
4.2.2	Hidrostratigrafi .....	64
4.3	Hidrologi Daerah Penelitian .....	67
4.3.1	Iklim.....	67
4.3.2	Temperatur.....	67
4.3.3	Curah Hujan.....	68
4.3.4	Evapotranspirasi .....	70
4.3.5	Air Limpasan/ <i>Surface Runoff</i> (Ro).....	70
4.4	Hidrogeologi Daerah Penelitian .....	73
4.4.1	Imbuhan Airtanah/ <i>Groundwater Recharge</i> (U).....	73
4.4.2	Analisis Ketinggian Muka Airtanah dan Arah Aliran Airtanah .....	73
4.5	Analisis Sifat Fisik dan Kimia Airtanah.....	75
4.5.1	Sifat Fisik Airtanah.....	75
4.5.2	Sifat Kimia Airtanah.....	75
4.6	Pemodelan Hidrogeologi Daerah Penelitian.....	78
4.6.1	Model Konseptual.....	78
4.6.2	Diskritisasi Model.....	80
4.6.3	Data Masukan Model.....	81
4.6.4	Hasil Pemodelan Airtanah Kondisi Awal.....	87
4.6.5	Kalibrasi Model .....	88
4.6.6	Analisis Sensitivitas Model .....	92
4.6.7	Hasil Pemodelan Airtanah Terkalibrasi.....	93
4.6.8	Neraca Airtanah .....	94
4.7	Skenario Pemodelan .....	97
4.7.1	Skenario Pemompaan Berdasarkan Penigkatan Jumlah Penduduk .....	99
4.7.2	Skenario Pemompaan Berdasarkan Penigkatan Jumlah Penduduk dan Sektor Industri.....	102
4.8	Skenario Konservasi Airtanah.....	106

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	111
5.2	Saran .....	112
	Daftar Pustaka .....	113

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi relief berdasarkan sudut lereng dan beda tinggi (van Zuidam, 1985) .....	9
Tabel 2.2	Sistem pewarnaan satuan geomorfologi (van Zuidam & Verstappen, 1969).....	9
Tabel 2.3	Klasifikasi satuan geomorfologi berdasarkan morfogenetik (Verstappen,1983) .....	10
Tabel 2.4	Penggunaan dan luas tanah (ha) di wilayah CAT Samarinda segmen Penajam (Kementerian Kehutanan, 2012) .....	16
Tabel 2.5	Data yang dibutuhkan dalam pembuatan model numerik (Boonstra & de Rider, 1981) .....	24
Tabel 2.6	Harga konduktivitas hidraulika beberapa meterial menurut Morris & Johnson (1967, dalam Todd & Mays 2005) .....	30
Tabel 2.7	Harga K berbagai material menurut Todd (1980, dalam Suharyadi 1984).....	30
Tabel 2.8	Nilai representatif konduktivitas hidrolika vertikal (Kz) pada beberapa macam tipe batuan (Domenico dan Schwartz, 1990)	31
Tabel 2.9	Nilai <i>specific yield</i> beberapa material menurut Johnson (1975, dalam Todd & Mays 2005).....	32
Tabel 2.10	Nilai representatif porositas efektif pada beberapa macam batuan (Mc Worter dan Sunada, 1977).....	32
Tabel 2.11	Nilai representatif porositas total pada beberapa macam batuan (Freeze dan Cherry, 1979).....	33
Tabel 2.12	Matrik Penentuan Peringkat Kerusakan Kondisi dan Lingkungan Airtanah (Danaryanto dkk., 2007) .....	44
Tabel 2.13	Nilai resistivitas batuan (Telford dkk., 1990).....	46
Tabel 4.1	Koordinat lokasi pengambilan data geolistrik .....	60
Tabel 4.2	Rentang nilai resistivitas terhadap pendugaan jenis litologi daerah penelitian.....	62
Tabel 4.3	Rata-rata Suhu Udara, Kelembaban, Tekanan Udara, Kecepatan Angin, dan Penyinaran Matahari melalui Stasiun Meteorologi Samarinda (Badan Pusat Statistik Penajam Paser Utara, 2016).....	67
Tabel 4.4	Rata-rata curah hujan (mm/bulan) menurut pos pengamatan curah hujan Kabupaten Penajam (Badan Pusat Statistik Penajam Paser Utara, 2016) .....	68
Tabel 4.5	Nilai konduktivitas hidraulika yang dimasukkan kedalam perangkat lunak <i>visual Modflow</i> .....	82
Tabel 4.6	Perubahan nilai parameter estimasi terhadap model .....	89
Tabel 4.7	Ketinggian muka airtanah berdasarkan hasil model dan observasi .....	90
Tabel 4.8	Neraca airtanah hasil pemodelan.....	94

Tabel 4.9	<i>Zone budget</i> pada daerah penelitian .....	96
Tabel 4.10	Prediksi pertumbuhan penduduk 20 tahun mendatang pada daerah model .....	99
Tabel 4.11	Data masukan sumur pompa ( <i>production well</i> ).....	99
Tabel 4.12	Data pemompaan pada sektor industri .....	99
Tabel 4.13	Debit dan jenis pemompan serta pengaruhnya terhadap hasil pemodelan.....	106



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta lokasi penelitian, garis dengan deliniasi biru merupakan CAT Samarinda segmen Penajam Paser utara .....	4
Gambar 2.1	Fisiografi Pulau Kalimantan (Bemmelen, 1949 modifikasi Bachtiar, 2006) .....	8
Gambar 2.2	Peta geologi lembar Balikpapan menunjukkan struktur lipatan dengan dominan berorientasi timur laut-barat daya (Hidayat dan Umar, 1994) .....	13
Gambar 2.3	Peta hidrogeologi cekungan airtanah Samarinda segmen Penajam Paser Utara (Margono, 1995) .....	15
Gambar 2.4	Peta tutupan lahan CAT Samarinda segmen Penajam Paser Utara (Kementerian kehutanan, 2012) .....	17
Gambar 2.5	Siklus hidrologi (Benton, 2014) .....	18
Gambar 2.6	Akuifer bebas (Bisri, 2012) .....	20
Gambar 2.7	Akuifer tertekan (Bisri, 2012) .....	21
Gambar 2.8	Akuifer setengah tertekan (Bisri, 2012) .....	21
Gambar 2.9	Akuifer menggantung (Bisri, 2012) .....	22
Gambar 2.10	Akuifer berganda (Bisri, 2012).....	22
Gambar 2.11	Contoh batas aliran nol yang diakibatkan adanya graben (Boonstra & de Ridder, 1981) .....	27
Gambar 2.12	Contoh batas tinggi tekan terkontrol pada sungai (Boonstra & de Ridder, 1981) .....	28
Gambar 2.13	Beberapa tipe batas cekungan airtanah (Boonstra & de Ridder, 1981 dengan perubahan).....	
Gambar 2.14	Konseptual model yang berupa blok diagram (Middlemis, 2000 dalam Putranto, 2011) .....	36
Gambar 2.15	Diagram sebaran prediksi model dan pengamatan (Lenz, dkk., 2003).....	39
Gambar 2.16	Tipe-tipe sensitivitas (ASTM D-5611, 1994).....	40
Gambar 2.17	<i>Flow-chart</i> pemodelan <i>Modflow</i> (Lachaal, dkk, 2012) .....	41
Gambar 2.18	Konfigurasi Schlumberger (Hendrajaya dan Arif, 1990, dalam Wijaya 2009) .....	45
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	54
Gambar 4.1	Satuan bentuklahan dataran nyaris di daerah penelitian.....	55
Gambar 4.2	Satuan bentuklahan perbukitan antklin di daerah penelitian ....	56
Gambar 4.3	Satuan bentuklahan perbukitan sinklin di daerah penelitian ....	56
Gambar 4.4	Satuan bentuklahan perbukitan blok sesar di daerah penelitian	57
Gambar 4.5	Satuan bentuklahan dasar sungai di daerah penelitian .....	58
Gambar 4.6	Satuan bentuklahan dataran banjir di daerah penelitian .....	58
Gambar 4.7	Peta geomorfologi daerah penelitian .....	59

Gambar 4.8	Peta lokasi titik pengukuran geolistrik daerah penelitian (Data lapangan, 2016) .....	61
Gambar 4.9	Sayatan litostratigrafi CAT Samarinda Segmen Penajam berdasarkan data geolistrik .....	63
Gambar 4.10	Sayatan hidrostratigrafi CAT Samarinda Segmen Penajam berdasarkan data geolistrik .....	65
Gambar 4.11	Peta zonasi curah hujan CAT Samarinda segmen Penajam interval 100 mm/tahun.....	69
Gambar 4.12	Peta zonasi evapotranspirasi CAT Samarinda segmen Penajam .....	71
Gambar 4.13	Peta zonasi air limpasan CAT Samarinda segmen Penajam interval 50 mm/tahun.....	72
Gambar 4.14	Peta zonasi imbuan airtanah CAT Samarinda segmen Penajam interval 50 mm/tahun.....	74
Gambar 4.15	Peta ketinggian dan arah aliran muka airtanah daerah penelitian .....	76
Gambar 4.16	Peta kontur DHL daerah penelitian .....	77
Gambar 4.17	Model konseptual berbentuk penampang pada daerah penelitian .....	79
Gambar 4.18	Peta diskritisasi model daerah penelitian .....	81
Gambar 4.19	Zonasi karakteristik akuifer tiap layer berdasarkan model konsep.....	83
Gambar 4.20	Kondisi batas model pada daerah penelitian .....	85
Gambar 4.21	Titik sumur yang dimasukkan ke dalam model.....	86
Gambar 4.22	Hasil keluaran model awal ( <i>intial model output</i> ) .....	87
Gambar 4.23	Hasil nilai kalibrasi model awal .....	88
Gambar 2.24	Hasil kalibrasi model setelah dilakukan perubahan parameter	90
Gambar 4.25	Hasil keluaran model terkalibrasi.....	91
Gambar 4.26	Grafik analisis sensitivitas tiap parameter estimasi.....	92
Gambar 4.27	Grafik neraca airtanah hasil pemodelan .....	94
Gambar 4.28	Peta pemodelan hidrogeologi aliran air tanah daerah penelitian .....	98
Gambar 4.29	Analisis <i>zone budget</i> pada daerah penelitian.....	96
Gambar 4.30	Peta penurunan muka airtanah berdasarkan pemompaan.....	100
Gambar 4.31	Peta persentase penurunan muka airtanah berdasarkan pemompaan.....	101
Gambar 4.32	Peta penurunan muka airtanah bersarkan pemompaan dari sektor industri .....	102
Gambar 4.33	Peta persentase penurunan muka airtanah berdasarkan pemompaan dari sektor industri .....	103
Gambar 4.34	Peta selisih penurunan muka airtanah bersarkan pemompaan dari sektor industri dengan kelipatann 2.....	104

Gambar 4.35	Peta persentase penurunan muka airtanah bersarkan pemompaan dari sektor industri dengan kelipatan 2 .....	105
Gambar 4.36	Peta imbuan dan lepasan di daerah penelitian (Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Kalimantan Timur, 2016)	107
Gambar 4.37	Peta zona konservasi Cekungan Airtana Samarinda segmen Penajam Paser Utara.....	110

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1.	Titik Minatan Hidrogeologi Tahun 2016 .....	119
Lampiran 2.	Log Geolistrik.....	122
Lampiran 3.	Log Resistivitas Progress 3.0 .....	130
Lampiran 4.	Data Muka Airtanah Skenario Model.....	138
Lampiran 5.	Dokumentasi Penelitian.....	141
Lampiran 6.	Lembar Konsultasi dan Perbaikan.....	144