

**ANALISIS KOMPARASI KUALITAS AIR LIMBAH DOMESTIK  
BERDASARKAN PARAMETER BIOLOGI, FISIKA DAN KIMIA DI IPAL  
SEMANGGI DAN IPAL MOJOSONGO SURAKARTA**

**TESIS**

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Magister  
Program Studi Ilmu Lingkungan**



**Oleh**

**Novia Ratna Sari**

**NIM A131302007**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2014**



*commit to user*

**ANALISIS KOMPARASI KUALITAS AIR LIMBAH DOMESTIK  
BERDASARKAN PARAMETER BIOLOGI, FISIKA DAN KIMIA DI IPAL  
SEMANGGI DAN IPAL MOJOSONGO SURAKARTA**

Oleh

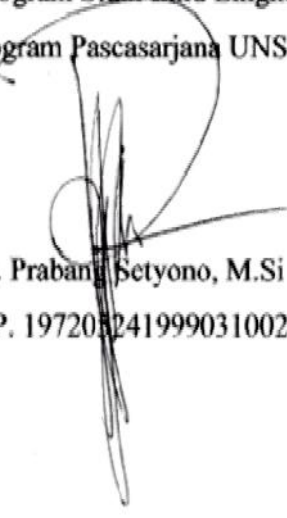
Novia Ratna Sari

A 131302007

Komisi	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing			
Pembimbing I	Dr. Sunarto, M.S NIP. 195406051991031002		29 Oktober 2014
Pembimbing II	Dr. Wiryanto, M.Si NIP. 195308011982031005		29 Oktober 2014

**Telah dinyatakan memenuhi syarat  
Pada tanggal 29 Oktober ..... 2014**

Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan  
Program Pascasarjana UNS

  
Dr. Praban Setyono, M.Si  
NIP. 197201241999031002

*commit to user*

**ANALISIS KOMPARASI KUALITAS AIR LIMBAH DOMESTIK  
BERDASARKAN PARAMETER BIOLOGI, FISIKA DAN KIMIA DI IPAL  
SEMANGGI DAN IPAL MOJOSONGO SURAKARTA**

**TESIS**

**Oleh**

**Novia Ratna Sari**

**NIM A131302007**

**Telah dipertahankan di depan penguji**

**Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**pada tanggal 29 Oktober 2014**

**Tim Penguji :**

Jabatan	Nama
Ketua	Dr. Prabang Setyono, M.Si NIP. 197205241999031002
Sekretaris	Inayati, S.T, M.T, Ph.D NIP. 197108291999032001
Anggota Penguji	Dr. Sunarto, M.S NIP. 195406051991031002 Dr. Wiryanto, M.Si NIP. 195308011982031005

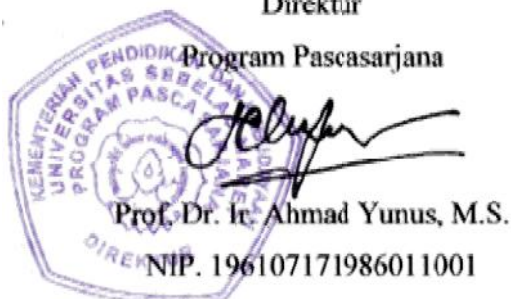
Tanda Tangan



**Mengetahui:**

Direktur

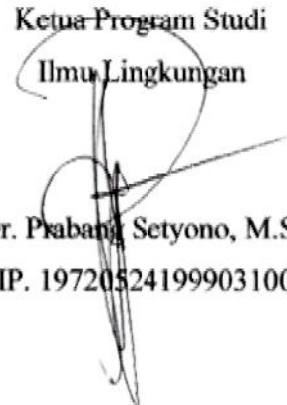
Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S.  
NIP. 196107171986011001

Ketua Program Studi

Ilmu Lingkungan



Dr. Prabang Setyono, M.Si  
NIP. 197205241999031002

*commit to user*

### Pernyataan Keaslian Dan Persyaratan Publikasi

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis yang berjudul: "**Analisis Komparasi Kualitas Air Limbah Domestik Berdasarkan Parameter Biologi, Fisika dan Kimia di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo Surakarta**" merupakan karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah lainnya yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah diterbitkan atau ditulis oleh pihak lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terdapat plagiat pada karya ilmiah ini, baik Tesis beserta gelar magister saya dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyatakan tim pembimbing sebagai *author* dan Pascasarjana UNS sebagai institusinya. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, 29 Oktober 2014

Mahasiswa,



Novia Ratna Sari

A 131302007

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmad dan hidayah-Nya sehingga Tesis berjudul **"Analisis Komparasi Kualitas Air Limbah Domestik Berdasarkan Parameter Biologi, Fisika dan Kimia di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo Surakarta"** dapat terselesaikan. Tesis disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mendapatkan gelar Magister Sains Program Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulisan tesis dapat terwujud dengan adanya bimbingan, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ravik Karsidi, M.S., selaku Rektor Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Prabang Setyono, M.Si, selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan yang telah berkenan membimbing dalam penyusunan tesis.
4. Dr. Sunarto, M.S, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis.
5. Dr. Wiryanto, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tesis.
6. Ir. Nanang Pirmono, selaku kepala Sub Unit Perencanaan Air Kotor PDAM Kota Surakarta
7. Bapak dan Ibu pengelola IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo yang telah membantu penelitian penulis.
8. Staf dosen pengajar Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman di setiap perkuliahan.
9. Bapak dan Ibu yang tak henti-hentinya memberikan dukungan dan do'anya.
10. Teman – Teman Magister Ilmu Lingkungan angkatan Februari 2013.
11. Berbagai pihak yang telah membantu menyelesaikan penulisan tesis ini.

*commit to user*

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih jauh dari sempurna, maka penulis menerima saran dan masukan yang sifatnya membangun dari semua pihak demi kesempurnaan di masa depan. Semoga tesis ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta, 29 Oktober 2014

Penulis





## PERSEMBAHAN

*Kupanjatkan syukurku padaMu Ya Robb, penulis persembahkan Tesis ini kepada:*

- *Ayahanda Sudiyo, Ibunda Sri Suyatmi, S.Pd, Kakakku Gustina Maya IY, S. Farm, Apt, serta Adikku tercinta Arifudin Nugroho, S.Kom, dan Indra Hafid S terima kasih dengan segala doa, pengorbanan dan kasih sayangnya.*
- *Bapak Dr. Sunarto, M.S, yang selalu sabar membimbing dengan segala keterbatasan yang saya miliki hingga menjadi pribadi yang bermakna, senantiasa memberikan nasehat, motivasi, dan do'anya.*
- *Bapak Dr. Wiryanto, M.Si., yang juga senantiasa membimbing dengan kesabarannya, memberikan motivasi, nasehat, dan do'anya.*
- *Pandu Haryo Wibowo S.Pd., terima kasih atas ketulusan, perhatian, kasih sayang, do'a, motivasi, semangat, dan pengorbananmu yang selalu hadir dalam kehidupanku.*
- *Teman - teman tercinta Pascasarjana Ilmu Lingkungan angkatan Februari 2013, kalian sangat luar biasa dalam memberi kritik dan masukannya.*
- *Sahabat yang selalu membantu dalam suka dan duka, Wulan Martya N., Dwi Pertiwi H. S.Pd. dan Purwo AN, S.Pd, M.Pd.*
- *Semua pihak yang ikut mendukung dan membantu hingga selesainya Tesis ini.*

## MOTTO

*Ilmu itu lebih baik daripada harta. Ilmu akan menjaga engkau dan engkau menjaga harta. Ilmu itu penghukum (hakim) sedangkan harta terhukum. Kalau harta itu akan berkurang apabila dibelanjakan, tetapi ilmu akan bertambah apabila dibelanjakan.*

**(Sayidina Ali bin Abi Thalib)**

*Jangan menyerah dan berputus asa karena semua akan indah pada waktunya.*

*Hanya kita sabar atau tidak untuk menunggu waktu itu tiba.*

**(Penulis)**

*Dibalik sebuah kegagalan ada sebuah keberhasilan yang akan menanti.*

**(Penulis)**

*Semua yang dikatakan orang tidak mungkin akan menjadi mungkin jika ada usaha dan tekad untuk mencapainya.*

**(Penulis)**

*Kebahagiaan adalah sebuah pilihan, ketika kita mampu menerima apa yang ada dan bersyukur maka kebahagiaan selalu bersama diri kita.*

**(Penulis)**

*commit to user*



Novia Ratna Sari. 2014. NIM A131302007. *Analisis Komparasi Kualitas Air Limbah Domestik Berdasarkan Parameter Biologi, Fisika dan Kimia di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo Surakarta*. TESIS. Pembimbing I: Dr. Sunarto, M.S., Pembimbing II: Dr. Wiryanto, M.Si., Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

### ABSTRAK

Air limbah domestik mengandung berbagai macam zat pencemar yang berbahaya bagi lingkungan. IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo merupakan instalasi pengolahan air limbah domestik di Surakarta. Adanya IPAL akan memperbaiki kualitas air limbah domestik yang di olah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kualitas air limbah domestik di aliran *inlet* dan aliran *outlet* IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo berdasarkan parameter biologi (*Coliform* dan *Salmonella*), fisika (suhu, TDS dan TSS) dan kimia (pH, BOD, COD, DO dan nitrat) serta mengetahui efisiensi kinerja pada IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo.

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilakukan dengan observasi pada IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah Grab Sampling. Hasil uji laboratorium selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

Berdasarkan penelitian air limbah domestik di IPAL Semanggi diperoleh hasil kualitas aliran *inlet* (*coliform* >2400 individu/100ml, *Salmonella* 82 individu/100ml, suhu 28°C, TSS 75,33 mg/L, TDS 318,33 mg/L, pH 7,12, BOD 63,17 mg/L, COD 176,6 mg/L, DO 0,403 mg/L) dan pada aliran *outlet* (*coliform* >2400 individu/100ml, *Salmonella* 74 individu/100ml, suhu 28,4°C, TSS 63,33 mg/L, TDS 166 mg/L, pH 7,03, BOD 21,63 mg/L, COD oulet 61,78 mg/L, DO 2,403 mg/L). Kualitas air limbah IPAL Mojosongo pada aliran *inlet* (*coliform* >2400 individu/100ml, *Salmonella* 37 individu/100ml, suhu 31,8°C, TSS 34 mg/L, TDS 371,33 mg/L, pH 7,23, BOD 66,87 mg/L, COD 187,67 mg/L, nitrat <0,032 mg/L, DO <0,4 mg/L) dan pada aliran *outlet* (*coliform* >2400 individu/100ml, *Salmonella* 7 individu/100ml, suhu 27,3°C, TSS 34,67 mg/L, TDS outlet 373,67 mg/L, pH 7,31, BOD 14,83 mg/L, COD 41,17 mg/L, nitrat 4,522 mg/L, DO 4,39 mg/L). Setelah dibandingkan dengan baku mutu Peraturan Daerah Jawa tengah No. 5 Tahun 2012 dan PP No.82 Tahun 2001, maka parameter DO dan *coliform* di IPAL Semanggi dan parameter *coliform* di IPAL Mojosongo belum memenuhi baku mutu. Belum terpenuhinya baku mutu, menunjukkan kinerja IPAL terhadap penurunan parameter tersebut kurang efektif.

**Kata Kunci:** *Kualitas Air Limbah, Limbah Domestik, IPAL, Parameter Lingkungan*

Novia Ratna Sari. NIM A131302007. **A Comparative Analysis of Domestic Waste Water Quality of WWTP Semanggi and WWTP Mojosongo of Surakarta Based on Biological, Physical, and Chemical Parameters.** Thesis: Principal Advisor: Dr. Sunarto, M.S., Co-advisor: Dr. Wiryanto, M.Si., The Graduate Program in Environmental Science, Sebelas Maret University, Surakarta 2014.

### ABSTRACT

Domestic waste water contains various pollutants that are harmful to environment. WWTP Semanggi and WWTP Mojosongo of Surakarta are domestic waste water treatment plants in Surakarta. Their existence is to improve domestic waste water quality. The objectives of this research were to investigate the quality of domestic waste water at the inlets and outlets of WWTP Semanggi and WWTP Mojosongo of Surakarta on the basis of biological parameters (*Coliform* and *Salmonella*), physical parameters (temperature, TDS and TSS) and chemical parameters (pH, BOD, COD, DO and nitrate) and to study the performance efficiency of WWTP Semanggi and WWTP Mojosongo of Surakarta.

This research applied descriptive qualitative method. It was done through observation at WWTP of Semanggi and WWTP of Mojosongo, Surakarta. The samples of research were gathered by using the grab sampling technique. The result of laboratory test was then analyzed by descriptive model analysis.

The result of research on the domestic waste water of WWTP Semanggi showed that at the inlet the number of *coliform* was >2400 individuals/100ml, that of *Salmonella* 82 individuals/100ml, the temperature 28°C, TSS 75,33 mg/L, TDS 318,33 mg/L, pH 7,12, BOD is 63,17 mg/L, COD is 176,6 mg/L, and DO 0,403 mg/L), whereas at the outlet the number of *coliform* was >2400 individuals/100ml, *Salmonella* 74 individual/100ml, the temperature 28,4°C, TSS 63,33 mg/L, TDS 166 mg/L, pH 7,03, BOD 21,63 mg/L, COD 61,78 mg/L, and DO 2,403 mg/L. In addition, the result of research on the domestic waste water of WWTP Mojosongo showed that at the inlet the number of *coliform* was >2400 individuals/100ml, *Salmonella* was 37 individual/100ml, the temperature 31,8°C, TSS 34 mg/L, TDS 371,33 mg/L, pH 7,23, BOD 66,87 mg/L, COD 187,67 mg/L, nitrate <0,032 mg/L, and DO <0,4 mg/L) whereas at the outlet the number of *coliform* are >2400 individual/100ml, *Salmonella* 7 individuals/100ml, the temperature 27,3°C, TSS 34,67 mg/L, TDS 373,67 mg/L, pH 7,31, BOD 14,83 mg/L, COD 41,17 mg/L, nitrate 4,522 mg/L, and DO 4,39 mg/L). If compared with the quality standard of Local Legislation Number 5 of 2012 and Government Regulation Number 82 of 2001, the parameters of DO and *coliform* at WWTP Semanggi and the parameter of *coliform* at WWTP Mojosongo have not fulfilled the intended quality standard. The standard quality which has not been completely fulfilled indicates that the performance of the two WWTPs has been less effective in decreasing the aforementioned parameters.

**Keywords:** *Waste water quality, domestic waste, WWTP, environmental parameters*

*commit to user*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
HALAMAN PESEMBAHAN.....	vii
MOTTO .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II. LANDASAN TEORI.....	6
A. Tinjauan Pustaka .....	6
1. Air Limbah .....	6
2. Limbah Cair Domestik.....	9
3. Parameter Biologi.....	10
a. <i>Coliform</i> .....	11
b. <i>Salmonella</i> .....	12
4. Parameter Kimia.....	14
a. <i>Dissolve Oxygen</i> .....	14
b. <i>Biochemical Oxygen Demand</i> .....	15

*commit to user*

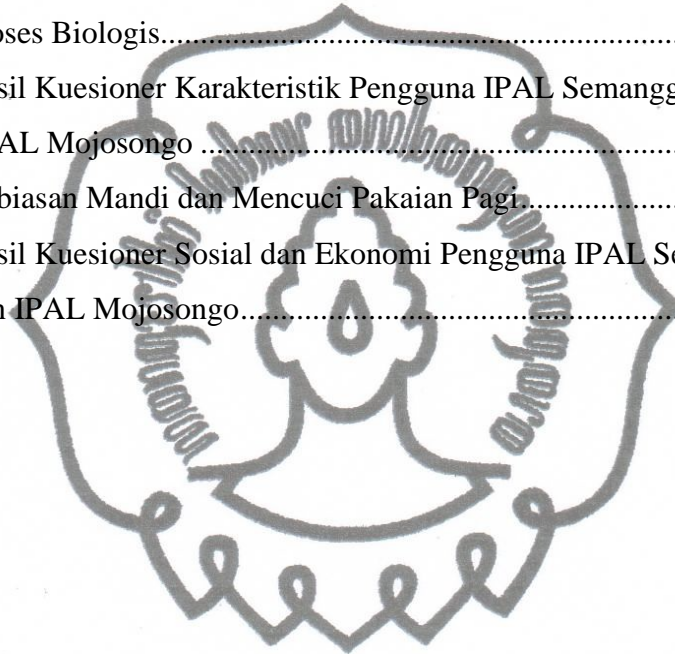
c. <i>Chemical Oxygen Demand</i> .....	16
d. pH.....	17
e. Nitrat .....	18
5. Parameter fisika.....	18
a. Suhu .....	18
b. <i>Total Disolved Solid</i> .....	19
c. <i>Total Suspended Solids</i> .....	20
6. Instalansi Pengolahan Air Limbah atau IPAL.....	21
7. Asas Lingkungan.....	24
B. Kerangka Berpikir .....	25
C. Hipotesis Penelitian.....	27
BAB III. METODE PENELITIAN.....	28
A. Tempat Penelitian.....	28
B. Waktu Penelitian.....	28
C. Tatalaksana Penelitian.....	28
1. Jenis Penelitian.....	28
2. Alat dan Bahan.....	29
3. Populasi dan Sampel .....	29
a. Populasi Penelitian .....	29
b. Sampel Penelitian.....	29
4. Variabel Penelitian .....	31
a. Variabel Bebas.....	31
b. Variabel Terikat.....	32
5. Teknik Pengambilan Sampel.....	32
6. Teknik Analisis Data .....	35
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	36
A. Instalasi Pengolahan Air Limbah Kota Surakarta.....	36
1. IPAL Semanggi .....	37
2. IPAL Mojosongo.....	40
B. Hasil Penelitian .....	45
C. Analisis Data .....	47

1. Analisis Hasil Laboratorium .....	47
a. Parameter pH .....	47
b. Parameter BOD .....	49
c. Parameter COD .....	52
d. Parameter DO .....	54
e. Parameter Nitrat.....	57
f. Parameter Suhu.....	59
g. Parameter TSS .....	61
h. Parameter TDS .....	63
i. Parameter <i>Salmonella</i> .....	65
j. Parameter Total Koliform.....	69
2. Analisis Sosial .....	71
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	85
A. Kesimpulan .....	85
B. Implikasi.....	85
C. Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA .....	87
DAFTAR PUSTAKA .....	94



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan <i>Off Site Sytstem</i> dan <i>On Site System</i> .....	22
Tabel 2. Tabel Unit Sistem IPAL Semanggi.....	38
Tabel 3. Tabel Perbandingan Unit di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo	44
Tabel 4. Tabel Hasil Penelitian IPAL Semanggi .....	45
Tabel 5. Tabel Hasil Penelitian IPAL Mojosongo .....	46
Tabel 6. karakteristik Operasional Proses Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biologis.....	51
Tabel 7. Hasil Kuesioner Karakteristik Pengguna IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo .....	71
Tabel 8. Kebiasaan Mandi dan Mencuci Pakaian Pagi.....	74
Tabel 9. Hasil Kuesioner Sosial dan Ekonomi Pengguna IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo.....	78





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka pemikiran .....	26
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian .....	28
Gambar 3. Diagram Alir IPAL Semanggi.....	37
Gambar 4. Diagram Alir IPAL Mojosongo .....	40
Gambar 5. Diagram nilai pH di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo. ....	48
Gambar 6. Diagram Nilai BOD di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo.	50
Gambar 7. Diagram Nilai COD di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo.	53
Gambar 8. Diagram Nilai DO di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo ....	56
Gambar 9. Diagram Nilai Nitrat di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo	58
Gambar 10. Diagram Nilai Suhu di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo.	60
Gambar 11. Diagram Nilai TSS di IPAL Semanggi dan IPAL .....	62
Gambar 12. Diagram Nilai TDS di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo.	64
Gambar 13. Diagram Nilai <i>Salmonella</i> di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo .....	66
Gambar 14. Diagram Nilai Total Koliform di IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo .....	69
Gambar 15. Rantai Penularan Tinja Menjadi Sumber Infeksi Manusia .....	70
Gambar 16. Diagram Perbandingan Sumber Air Limbah di IPAL Seamnggi dan IPAL Mojosongo.....	77
Gambar 17. Diagram Perbandingan Pendapat Pelanggan IPAL Terhadap IPAL Semanggi dan IPAL Mojosongo.....	84

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata Penulis .....	94
Lampiran 2. Waktu Penelitian.....	95
Lampiran 3. Gambar Unit IPAL Semanggi .....	96
Lampiran 4. Gambar Unit IPAL Mojosongo .....	97
Lampiran 5. Kuesioner.....	98
Lampiran 6. Uji Validitas dan Reliabilitas.....	101
Lampiran 7. Hasil Uji Laboratorium.....	104

