

**STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS
DESAIN SECARA POMPA DAN KOMBINASI
TERHADAP BIAYA DAN KONTINUITAS
DALAM PERENCANAAN SISTEM
PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) DI KEC.
KEBONSARI, KAB. MADIUN**

SKRIPSI



Oleh :

ANDHYANERRA IRSIA PRASASTI

NPM 21034010116

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026**

**STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DESAIN SECARA
POMPA DAN KOMBINASI TERHADAP BIAYA DAN
KONTINUITAS DALAM PERENCANAAN SISTEM
PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) DI KEC. KEBONSARI,
KAB. MADIUN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

ANDHYANERRA IRSIA PRASASTI

NPM 21034010116

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN
STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DESAIN SECARA
POMPA DAN KOMBINASI TERHADAP BIAYA DAN
KONTINUITAS DALAM PERENCANAAN SISTEM
PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) DI KEC. KEBONSARI,
KAB. MADIUN

Disusun Oleh:

Andhyanerra Irsia Prasasti
NPM 21034010116

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing 1


Aussie Amalia, ST., MSc
NPT. 172 1992 1124 059

Pembimbing 2


Restu Hikmah Ayu Murti, SST., MSc.
NIP. 19930416 202506 2005

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DESAIN SECARA
POMPA DAN KOMBINASI TERHADAP BIAYA DAN
KONTINUITAS DALAM PERENCANAAN SISTEM
PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) DI KEC. KEBONSARI,
KAB. MADIUN

Disusun Oleh:

Andhyanerra Irsia Prasasti
NPM 21034010116

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan Jurnal Serambi
Engineering
Menyetujui,

Pembimbing 1


Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NPT. 172 1992 1124 059

TIM PENGUJI
1. Ketua


Ir. Tuhu Agung Rachmanto, MT.
NIP. 19620501 198803 1 001

Pembimbing 2


Restu Hikmah Ayu Murfi, SST., MSc
NIP. 19930416 202506 2095

2. Anggota


Dr. Aulia Ulfah Farandiba, ST., MSc.
NIP. 19890106 202406 2002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI
STUDI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DESAIN SECARA
POMPA DAN KOMBINASI TERHADAP BIAYA DAN
KONTINUITAS DALAM PERENCANAAN SISTEM
PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) DI KEC. KEBONSARI,
KAB. MADIUN

Disusun Oleh:

Andhyanerra Irsia Prasasti
NPM 21034010116

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 26 Juni 2026

TIM PENILAI

KETUA

Ir. Tuhu Agung Rachmanfo, MT.
NIP. 19620501 198803 1 001

ANGGOTA

Dr. Audia Ulfah Farahdiba, ST., MSc.
NIP. 19890106 202406 2002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andhyanerra Irsia Prasasti
NPM : 21034010116
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sais

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 18 Juni 2026

Yang Membuat Pernyataan



Andhyanerra Irsia Prasasti
NPM. 21034010116

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena dengan segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Studi Perbandingan Efektivitas Desain Secara Pompa dan Kombinasi Terhadap Biaya dan Kontinuitas dalam Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) di Kec. Kebonsari, Kab. Madiun” tepat pada waktunya. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana bagi mahasiswa S1 pada program studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Aussie Amalia, ST., MSc selaku pembimbing pertama dan Ibu Restu Hikmah Ayu Murti SST., MSc selaku pembimbing kedua yang telah memberikan arahan dan motivasi selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto. M.T selaku penguji pertama dan Ibu Dr. Aulia Ulfah Farahdiba, ST., MSc selaku penguji kedua atas pertanyaan dan saran yang membangun untuk Tugas Akhir ini.
5. Ibu Ira, Bapak Chandra dan jajaran staf PDAM Tirta Dharma Purabaya Kab. Madiun yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini
6. Kedua orang tua penulis, Bapak Sigit Budiarto S.Sos., M.Si dan Ibu Ipung Rustining S.Kep, Ners yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan, doa, dan nasihat yang tiada hentinya bagi penulis. Serta kedua adik tercinta penulis, Andhyanemma Irsia Pranamukti dan Andhyanezza Irsia Pramajati yang menjadi penyemangat penulis serta keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa.

7. Ghina Rizki Dhiya Ulhaq S, Ak, selaku teman SMA, tetangga rumah, teman satu kampus, tetangga kos yang sudah menemani penulis di masa pengerjaan Tugas Akhir ini
8. Teman dekat penulis selama di TL, Anggie, Zakkiyah, Aya, Nabila, Shafa, Manda, Aisyah, Shinta yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan ini, dari mahasiswa baru hingga pengerjaan skripsi
9. Ais, Hanis, Ina, Marissa dan Qonitah, selaku teman satu batch ujian seminar hasil dan ujian lisan, yang telah menemani penulis di masa – masa akhir pengumpulan skripsi.
10. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 21 yang telah menemani penulis selama di masa perkuliahan ini.
11. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan akhir skripsi hingga saat ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
12. *Lngshot*, *Cortis*, *Xdinary Heroes*, dan *Day6* yang sudah menemani penulis dari mahasiswa baru hingga mahasiswa akhir melalui karya musik dan konten – konten mereka.
13. Terakhir, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada diri sendiri, Andhyanerra Irsia Prasasti, yang telah berusaha dan berjuang menyelesaikan laporan akhir skripsi ini hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kata sempurna sehingga diperlukan kritik dan saran dari berbagai pihak. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, universitas, dan khususnya program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, 6 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Lingkup Penelitian	3
BAB II.....	4
2.1 Definisi Air Minum	4
2.2 Sumber Air	4
2.3 Sistem Penyediaan Air Minum.....	6
2.4 Syarat Air Minum.....	7
2.5 Proyeksi Penduduk	8
2.6 Proyeksi Fasilitas.....	10
2.7 Kebutuhan Air	10
2.8 Aksesori Jaringan SPAM.....	15
2.9 Sistem Distribusi	15
2.10 Pompa.....	17
2.11 <i>Headloss</i>	18
2.12 Kecepatan Aliran	18
2.13 Sisa Tekan	20
2.14 Profil Hidrolis.....	20
2.15 EPANET 2.2.....	20
2.16 <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	21
2.17 Penelitian Terdahulu.....	24

BAB III	28
3.1 Kerangka Perencanaan	28
3.2 Wilayah, Luas dan Administrasi Pelayanan Perencanaan.....	30
3.3 Tahap Perencanaan.....	30
3.3.1 Ide Perencanaan	31
3.3.2 Studi Literatur	31
3.3.3 Pengumpulan Data	31
3.3.4 Pengolahan Data.....	32
3.3.5 Analisis Data	33
3.3.6 Kesimpulan dan Saran.....	33
BAB IV	34
4.1 Proyeksi Penduduk	34
4.2 Proyeksi Fasilitas Umum.....	38
4.3 Sumber Air Baku dan Penentuan Wilayah Perencanaan.....	46
4.4 Analisis Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik	48
4.5 Sistem Jaringan Distribusi menggunakan Perhitungan Profil Hidrolis dan <i>Software Epanet 2.2</i>	53
4.5.1 Skenario dengan Alternatif Sistem Pompa	53
4.5.2 Skenario dengan Alternatif Sistem Kombinasi.....	65
4.6 Bangunan Pelengkap SPAM	78
4.6.1 Bangunan Skenario Perencanaan dengan Alternatif Sistem Pompa 79	
4.6.2 Bangunan Skenario Perencanaan dengan Alternatif Sistem Kombinasi.....	83
4.7 Analisis BOQ dan RAB	86
4.7.1 Analisis BOQ dan RAB Skenario Perencanaan dengan Alternatif Sistem Pompa	87
4.7.2 Analisis BOQ dan RAB Skenario Skenario Perencanaan dengan Alternatif Sistem Kombinasi	96
4.8 Analisis <i>Scoring</i> dengan Menggunakan Metode <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	108

4.8.1	Penetapan Bobot Kriteria dan Matriks Perbandingan Berpasangan	108
4.8.2	Menormalisasi Data	109
4.8.3	Analisis Nilai Eigen Vector dan Uji Konsistensi	110
4.8.4	Penentuan Alternatif Berdasarkan Kriteria	112
BAB V		119
5.1	Kesimpulan.....	119
5.2	Saran.....	120
DAFTAR PUSTAKA		121
LAMPIRAN A		124
LAMPIRAN B		130
LAMPIRAN C		143
LAMPIRAN D		144

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kebutuhan Air Menurut Kategori dan Jumlah Penduduk.....	11
Tabel 2. 2 Kebutuhan Air Domestik	11
Tabel 2. 3 Kebutuhan Air Non Domestik	14
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	24
Tabel 4. 1 Metode Geometrik	35
Tabel 4. 2 Metode Aritmatik.....	36
Tabel 4. 3 Metode Least Square	36
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Penduduk 2025 - 2044	37
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Proyeksi Fasilitas Umum 2044.....	39
Tabel 4. 6 Hasil Uji Kualitas Air Baku.....	47
Tabel 4. 7 Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik Skenario Perencanaan Proyeksi 20 Tahun.....	49
Tabel 4. 8 Analisis Profil Hidrolis Skenario Alternatif Sistem Pompa.....	55
Tabel 4. 9 Analisis Perhitungan Profil Hidrolis Skenario Sistem Kombinasi	66
Tabel 4. 10 Pengadaan dan Pemasangan Pipa Skenario Perencanaan dengan Alternatif Sistem Pompa	87
Tabel 4. 11 Pembangunan Intake dan Reservoir Skenario Perencanaan dengan Alternatif Sistem Pompa	91
Tabel 4. 12 Pengadaan pompa pada alternatif sistem pompa	93
Tabel 4. 13 Aksesoris SPAM Skenario Perencanaan dengan Alternatif Sistem Pompa	93
Tabel 4. 14 RAB Perencanaan Alternatif Pompa	96
Tabel 4. 15 Pengadaan dan Pemasangan Pipa Skenario dengan Alternatif Sistem Kombinasi.....	97
Tabel 4. 16 Biaya Pembangunan Intake dan Reservoir Skenario dengan Alternatif Sistem Kombinasi	101
Tabel 4. 17 Pengadaan pompa pada alternatif sistem kombinasi	104
Tabel 4. 18 Aksesoris SPAM Skenario Perencanaan dengan Alternatif Sistem Kombinasi.....	104

Tabel 4. 19 RAB Perencanaan Alternatif Sistem Kombinasi	106
Tabel 4. 20 Matriks Perbandingan Kriteria Berpasangan Untuk Proyeksi Perencanaan 20 Tahun	109
Tabel 4. 21 Matriks Normalisasi Perbandingan Kriteria Berpasangan	110
Tabel 4. 22 Pengecekan Konsistensi.....	110
Tabel 4. 23 Perhitungan Lamda Max.....	111
Tabel 4. 24 Matriks Perbandingan Alternatif Kriteria Kapasitas Reservoir	112
Tabel 4. 25 Matriks Normalisasi Kapasitas Reservoir	113
Tabel 4. 26 Pengecekan Konsistensi dan Perhitungan Lamda Max Kapasitas Reservoir.....	113
Tabel 4. 27 Matriks Perbandingan Alternatif Kriteria Kemudahan Operasional	113
Tabel 4. 28 Matriks Normalisasi Kemudahan Operasional	113
Tabel 4. 29 Pengecekan Konsistensi dan Perhitungan Lamda Max Kemudahan Operasional	114
Tabel 4. 30 Matriks Perbandingan Alternatif Kriteria Biaya Awal.....	115
Tabel 4. 31 Matriks Normalisasi Biaya Awal	115
Tabel 4. 32 Pengecekan Konsistensi dan Perhitungan Lamda Max Biaya Awal.	115
Tabel 4. 33 Matriks Perbandingan Alternatif Kriteria Biaya Operasional	116
Tabel 4. 34 Matriks Normalisasi Biaya Operasional	116
Tabel 4. 35 Pengecekan Konsistensi dan Perhitungan Lamda Max Biaya Operasional	116
Tabel 4. 36 Matriks Pebandingan Alternatif Kriteria Efisiensi Energi	116
Tabel 4. 37 Matriks Normalisasi Efisiensi Energi	117
Tabel 4. 38 Pengecekan Konsistensi dan Perhitungan Lamda Max Efisiensi Energi.....	117
Tabel 4. 39 Perbandingan Alternatif Perencanaan Proyeksi 20 Tahun.....	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Kerangka Perencanaan.....	29
Gambar 4. 1	Jumlah Penduduk Kecamatan Kebonsari Tahun 2014 - 2024	34
Gambar 4. 2	Proyeksi Penduduk Kecamatan Kebonsari.....	38
Gambar 4. 3	Hasil Running Epanet Skenario dengan Skenario Pompa	53
Gambar 4. 4	Hasil Running Epanet Skenario Kombinasi	65

ABSTRAK

Dalam penelitian ini, bertujuan untuk merencanakan sistem penyediaan air minum (SPAM) di Kecamatan Kebonsari, Kabupaten Madiun dengan dua alternatif sistem yaitu sistem pompa dan sistem kombinasi. Jangka waktu perencanaan yang dilakukan adalah dengan rentang waktu perencanaan 20 tahun. Lalu dilakukan pemilihan alternatif dengan menggunakan metode penilaian AHP. Yang dimana pemilihan alternatif ini untuk menentukan perencanaan mana yang lebih kontinu. Dari hasil penelitian, debit yang dibutuhkan untuk pelayanan 20 tahun dengan total penduduk terlayani 50% atau dengan total 7 desa dari 1 kecamatan adalah 109,32 l/s. Secara keseluruhan dari perhitungan profil hidrolis dan running pada *software EPANET 2.2*, telah menunjukkan hasil yang sesuai dengan ketentuan desain perencanaan. Sehingga hasil *running* telah memenuhi kriteria perencanaan. Dimana sisa tekan pada jaringan perencanaan yang masih diatas 10 m, kecepatan jaringan di antara 0,3 – 2,5 m/s, dimana pada rentang ini dapat menjaga adanya pengendapan dan penyumbatan pada jaringan pipa serta tidak meningkatkan kehilangan energi yang berpotensi merusak pipa. Dari dua sistem alternatif yang direncanakan dalam metode penilaian AHP, yang dimana sistem pompa lebih unggul dibandingkan kombinasi.

Kata Kunci: Sistem Penyediaan Air Minum, *Epanet 2.2*, Sistem Pompa, Sistem Kombinasi, Jaringan Distribusi Air Minum

ABSTRACT

This study aims to design a drinking water supply system (SPAM) in Kebonsari District, Madiun Regency, using two alternative systems, namely a pumping system and a combined system. The planning period considered in this study is 20 years. Furthermore, the selection of the best alternative was carried out using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method to determine which system provides more continuous service. Based on the results, the required discharge for a 20-year service period, with a service coverage of 50% of the total population (equivalent to 7 villages within one district), is 109.32 L/s. Overall, the hydraulic profile calculations and simulations using EPANET 2.2 have shown results that comply with the design criteria. The simulation results indicate that the system meets the planning standards, where the residual pressure in the network remains above 10 m and the flow velocity ranges between 0.3–1 m/s. This velocity range is considered optimal as it prevents sedimentation and clogging in the pipeline while minimizing energy losses that could potentially damage the pipes. Of the two alternative systems planned using the AHP assessment method, the pump system is considered superior to the combined system.

Keyword: Drinking Water Supply System, Epanet 2.2, Pumping System, Combination System, Water Distribution Network