

TUGAS AKHIR

**KOMBINASI JARINGAN SARAF TIRUAN DAN
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PREDIKSI
JUMLAH PRODUKSI AIR PDAM
(Studi Kasus: PDAM TIRTA SATRIA BANYUMAS)**



ARIF AGUSTYAWAN

17102123

**PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2021**

TUGAS AKHIR

**KOMBINASI JARINGAN SARAF TIRUAN DAN
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PREDIKSI
JUMLAH PRODUKSI AIR PDAM
(Studi Kasus: PDAM TIRTA SATRIA BANYUMAS)**

**COMBINATION OF ARTIFICIAL NEURAL
NETWORKS AND *PARTICLE SWARM*
OPTIMIZATION PREDICTION OF WATER
PRODUCTION IN MUNICIPAL WATERWORKS
(Case Study: MUNICIPAL WATERWORKS OF TIRTA
SATRIA BANYUMAS)**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer



ARIF AGUSTYAWAN

17102123

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2021

ii

Lembar Pengesahan Pembimbing

**KOMBINASI JARINGAN SARAF TIRUAN DAN
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PREDIKSI
JUMLAH PRODUKSI AIR PDAM
(Studi Kasus: PDAM TIRTA SATRIA BANYUMAS)**

**COMBINATION OF ARTIFICIAL NEURAL
NETWORKS AND *PARTICLE SWARM*
OPTIMIZATION PREDICTION OF WATER
PRODUCTION IN MUNICIPAL WATERWORKS
(Case Study: MUNICIPAL WATERWORKS OF TIRTA
SATRIA BANYUMAS)**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

**ARIF AGUSTYAWAN
17102123**

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tugas Akhir
Pada hari Jumat, 23 April 2021

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Tri Ginanjar Laksana, M.Kom., M.CS
NIDN. 0407088502

Ummi Athiyah, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0621129001

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Komputer

Tanggal 23 April 2021

Kaprodi,

Auliya Burhanuddin, S.Si., M.Kom.
NIDN. 0630058202

Lembar Penetapan Penguji

**KOMBINASI JARINGAN SARAF TIRUAN DAN
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PREDIKSI
JUMLAH PRODUKSI AIR PDAM
(Studi Kasus: PDAM TIRTA SATRIA BANYUMAS)**

**COMBINATION OF ARTIFICIAL NEURAL
NETWORKS AND *PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION* PREDICTION OF WATER
PRODUCTION IN MUNICIPAL WATERWORKS
(Case Study: MUNICIPAL WATERWORKS OF
TIRTA SATRIA BANYUMAS)**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

**ARIF AGUSTYAWAN
17102123**

**Tugas Akhir Telah Diuji dan Dinilai Panitia Penguji Program Studi S1
Informatika
Fakultas Informatika
Institut Teknologi Telkom Purwokerto
Pada Tanggal: 23 April 2021**

Penguji I

Penguji II

**Siti Khomsah, S.Kom., M.kom.
NIDN. 0517108101**

**Agus Priyanto, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0606118201**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama Mahasiswa : Arif Agustyawan
NIM : 17102123
Program Studi : S1 Informatika

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul berikut:

KOMBINASI JARINGAN SARAF TIRUAN DAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION PREDIKSI JUMLAH PRODUKSI AIR PDAM (Studi Kasus: PDAM TIRTA SATRIA BANYUMAS)

Dosen Pembimbing Utama : Tri Ginanjar Laksana, M.Kom., M.CS
Dosen Pembimbing Pendamping : Ummi Athiyah, S.Kom., M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Institut Teknologi Telkom Purwokerto maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian Saya Sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing.
3. Dalam Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab Saya, bukan tanggung jawab Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
5. Pernyataan ini Saya buat dengan sesungguhnya, apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima Sanksi Akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Purwokerto, 14 April 2021,
Yang Menyatakan,


(Arif Agustyawan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga terselesaikannya penelitian yang tersusun sebagai tugas dengan judul **“Kombinasi Jaringan Saraf Tiruan dan Particle Swarm Optimization Prediksi Jumlah Produksi Air PDAM (Studi Kasus: PDAM Tirta Satria Banyumas)”**.

Selama melaksanakan penelitian dan kemudian tersusun laporan tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan bimbingan. Dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ali Rokhman, M.Si. selaku rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
2. Dr. Tenia Wahyuningrum, S.Kom., M.T. selaku dekan Fakultas Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
3. Auliya Burhanuddin, S.Si., M.Kom. selaku ketua program studi S1 Informatika.
4. Tri Ginanjar Laksana, M.Kom., M.CS selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing penulis dengan kesabaran dan penuh ketelitian sehingga selesainya tugas akhir ini.
5. Ummi Athiyah, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah membimbing penulis dengan kesabaran dan penuh ketelitian sehingga selesainya tugas akhir ini.
6. Bapak Arif Saefudin dan Ibu Nimah, yang telah mendukung baik secara moral maupun material.
7. Kakak Wilujeng Arif Darmawan dan adik Fatmah Nur Laela yang selalu memberikan semangat sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir.
8. Pihak PDAM Tirta Satria Banyumas terutama Bidang Produksi, Bidang Penelitian dan Pengembangan serta Bidang Teknologi Informasi, yang telah menerima penulis dan memberikan informasi yang dibutuhkan dalam penyelesaian tugas akhir.

9. Teman-teman serikat SC yang telah bersama dari awal hingga akhir. Bersama-sama sambat ketika berada di titik terendah, terjungkal, terpeleset dan sukses bersama.
10. Teman-teman seperjuangan di IT Telkom Purwokerto yang selalu memberikan motivasi dan dorongan.
11. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas segala amal dan kebaikan pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini. Penulis juga menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, namun demikian penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Purwokerto, 25 Maret 2021

Arif Agustyawan

DAFTAR ISI

Halaman Sampul Luar.....	i
Halaman Sampul Dalam	ii
Lembar Pengesahan Pembimbing	iii
Lembar Penetapan Penguji.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Dasar Teori.....	17
2.2.1 Air	17
2.2.2 PDAM.....	17
2.2.3 Prediksi	17
2.2.4 <i>Machine Learning</i>	18
2.2.5 Jaringan Saraf Tiruan (JST).....	19
2.2.6 Fungsi Aktivasi	21
2.2.7 Backpropagation	23
2.2.8 Swarm Intelligent (SI).....	26
2.2.9 Particle Swarm Optimization (PSO).....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Subjek dan Objek Penelitian	31
3.2 Diagram Alir Penelitian	31
3.2.1 Observasi.....	32
3.2.2 Studi Pustaka.....	32
3.2.3 Perumusan Masalah dan Tujuan	32
3.2.4 <i>Data Preparation</i>	32
3.2.5 Analisis Data.....	33
3.2.6 Perancangan Model.....	34
3.2.6.1 Perancangan Model Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	34
3.2.6.2 Perancangan Model Kombinasi Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i> dan <i>Particle Swarm Optimization</i>	35

3.2.7 Pelatihan dan Pengujian Model	36
3.2.8 Pembahasan Hasil	36
3.2.9 Kesimpulan dan Saran	36
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	38
4.1 Hasil Pengujian	38
4.1.1 Hasil Analisis Data	38
4.1.2 Hasil Percobaan Arsitektur JST <i>Backpropagation</i>	39
4.1.2.1 Neuron pada <i>Hidden Layer</i>	39
4.1.2.2 <i>Learning Rate</i>	40
4.1.3 Hasil Percobaan Arsitektur JST <i>Backpropagation</i> dan <i>Particle Swarm</i> <i>Optimization</i>	41
4.1.3.1 <i>Swarm Size</i>	41
4.1.3.2 <i>Termination Criteria</i>	42
4.1.3.3 <i>Acceleration Constants</i>	43
4.1.3.4 Arsitektur Jaringan	43
4.1.4 Hasil Pelatihan dan Pengujian Prediksi Produksi Air PDAM Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	44
4.1.5 Hasil Pelatihan dan Pengujian Prediksi Produksi Air PDAM Menggunakan Kombinasi Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i> dan <i>Particle Swarm Optimization</i>	47
4.2 Analisis	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
1.1 Kesimpulan	55
1.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	9
Tabel 4.1 Hasil regresi linear berganda.....	38
Tabel 4.2 Nilai R^2 percobaan jumlah neuron model JST <i>backpropagation</i>	39
Tabel 4.3 Rata-rata nilai R^2 model JST <i>backpropagation</i>	39
Tabel 4.4 Pengaruh nilai <i>learning rate</i> pada performa jaringan	40
Tabel 4.5 Pengaruh <i>swarm size</i> yang berbeda pada performa jaringan	41
Tabel 4.6 Pengaruh nilai iterasi maksimum pada performa jaringan.....	42
Tabel 4.7 Pengaruh kombinasi C1 dan C2 pada performa jaringan	43
Tabel 4.8 Hasil pelatihan JST <i>backpropagation</i>	44
Tabel 4.9 Hasil pengujian model <i>backpropagation</i>	46
Tabel 4.10 Nilai parameter PSO	47
Tabel 4.11 Hasil pelatihan model kombinasi BP-PSO	49
Tabel 4.12 Hasil pengujian model kombinasi BP-PSO	49
Tabel 4.13 Perbandingan MSE antara BP dan BP-PSO	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perkembangan jumlah pelanggan aktif PDAM Tirta Satria Banyumas.....	2
Gambar 2.1 Arsitektur jaringan <i>Single Layer</i>	20
Gambar 2.2 Arsitektur jaringan <i>Multi-Layer</i>	21
Gambar 2.3 Fungsi aktivasi <i>threshold</i>	22
Gambar 2.4 Fungsi aktivasi <i>sigmoid</i>	22
Gambar 2.5 Ilustrasi pergerakan partikel pada proses PSO.....	27
Gambar 3.1 Tahapan-tahapan penelitian.....	31
Gambar 3.2 Diagram alir algoritma JST <i>backpropagation</i>	34
Gambar 3.3 Diagram alir algoritma kombinasi JST <i>backpropagation</i> PSO.....	35
Gambar 4.1 Rata-rata nilai R^2 model JST <i>backpropagation</i>	40
Gambar 4.2 Grafik hasil pelatihan model JST <i>backpropagation</i>	45
Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian model JST <i>backpropagation</i>	47
Gambar 4.4 Grafik hasil pelatihan kombinasi JST <i>backpropagation</i> PSO.....	49
Gambar 4.5 Grafik hasil pengujian kombinasi JST <i>backpropagation</i> PSO	50
Gambar 4.6 Hasil pelatihan BP, BP-PSO vs Target	52
Gambar 4.7 Hasil pengujian BP, BP-PSO vs Target	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Selection Data</i>	62
Lampiran 2 Data Latih Normal	64
Lampiran 3 Data Uji Normal	67
Lampiran 4 Contoh Perhitungan Manual	67
Lampiran 5 Program Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	77
Lampiran 6 Program Fungsi Minimasi	82
Lampiran 7 Program Fungsi <i>Particle Swarm optimization</i>	83