



**ESTIMASI KETINGGIAN AIR DAN TEMPERATUR UAP
PADA MODEL *STEAM DRUM BOILER*
DENGAN METODE EXTENDED KALMAN FILTER**

SKRIPSI

Oleh

**Santhi Rohmatin
NIM 081810101036**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**ESTIMASI KETINGGIAN AIR DAN TEMPERATUR UAP
PADA MODEL *STEAMDRUM BOILER*
DENGAN METODE EXTENDED KALMAN FILTER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

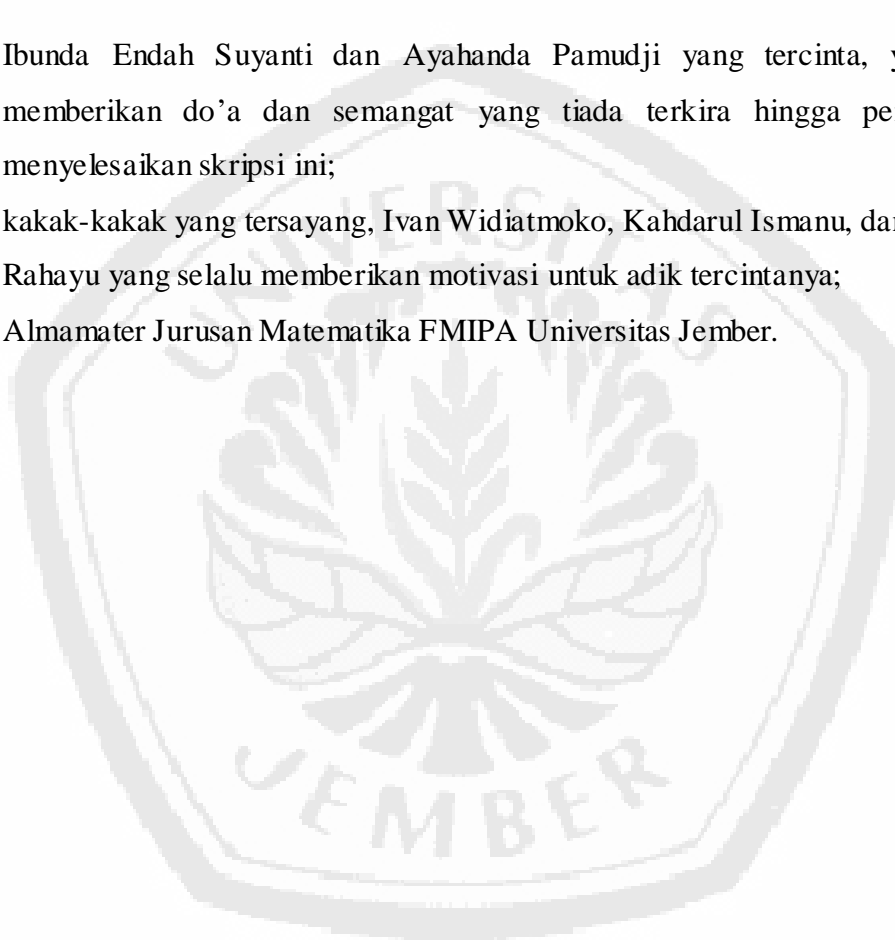
Oleh
Santhi Rohmatin
NIM 081810101036

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Endah Suyanti dan Ayahanda Pamudji yang tercinta, yang selalu memberikan do'a dan semangat yang tiada terkira hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. kakak-kakak yang tersayang, Ivan Widiatmoko, Kahdarul Ismanu, dan Retnaning Rahayu yang selalu memberikan motivasi untuk adik tercintanya;
3. Almamater Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.



MOTTO

“Barang siapa bertakwa kepada Allah niscaya Dia akan memberikan jalan keluar dari setiap kesulitan dan memberinya rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka.” (Ath – Thalaq : 2)^{*)}

“Selama kita beriman, Allah pasti akan menghapus kesedihan itu menggantikannya dengan kebahagiaan. Allah tidak akan menyia-nyikanmu.”^{**)}

“Maksiat berpengaruh pada berkurangnya akal manusia. Jika dibandingkan dua orang yang cerdas, yang satu taat kepada Allah dan yang lain ahli maksiat, maka kita akan menemukan bahwa kecerdasan orang yang taat lebih tinggi, lebih sempurna, pemikirannya lebih bersih dan lebih lurus.”^{***)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Quran dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

^{**)} Al-Qarni, A.A. *La Tahzan untuk wanita*. Terjemahan oleh Bukhari Abu Syauqi. 2004. Bandung: Penerbit Jabal.

^{***)} Al-Jauziyah, I.Q, dalam Gymnastiar, A. 2012. *Agar Hidup Allah yang Ngurus (Jurus 5us Tawakal)*. Bandung: SMS Tauhiid.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Santhi Rohmatin

NIM : 081810101036

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Estimasi Ketinggian Air dan Temperatur Uap pada Model *Steam Drum Boiler* dengan Metode *Extended Kalman Filter*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2012

Yang menyatakan,

Santhi Rohmatin
NIM 081810101036

SKRIPSI

**ESTIMASI KETINGGIAN AIR DAN TEMPERATUR UAP
PADA MODEL *STEAMDRUM BOILER*
DENGAN METODE *EXTENDED KALMAN FILTER***

Oleh

Santhi Rohmatin
081810101036

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Kosala Dwija Purnomo, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Estimasi Ketinggian Air dan Temperatur Uap pada Model *Steam Drum Boiler* dengan Metode *Extended Kalman Filter*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si.
NIP. 19690828 199802 1 001

Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom
NIP. 19720907 199803 1 003

Penguji I,

Penguji II,

Kusbudiono, S.Si., M.Si.
NIP. 19770430 200501 1 001

Bagus Juliyanto, S.Si
NIP. 19800702 200312 1 001

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.
NIP. 19610108 198602 1 001

RINGKASAN

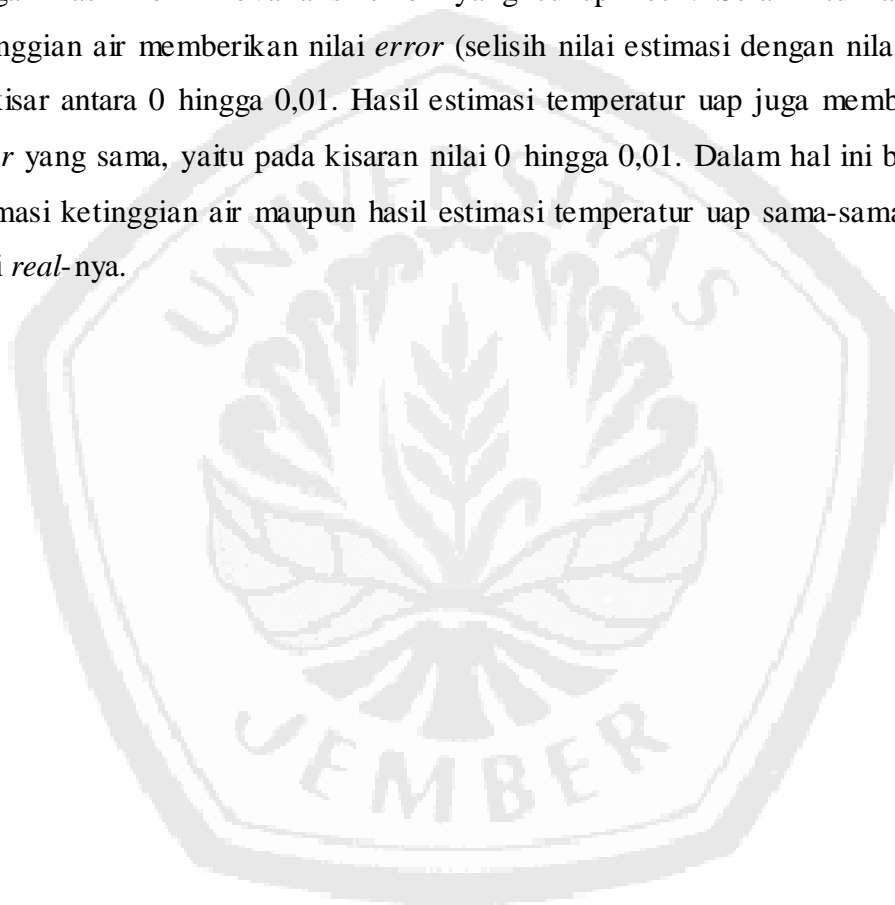
Estimasi Ketinggian Air dan Temperatur Uap pada Model *Steam Drum Boiler* dengan Metode *Extended Kalman Filter*; Santhi Rohmatin, 081810101036; 2012: 43 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan salah satu produsen penghasil listrik yang melayani kebutuhan listrik masyarakat yang diharapkan mampu bekerja secara optimal agar proses distribusi listrik tidak terhambat. Salah satu komponen utama yang memegang peranan penting pada PLTU adalah *boiler*. *Steam drum boiler* merupakan peralatan utama pada *boiler*. Pengukuran ketinggian air dan temperatur uap pada *steam drum boiler* merupakan hal yang sangat penting. Suatu penelitian telah dilakukan untuk model *steam drum boiler*. Jamaludin (2010) mengkaji model *steam drum boiler* menggunakan metode *Ensemble Kalman Filter* (EnKF). Kajian model *steam drum boiler* yang telah dilakukan membuat penulis tertarik untuk mengkajinya dengan menggunakan metode *Extended Kalman Filter* (EKF) yang merupakan bentuk pengembangan dari algoritma *Kalman Filter*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengaplikasikan algoritma EKF dalam mengestimasi ketinggian air dan temperatur uap pada model *steam drum boiler*.

Penelitian dilakukan dalam beberapa langkah. Langkah pertama adalah diskritisasi model *steam drum boiler* dengan menggunakan metode beda hingga maju. Langkah kedua adalah menambahkan faktor stokastik dalam bentuk *noise*. Langkah ketiga adalah menghitung matriks Jacobi dan mengimplementasikan algoritma EKF. Langkah keempat adalah mengestimasi ketinggian air dan temperatur uap pada model *steam drum boiler*. Langkah terakhir adalah menganalisis hasil simulasi. Analisis

yang dilakukan adalah dengan cara membandingkan posisi *real* dengan posisi pada hasil estimasinya. Selanjutnya akan dievaluasi juga nilai kovariansi *error*-nya.

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa hasil estimasi variabel state pada model *steam drum boiler* dengan menggunakan metode EKF memiliki tingkat ketelitian (*accuracy*) yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan hasil norm kovariansi *error* yang cukup kecil. Selain itu hasil estimasi ketinggian air memberikan nilai *error* (selisih nilai estimasi dengan nilai *real*) yang berkisar antara 0 hingga 0,01. Hasil estimasi temperatur uap juga memberikan nilai *error* yang sama, yaitu pada kisaran nilai 0 hingga 0,01. Dalam hal ini berarti hasil estimasi ketinggian air maupun hasil estimasi temperatur uap sama-sama mendekati nilai *real*-nya.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Estimasi Ketinggian Air dan Temperatur Uap pada *Steam Drum Boiler* dengan Metode *Extended Kalman Filter*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kosala Dwidja Purnomo, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini;
2. Kusbudiono, S.Si, M.Si dan Bagus Juliyanto, S.Si, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
3. Ibunda Endah Suyanti dan Ayahanda Pamudji serta keluarga di Mojokerto yang telah memberikan doa;
4. Agustina Pradjaningsih, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Ana, Arif, Vianda, Mia, Layli, Riya, Ika, Mifta serta teman-teman angkatan 2008 yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung;
6. Septyan Armada yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan keceriaan dalam hidupku;
7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Oktober

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Boiler dan Steam Drum Boiler	6
2.2 Pemodelan Matematika pada Steam Drum Boiler	7
2.2.1 Pemodelan Matematika dari Ketinggian Air	9
2.2.2 Pemodelan Matematika dari Temperatur Uap	10
2.3 Metode Beda Hingga	12
2.4 Metode Kalman Filter	13
2.5 Metode Extended Kalman Filter (EKF)	15
2.6 Norm Kovariansi Error	19

2.7 MATLAB	20
BAB 3. METODE PENELITIAN	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Diskritisasi Model <i>Steam Drum Boiler</i>	26
4.2 Perhitungan Matriks Jacobi dan Penambahan Faktor Stokastik	28
4.3 Implementasi Algoritma EKF untuk Model <i>Steam Drum Boiler</i>	29
4.4 Hasil Estimasi Norm Kovariansi <i>Error</i>	33
4.5 Hasil Estimasi Ketinggian Air	34
4.6 Hasil Estimasi Temperatur Uap	36
4.7 Pembahasan	38
BAB 5. PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 <i>Steam drum boiler</i>	7
2.2 Sistem <i>steam drum boiler</i>	8
2.3 Skema Algoritma EKF	17
2.4 Skema simulasi sistem <i>steam drum boiler</i>	24
4.1 Tampilan GUI program Estimasi Ketinggian Air dan Temperatur Uap pada Model <i>Steam Drum Boiler</i> dengan Metode EKF	32
4.2 Norm kovariansi <i>error</i> untuk estimasi ketinggian air	33
4.3 Norm kovariansi <i>error</i> untuk estimasi temperatur uap	34
4.4 Hasil estimasi h dengan metode EKF	35
4.5 Selisih estimasi h menggunakan metode EKF	36
4.6 Hasil estimasi T dengan metode EKF	37
4.7 Selisih estimasi T menggunakan metode EKF	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Hasil Estimasi Ketinggian Air untuk 1500 Iterasi	44
A.1 Hasil Estimasi Ketinggian Air.....	44
A.2 Norm Kovariansi <i>Error</i>	44
A.3 Selisih Estimasi	45
B. Hasil Estimasi Ketinggian Air untuk 2000 Iterasi	45
B.1 Hasil Estimasi Ketinggian Air.....	46
B.2 Norm Kovariansi <i>Error</i>	46
B.3 Selisih Estimasi	47
C. Hasil Estimasi Ketinggian Air untuk 3000 Iterasi	47
C.1 Hasil Estimasi Ketinggian Air.....	47
C.2 Norm Kovariansi <i>Error</i>	48
C.3 Selisih Estimasi	48
D. Hasil Estimasi Temperatur Uap untuk 1500 Iterasi	48
D.1 Hasil Estimasi Temperatur Uap	49
D.2 Norm Kovariansi <i>Error</i>	49
D.3 Selisih Estimasi	50
E. Hasil Estimasi Temperatur Uap untuk 2000 Iterasi	50
E.1 Hasil Estimasi Temperatur Uap.....	50
E.2 Norm Kovariansi <i>Error</i>	51
E.3 Selisih Estimasi	51
F. Hasil Estimasi Temperatur Uap untuk 3000 Iterasi	52
F.1 Hasil Estimasi Temperatur Uap	52
F.2 Norm Kovariansi <i>Error</i>	52
F.3 Selisih Estimasi	53
G. Skrip Program	53
G.1 Skrip Program Boiler	53

G.2 Skrip Program Pilihan	57
G.3 Skrip Program Proses	59

