



**PERBANDINGAN METODE *ENSEMBLE KALMAN FILTER* DAN METODE
UNSCENTED KALMAN FILTER DALAM MENGESTIMASI
TINGKAT KARBON TANAH**

SKRIPSI

Oleh
Bayu Kriswanto
NIM 081810101043

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**PERBANDINGAN METODE *ENSEMBLE KALMAN FILTER* DAN METODE
UNSCENTED KALMAN FILTER DALAM MENGESTIMASI
TINGKAT KARBON TANAH**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh
Bayu Kriswanto
NIM 081810101043

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Sumarji dan Ibunda Diah Palupi tercinta, yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanan untuk putra tercintanya;
2. guru-guru Sekolah Dasar sampai perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dengan penuh kesabaran;
3. Almamater Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.

MOTTO

Hargailah cita-cita dan impianmu karena dua hal ini adalah anak jiwamu,
dan cetak diri prestasi puncakmu karena itu bekal buatmu,
usaha seseorang bukanlah apa yang mereka dapatkan dari usahanya
tetapi perubahan diri akibat usaha itu,
karena dunia masa depan adalah milik orang yang memiliki visi di hari ini^{*)}

^{*)}Zunana E. 2013. Kumpulan Motto Skripsi. [serial On line]. <http://camkoha.blogspot.com/2013/08/kumpulan-motto-skripsi.html>. [05 Desember 2013]

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Bayu Kriswantoro

NIM : 081810101043

menyatakan dengan ini sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Perbandingan Metode Ensemble Kalman Filter dan Metode Unscented Kalman Filter dalam Mengestimasi Tingkat Karbon Tanah” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2014

Yang menyatakan,

Bayu Kriswantoro

NIM 081810101043

SKRIPSI

**PERBANDINGAN METODE *ENSEMBLE KALMAN FILTER* DAN METODE
UNSCENTED KALMAN FILTER DALAM MENGESTIMASI
TINGKAT KARBON TANAH**

Oleh

Bayu Kriswantoro

NIM 081810101043

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perbandingan Metode *Ensemble Kalman Filter* dan Metode *Unscented Kalman Filter* dalam Mengestimasi Tingkat Karbon Tanah” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : senin, 27 Januari 2014

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember.

Tim Penguji:

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Kosala Dwidja Purnomo, S.Si, M.Si.
NIP 196908281998021001

Penguji I,

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.
NIP 196610121993031001

Penguji II,

Kusbudiono, S.Si, M.Si.
NIP 197704302005011001

Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si.
NIP 197407162000032001

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D.
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Perbandingan Metode *Ensemble Kalman Filter* dan Metode *Unscented Kalman Filter* dalam Mengestimasi Tingkat Karbon Tanah; Bayu Kriswantoro; 081810101043; 35 halaman; Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember

Kandungan tanah yang sangat penting dalam proses pertumbuhan tanaman salah satunya adalah karbon. Karbon juga merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan tingkat kesuburan tanah. Pengukuran karbon dalam tanah dapat dilakukan secara langsung. Tetapi, hal ini memerlukan banyak waktu dan biaya, sehingga tidak efisien untuk dilakukan (Januariani, 2011). Oleh karena itu untuk mengetahui kadar karbon dalam tanah tersebut dikembangkan sebuah model yang menggabungkan antara model dan pengukuran. Teknik ini salah satunya dikenal dengan nama Kalman filter.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hasil perbandingan keakuratan metode Ensemble Kalman filter dan metode Unscented Kalman filter dalam mengestimasi tingkat karbon tanah.

Untuk memperoleh hasil estimasi dan mengetahui metode yang terbaik, dilakukan beberapa langkah, yaitu studi literatur dilakukan dengan mengkaji dan mencari referensi yang berkaitan dengan pembahasan skripsi ini termasuk penentuan model dan data yang digunakan, dan dilanjutkan dengan identifikasi model yaitu apakah modelnya sudah diskrit atau masih kontinu dan melakukan penambahan *noise* apabila model masih dalam bentuk deterministik. Selanjutnya mengimplementasikan metode EnKF dan metode UKF dilanjutkan dengan pembuatan program. Setelah itu dilakukan simulasi program untuk mengetahui nilai tingkat karbon tanah dan besar *norm* kovariansi *error*-nya. Kemudian dilakukan perbandingan kedua metode tersebut dengan melihat nilai *norm* kovariansi *error* dari masing-masing metode.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan metode EnKF dengan beberapa *ensemble* yang digunakan tidak dapat disimpulkan *ensemble* berapa yang paling bagus. Akan tetapi estimasinya cukup baik karena grafik estimasinya mengikuti nilai

numeriknya. Untuk simulasi dengan menggunakan metode UKF, hasil estimasinya cukup baik juga, karena grafik nilai estimasi dengan nilai numeriknya cukup rapat. Akan tetapi *norm* kovariansi *error*-nya lebih besar dari pada metode EnKF.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa metode EnKF lebih akurat dibandingkan dengan metode UKF dalam mengestimasi tingkat karbon tanah karena *norm* kovariansi *error*-nya lebih kecil metode EnKF.

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Metode *Ensemble Kalman Filter* dan Metode *Unscented Kalman Filter* dalam Mengestimasi Tingkat Karbon Tanah”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kosala Dwidja Purnomo, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Rusli Hidayat, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini;
2. Kusbudiono S.Si, M.Si., dan Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritikan;
3. Drs. Moh. Hasan M.Sc.,Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Akademik;
4. bapak dan ibu serta keluarga di rumah yang telah memberikan doa, dukungan dan kasih sayang;
5. sahabat Connan Familly (Yesiana, Pian, Dayvis, Indah dan Mumu) dan Lulus Novita yang selalu memberikan semangat dan motivasi;
6. angkatan matematika 2008 dan teman-teman kost yang selalu berbagi suka dan duka bersama;
7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

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

Jember, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Model Tingkat Karbon Tanah	4
2.2 Metode Kalman Filter	5
2.3 Metode Ensemble Kalman Filter	7
2.4 Metode Unscented Kalman Filter	9
2.5 Norm Matriks Kovariansi Error	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	15
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Implementasi Metode EnKF untuk Model Tingkat Karbon	

Tanah	20
4.2 Implementasi Metode UKF untuk Model Tingkat Karbon	
Tanah	22
4.3 Simulasi Program	25
4.4 Analisis Hasil Simulasi	31
BAB V. PENUTUP	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Nilai parameter dan kondisi awal	16
4.1 Nilai <i>norm</i> kovariansi <i>error</i>	30
4.2 Perbandingan <i>norm</i> kovariansi <i>error</i> metode EnKF dan metode UKF	33
4.3 Perbandingan waktu komputasi metode EnKF dan metode UKF	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Skema metode penelitian.....	15
4.1 Hasil estimasi tingkat karbon tanah pada EnKF dengan $N_\varepsilon = 50$	25
4.2 Norm kovariansi <i>error</i> pada EnKF dengan $N_\varepsilon = 50$	26
4.3 Hasil estimasi tingkat karbon tanah pada EnKF dengan $N_\varepsilon = 100$	27
4.4 Norm kovariansi <i>error</i> pada EnKF dengan $N_\varepsilon = 100$	27
4.5 Hasil estimasi tingkat karbon tanah pada EnKF dengan $N_\varepsilon = 500$	28
4.6 Norm kovariansi <i>error</i> pada EnKF dengan $N_\varepsilon = 500$	28
4.7 Hasil estimasi tingkat karbon tanah pada EnKF dengan $N_\varepsilon = 1000$	29
4.8 Norm kovariansi <i>error</i> pada EnKF dengan $N_\varepsilon = 1000$	29
4.9 Hasil estimasi tingkat karbon tanah dengan metode UKF.....	30
4.10 Norm kovariansi <i>error</i> pada UKF.....	31
4.11 Hasil perbandingan estimasi tingkat karbon tanah.....	32
4.12 Hasil perbandingan Norm kovariansi <i>error</i>	32