

**IDENTIFIKASI PERUBAHAN IKLIM
DAN PROYEKSI DAMPAKNYA TERHADAP NERACA AIR
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MAHAKAM**

Disertasi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai gelar Doktor pada
Program Studi Doktor Ilmu Kehutanan**



Diajukan Oleh :

**MISLAN
NIM. 0803010009**

Kepada

**Program Studi Doktor Ilmu Kehutanan
Program Pasca Sarjana Fakultas Kehutanan
Universitas Mulawarman
Samarinda
2015**

**IDENTIFIKASI PERUBAHAN IKLIM
DAN PROYEKSI DAMPAKNYA TERHADAP NERACA AIR
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MAHAKAM**

Disertasi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai gelar Doktor pada
Program Studi Doktor Ilmu Kehutanan**



Diajukan oleh

**Mislan
0803010009**

Kepada

**Program Doktor Ilmu Kehutanan
Program Pascasarjana
Fakultas Kehutanan
Universitas Mulawarman
Samarinda
2015**

DISERTASI

IDENTIFIKASI PERUBAHAN IKLIM DAN PROYEKSI DAMPAKNYA TERHADAP NERACA AIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MAHAKAM

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Mislan
0803010009

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal **26 JUN 2015**
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji :

Promotor

Prof. Dr. Ir. Sigit Hardwinarto, M.Agr.
NIP. 19610202 198603 1 003

Promotor Pendamping I

Prof. Dr. Ir. Marlon I. Apassa, M.Agr.
NIP. 19580715 198103 1 008

Promotor Pendamping II

Dr. H. Muhammad Sumaryono, M.Sc.
NIP. 19550802 198302 1 003

Anggota Dewan Penguji I

Prof. Dr. Ir. H. Wawan Kustiawan, M.Agr.Sc.
NIP. 19510131 197802 1 002

Anggota Dewan Penguji II

Prof. Dr. Soeyitno Soedirman, M.Agr.
NIP. 19420707 197302 1 001

Anggota Dewan Penguji III

Prof. Dr. Ir. A. Syafei Sidik, M.Sc.
NIP. 19520701 197702 1 001

Mengetahui :



Prof. Dr. Ir. H. Abubakar M. Lahjie, M.Agr.
NIP. 19511120 197603 1 001



Prof. Dr. Ir. Edy Budiarmo.
NIP. 19590103 198503 1 002

Lulus ujian disertasi : **07 JUL 2015**
Diserahkan tanggal : **21 AUG 2015**

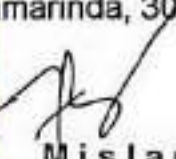
PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya, bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, maka saya bersedia DISERTASI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (DOKTOR) dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Samarinda, 30 Juni 2015




Mislan
NIM 08031009

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK	xxi
ABSTRACT	xxiii
 I. PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	5
1.3 MANFAAT PENELITIAN	5
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 IKLIM DAN PERUBAHANNYA	6
2.1.1 Sistem Iklim Bumi	6
2.1.2 Perubahan Iklim	12
2.1.3 Dampak dan Strategi Menghadapi Perubahan Iklim	34
2.2 ENSO	40
2.3 NERACA AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI	51
2.3.1 Siklus Hidrologi, Daerah Aliran Sungai dan Neraca Air	51
2.3.2 Perubahan Iklim, Hujan, Hutan dan Debit Aliran	56
2.4 PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI	61
2.5 KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS	62
2.5.1 Kerangka Pemikiran	62
2.5.2 Hipotesis	63
 III. METODE PENELITIAN	
3.1 LOKASI DAN WAKTU	65
3.1.1 Lokasi Studi	64
3.1.2 Waktu Penelitian	65
3.2 OBYEK PENELITIAN	65

3.3	BAHAN DAN ALAT	65
3.3.1	Bahan	65
3.3.2	Peralatan	66
3.4	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	66
3.5	PROSEDUR PENELITIAN	67
3.5.1	Persiapan	67
3.5.2	Rancangan Penelitian	67
3.5.3	Pelaksanaan Penelitian	68
3.5.4	Data Penelitian	69
3.6	ANALISIS DATA	69
3.6.1	Suhu Udara	69
3.6.2	Curah Hujan	70
3.6.3	ENSO	77
3.6.4	Proyeksi Suhu Udara dan Curah Hujan	78
3.6.5	Proyeksi Dampak Perubahan Iklim Terhadap Neraca Air	82
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	SUHU UDARA	84
4.1.1	Data Penelitian	84
4.1.2	Hasil Analisis dan Pembahasan Suhu Udara	85
4.2	CURAH HUJAN	95
4.2.1	Data penelitian	95
4.2.2	Hasil Analisis dan Pembahasan Curah Hujan	96
4.3	ENSO DAN HUBUNGANNYA DENGAN CURAH HUJAN	146
4.3.1	ENSO	146
4.3.2	Hubungan ENSO dan Curah Hujan	152
4.4	PROYEKSI SUHU DAN CURAH HUJAN	162
4.4.1	Proyeksi Suhu Udara di DAS Mahakam	162
4.4.2	Proyeksi Curah Hujan di DAS Mahakam	168
4.5	KONDISI HIDROLOGI DAN NERACA AIR DI DAS MAHAKAM	175
4.5.1	Kondisi Umum Hidrologi DAS Mahakam	175
4.5.2	Neraca Air dan Proyeksinya di DAS Mahakam	180
4.6	MASUKAN UNTUK STRATEGI PENGELOLAAN DAS MAHAKAM	196
4.6.1	Potensi Dampak (Negatif) Perubahan Iklim di DAS Mahakam	196
4.6.2	Strategi Pengelolaan DAS Mahakam Berbasis Perubahan Iklim	199

V. KESIMPULAN DAN SARAN**5.1 KESIMPULAN**

208

5.2 SARAN

212

DAFTAR PUSTAKA

214

LAMPIRAN A. DATA SUHU UDARA

232

LAMPIRAN B. DATA CURAH HUJAN

238

LAMPIRAN C. ANALISIS STATISTIK

241

LAMPIRAN D. PETE-PETA PENELITIAN

259

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1	Konsentrasi GRK Menurut Skenario IPCC	18
2	Nilai CN Berbagai Jenis Tataguna Lahan dan Tipe Tana	55
3	Kriteria Kelas Curah Hujan Tahunan	73
4	Tipe Iklim dan Nilai Indek Iklim Berdasarkan Smitch-Fergusson	75
5	Sifat Hujan (dalam waktu 24 jam	76
6	Sifat Curah Hujan Harian Maksimum (dalam waktu 24 jam)	76
7	Karakteristik El Nino, La Nina atau Normal Berdasarkan Nilai SOI	77
8	Skenario SRES dan Tingkat Emisi yang Menjadi Bahan Kajian Bappenas (2010)	79
9	Nilai CN Berbagai Jenis Tataguna Lahan dan Tipe Tanah	83
10	Lokasi Stasiun dan Data Suhu Udara di DAS Mahakam	84
11	Hasil Analisis Data Suhu Udara di Stasiun Kota Bangun Periode 1986-2010	86
12	Hasil Analisis Data Suhu Udara di Stasiun Temindung Samarinda Periode 1982-2010.	87
13	Hasil Analisis Data Suhu Udara di Stasiun Sepinggian Balikpapan Periode 1982-2010.	88
14	Stasiun dan Data Curah Hujan di dalam dan luar DAS Mahakam	96
15	Analisis Trend Curah Hujan Tahunan di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	102
16	Analisis Trend Curah Hujan Tahunan di DAS Mahakam Periode 1986-1999.	103
17	Analisis Trend Curah Hujan Tahunan di DAS Mahakam Periode 2000-2008.	104
18	Uji Beda Nyata Curah Hujan Tahunan Antar Periode (1986-1999 dan 2000-2008).	107
19	Panjang/Lama Hari Hujan di DAS Mahakam Periode Sebelum 1986, 1986-2008, 1986-1999 dan 2000-2008.	108
20	<i>Wet Spell</i> (dalam Hari) di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	110
21	<i>Dry Spell</i> di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	113
22	Nilai Maksimum dan Rata-Rata <i>Dry Spell</i> di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	114

23	Pola Curah Hujan Bulanan di DAS Mahakam Periode Sebelum 1986.	117
24	Tipe Hujan di DAS Mahakam Berdasarkan Puncak Hujan.	122
25	Jumlah Bulan Basah (BB), Bulan Lembab (BL) dan Bulan Kering (BK) Periode Tahun 1986-2008.	123
26	Indek Iklim di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	124
27	Sifat Hujan di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	129
28	Data Curah Hujan Harian Maksimum di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	132
29	Persentase Kelas Curah Hujan Harian Maksimum di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	133
30	Nilai Nilai Southern Oscillation Index (SOI) Periode 1980-2008	146
31	Jumlah Kasus ENSO (dalam bulan) Periode 1986-2008.	149
32	Pola Anomali Iklim ENSO Periode 1986-2008.	150
33	Hasil Analisis Hubungan La Nina untuk SOI > 5 dengan Curah Hujan di DAS Mahakam untuk Periode 1986-2008.	153
34	Hasil Analisis Hubungan La Nina untuk SOI > 10 dengan Curah Hujan di DAS Mahakam untuk Periode 1986-2008.	154
35	Sifat Curah Hujan Tahunan (mm) di DAS Mahakam Kaitannya dengan Kejadian La Nina Periode 1986-2008.	155
36	Hasil Analisis Hubungan El Nino untuk SOI < -5 dengan Curah Hujan di DAS Mahakam untuk Periode 1986-2008.	156
37	Hasil Analisis Hubungan El Nino untuk SOI < -10 dengan Curah Hujan di DAS Mahakam untuk Periode 1986-2008.	157
38	Sifat Curah Hujan Tahunan (mm) di DAS Mahakam Kaitannya dengan Kejadian El Nino Periode 1986-2008.	158
39	Baseline dan Proyeksi Suhu Udara Periode Tahun 2020-2080.	162
40	Baseline, Perubahan dan Proyeksi Curah Hujan Periode Tahun 2020-2080 Berdasarkan Skenario B1, A1B dan A2.	166
41	Kondisi Perubahan Tutupan Lahan dan Nilai CN Untuk Tahun 2004 (Periode 2000-2010)	182
42	Hasil Perhitungan Nilai Unsur Neraca Air Periode 1990-2010	182
43	Kondisi Luasan Tutupan Lahan di DAS Mahakam pada Tahun 2011 (Periode 2010-2020).	186
44	Kondisi Luasan Tutupan Lahan di DAS Mahakam pada Tahun 2004 sampai pada Tahun 2011	188

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1	Sistem Iklim Bumi	6
2	Peta Iklim Dunia Menurut Koppen	9
3	Pola Curah Hujan di Indonesia (a) menurut Aldrian, E. dan RD. Susanto (2003), dan (b) menurut BMKG (2011)	11
4	Perubahan Rerata (a), Perubahan Variansi (b), dan Perubahan Rerata dan Variansinya (c)	14
5	Hasil Pencatatan Suhu Bumi 1880-2000	16
6	Kondisi ENSO: (a) Normal, (b) <i>El Nino</i> , dan (c) <i>La Nina</i>	41
7	Kondisi Regional Terkait ENSO	42
8	Kondisi SST: (a) Kondisi SST pada Saat Normal, dan (b) Kondisi SST Saat ENSO	44
9	Nilai SOI dan Kejadian <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	44
10	Siklus Hidrologi	52
11	Peta Administrasi di DAS Mahakam	64
12	Alur Penelitian	66
13	Nilai Indek dan Tipe Iklim Menurut Smith-Fergusson	75
14	Zona Perubahan Iklim di pulau Kalimantan	79
15	Nilai Perubahan Suhu Udara di Pulau Kalimantan	80
16	Nilai Perubahan Curah Hujan di Pulau Kalimantan	81
17	Pola Suhu Udara Rata-Rata Bulanan ($^{\circ}\text{C}$) di Stasiun Kota Bangun Periode 1988-2010, 1988-1999 dan 2000-2010	85
18	Pola Suhu Udara Rata-Rata Bulanan ($^{\circ}\text{C}$) di Stasiun BMKG Temindung Samarinda (1982-2010).	86
19	Pola Suhu Udara Rata-Rata Bulanan ($^{\circ}\text{C}$) di Stasiun BMKG Sepinggah Balikpapan (1982-2010).	87
20	Grafik Nilai Parameter Suhu Udara ($^{\circ}\text{C}$) di Kota Bangun, Samarinda dan Balikpapan Periode Tahun 1982-2010.	89
21	Grafik Kenaikan Suhu Udara Rata-Rata Bulanan di Kota Bangun, Samarinda dan Balikpapan Periode 1982-2010	90
22	Peta Suhu Udara Minimum Rata-Rata Bulanan, Suhu Udara Rata-Rata, Suhu Udara Maksimum, dan Suhu Udara Maksimum Tertinggi Periode 1982-2010	90
23	Peta Suhu Udara (a) Periode 1982-1999 dan (b) Periode 2000-2010	91
24	Grafik Curah Hujan Tahunan Periode Sebelum 1986 dan 1986-2008.	97

25	Peta Isohyet Curah Hujan di DAS Mahakam Periode Sebelum 1986, Periode 1986-2008, Periode 1986-1999 dan Periode 2000-2008.	98
26	Curah Hujan Kawasan (mm dalam setahun) di DAS Mahakam.	99
27	Grafik Persentase (%) Kelas Curah Hujan di DAS Mahakam Sebelum 1986, 1986-2008, 1986-1999 dan 2000-2008.	100
28	Grafik Nilai Perubahan (Trend) Curah Hujan Tahunan di DAS Mahakam 1986-2008.	105
29	Peta Nilai Perubahan (Trend) Curah Hujan Tahunan di DAS Mahakam 1986-2008.	106
30	Peta Jumlah Hari Hujan Rata-Rata di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	109
31	Grafik <i>Wet Spell</i> di DAS Mahakam Periode Sebelum 1986, 1986-2008, 1986-1999 dan 2000-2008.	111
32	Peta maksimum <i>Wet Spell</i> di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	112
33	Grafik <i>Dry Spell</i> di DAS Mahakam Periode Sebelum 1986, 1986-2008, 1986-1999 dan 2000-2008.	114
34	Peta maksimum <i>Dry Spell</i> di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	115
35	Pola Curah Hujan Bulanan di DAS Mahakam Sebelum Periode 1986.	116
36	Pola Curah Hujan Bulanan (a-n) di DAS Mahakam.	121
37	Grafik Indeks Iklim di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	125
38	Peta Indeks Iklim di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	126
39	Peta Indeks Iklim di DAS Mahakam Periode 1986-1999.	126
40	Peta Indeks Iklim di DAS Mahakam Periode 2000-2008.	126
41	Grafik Intensitas Curah Hujan (mm/jam) di DAS Mahakam Periode Sebelum 1986 dan 1986-2008	128
42	Grafik Sifat Hujan di DAS Mahakam Periode Sebelum 1986 dan 1986-2008.	130
43	Grafik Curah Hujan Harian Maksimum di DAS Mahakam Periode Sebelum 1986.	131
44	Peta Curah Hujan Harian Maksimum di DAS Mahakam Periode Sebelum 1986.	131
45	Grafik Persentase Kelas Curah Harian Maksimum di DAS Mahakam Periode Tahun 1986-2008.	134

46	Grafik Curah Hujan Harian Maksimum Tertinggi (mm) di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	134
47	Peta Curah Hujan Harian Maksimum di DAS Mahakam Periode 1986-2008.	135
48	Grafik Kejadian ENSO Periode 1986-2008 (Normal jika $-<SOI<5$) El Nino jika $SOI<-5$ dan La Nina jika $SOI>5$).	148
49	Kondisi Anamoli Iklim (% bulan) Periode 1986-2008.	149
50	Proyeksi Suhu Udara Periode 2020-2080 berdasarkan Skenario B1, A1B dan A2.	163
51	Peta Proyeksi Suhu Udara Baseline 2010.	164
52	Proyeksi Suhu Udara Periode 2020	164
53	Proyeksi Suhu Udara Periode 2050	166
54	Proyeksi Suhu Udara Periode 2080	167
55	Proyeksi Curah Hujan Tahunan Periode 2020-2080	170
56	Peta Curah Hujan Baseline 2010	171
57	Peta Proyeksi Curah Hujan 2020	172
58	Peta Proyeksi Curah Hujan 2050	173
59	Peta Proyeksi Curah Hujan 2080	174
60	Peta sub DAS di DAS Mahakam	175
61	Peta Penggunaan Lahan di DAS Mahakam Tahun 2004.	181
62	Nilai Unsur Neraca Air Periode 1990-2010	183
63	Nilai Evaporasi di Stasiun Temindung 1999-2007	184
64	Kondisi TMA di AWLR Pos Melak	184
65	Kondisi TMA di AWLR Pos Kota Bangun	185
66	Kondisi TMA di AWLR Pos Tenggaraong	185
67	Peta Penggunaan Lahan di DAS Mahakam Tahun 2011	187
68	Proyeksi Curah Hujan Tahunan, Hujan Efektif Tahunan	190
69	Proyeksi Curah Hujan Tahunan, Retensi dan Hujan Efektif	190

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
A	Data Suhu Udara di DAS Mahakam	232-237
B	Curah Hujan di DAS Mahakam	238-240
C	Analisis Hubungan ENSO dan Curah Hujan	241-258
D	Peta Suhu Udara, Curah Hujan, Proyeksi Suhu Udara, Proyeksi Curah Hujan, dan Peta Tutupan Lahan di DAS Mahakam	259-295

ABSTRAK

MISLAN. Identifikasi Perubahan Iklim dan Proyeksi Dampaknya terhadap Neraca Air di Daerah Aliran Sungai Mahakam (Dibimbing oleh Sigit Hardwinarto, Marlon Ivanhoe Alpasa dan Moch. Sumaryono)

Penelitian ini dilakukan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Mahakam di wilayah Provinsi Kalimantan Timur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji karakteristik suhu udara dan perubahannya, mengetahui pola dan perubahan curah hujan, serta sifat anomali iklim (*ENSO*), mengkaji hubungan sifat anomali iklim (*ENSO*) dengan curah hujan, memperkirakan proyeksi perubahan suhu udara dan curah hujan akibat perubahan iklim serta dampak perubahan curah hujan dan perubahan penggunaan lahan terhadap neraca air di DAS Mahakam.

Metode penelitian ini antara lain menggunakan pendekatan *bottom-up* yakni mengkaji data observasi dan pendekatan *top-down* yakni prediksi berdasarkan *Global Circulation Models (GCMs)* dan *Special Report on Emissions Scenarios (SRES)* dengan menggunakan skenario B1 (emisi rendah), A1B (emisi sedang) dan A2 (emisi tinggi). Perkiraan proyeksi dampak perubahan curah hujan dan perubahan penggunaan lahan terhadap neraca air di DAS Mahakam direpresentasikan dengan pendekatan perhitungan *Curve Number (CN)*. Data disajikan dan diolah dengan menggunakan statistik deskriptif, statistik inferensial dan analisis spasial dengan penggunaan software Excel 2010, SPSS 20 dan Arc Gis 10.0.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu udara di DAS Mahakam memiliki *trend* atau kecenderungan meningkat, suhu udara rata-ratanya pada periode tahun 1982 – 2010 adalah 27,4°C dengan variasi yang relatif lebih besar antara 6,5°C sampai 10,4°C. Curah hujan tahunan meningkat pada periode tahun 2000 – 2008 yang didominasi oleh curah hujan antara 2.000 – 3.000 mm, hujan bulanan berpola hujan hutan tropis kecuali di wilayah Muara Ancalong dan tipe hujannya berupa tipe ekuatorial. Pergeseran indek iklim terjadi di beberapa wilayah dan intensitas curah hujan harian maksimum pada periode tahun 1986 – 2008 didominasi oleh hujan lebat. Kondisi *ENSO* yang mencakup *El-Nino* dan *La-Nina* di DAS Mahakam selama periode tahun 1986 – 2008 didominasi oleh *El Nino* bila dibandingkan dengan *La Nina*, selain itu korelasi antara *ENSO* dan curah hujan di DAS Mahakam tidak memiliki pola hubungan yang jelas. Jika menggunakan baseline periode 2010 yakni 28,1°C, maka pada periode 2080 akan diperoleh suhu udara rata-rata pada skenario B1 (emisi rendah) = 29,9°C, skenario A1B (emisi sedang) = 30,7°C dan skenario A2 (emisi tinggi) = 31,0°C. Pada periode yang sama, apabila baseline curah hujan tahunan periode 2010 = 2.467,9 mm, maka curah hujan periode 2080 diperkirakan pada skenario B1 = 2.707,9 mm, skenario A1B = 2.827,9 mm dan skenario A2 = 2.557,9 mm. Pada dekade 1990, 2000 dan 2010 terjadi kenaikan nilai *CN (Curve Number)* yang disebabkan oleh tutupan hutan semakin berkurang, sebaliknya tutupan semak belukar dan lahan terbuka semakin meluas. Apabila didasarkan atas proyeksi curah hujan dan perubahan tutupan lahan tahun 2004 dan 2011, maka pada periode 2080 proyeksi besarnya retensi 117,3 mm dan hujan efektif pada skenario B1, A1B dan A2 berturut-turut sebesar 2.572,9 mm, 2.691,8 mm, dan 2.422,3 mm. Hujan efektif tersebut setara dengan debit aliran sebesar $2,07 \times 10^{11}$ m³/tahun, $1,98 \times 10^{11}$ m³/tahun dan $1,86 \times 10^{11}$ m³/tahun.

Sehubungan dengan *trend* naiknya curah hujan akibat perubahan iklim, kecenderungan ENSO dan perubahan penggunaan lahan, sehingga perlu mendorong pengelolaan DAS Mahakam dengan pendekatan antisipasi, mitigasi dan adaptasi yang terintegrasi. Program atau kegiatan yang penting antara lain mengintegrasikan upaya konservasi dan pengendalian daya rusak air dalam mendukung ketersediaan air melalui pemanenan air hujan, pembangunan sistem peringatan dini melalui perkuatan sistem jaringan hidrologi, monitoring perubahan penggunaan lahan, pengembangan kapasitas kebijakan dan masyarakat dalam adaptasi perubahan iklim.

Kata kunci: *perubahan iklim, ENSO, suhu udara, curah hujan, perubahan penggunaan lahan, neraca air, daerah aliran sungai Mahakam.*

PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya, bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, maka saya bersedia DISERTASI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (DOKTOR) dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Samarinda, 30 Juni 2015



Mislan
NIM 08031009