

**Bidang Penelitian: MIPA**

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN  
UNGGULAN KOMPETITIF  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**KAJIAN HIDROLOGI DAN KLIMATOLOGI  
PADA DAERAH KESATUAN HIDROLOGI GAMBUT (KHG)  
DI SUMATERA SELATAN:  
*Studi Kasus di KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur***



**Drs. Muhammad Irfan, MT. (NIDN: 0013096402)  
Dr. Erry Koriyanti, S.Si., MT. (NIDN: 0026106901)  
Dr. Siti Sailah, S.Si., M.T. (NIDN: 0020107001)**

Dibiayai oleh: Anggaran DIPA Badan Layanan Umum Universitas Sriwijaya  
Tahun Anggaran 2018 sesuai dengan Kontrak Penelitian Unggulan Kompetitif  
Universitas Sriwijaya Nomor: 007/UN9/SK.LP2M.PT/2018 Tanggal 24 Juli 2018.

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
NOPEMBER 2018**

## Halaman Pengesahan

1. Judul Penelitian : Kajian Hidrologi dan Klimatologi pada daerah Kesatuan Hidrolgi Gambut (KHG) di Sumatera Selatan: *Studi kasus di KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur*
  
2. Bidang Penelitian : MIPA
  
3. Ketua Peneliti :
  - a. Nama Lengkap : Drs. Muhammad Irfan, MT
  - b. Jenis Kelamin : Pria
  - c. NIP : 196409131990031003
  - d. Pangkat dan Golongan : Pembina Utama Madya / IVc
  - e. Jabatan Struktural : -
  - f. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - g. Perguruan Tinggi : Universitas Sriwijaya
  - h. Fakultas/Jurusan : MIPA/Fisika
  - i. Alamat Kantor : FMIPA Unsri Kampus Indralaya Ogan Ilir
  - j. Telepon/Fax : 0711580268/0711580056
  - k. Alamat Rumah : Jl. Sungai Sahang No. 5293A Lorok Pakjo Palembang
  - l. Telepon/HP/Fax/E-mail : 08127359155
  
4. Jangka Waktu Penelitian : 3 tahun
5. Biaya Tahun pertama : Rp 73.500.000,- (tujuh puluh tiga juta lima ratus ribu rupiah)
6. Jumlah dana keseluruhan yang diajukan: Rp. 224.500.000,- (dua ratus dua puluh empat juta lima ratus ribu rupiah)

Indralaya, Nopember 2018

Mengetahui,

Dekan FMIPA



Ketua Peneliti,

Drs. Muhammad Irfan, MT  
NIP. 196409131990031003

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat

Prof. Drs. Tatang Suhery, M.A., Ph.D.  
NIP. 195904121984031002

## DAFTAR ISI

Halaman Sampul	.....	1
Halaman Pengesahan	.....	2
Daftar Isi	.....	3
Identitas Penelitian	.....	4
Abstrak	.....	5
Bab 1. Pendahuluan	.....	6
Bab 2. Peta Jalan Penelitian	.....	8
Bab 3. Studi Pustaka	.....	11
Bab 4. Manfaat Penelitian	.....	19
Bab 5. Metoda Penelitian	.....	20
Bab 6. Hasil dan Pembahasan	.....	22
Bab 7. Kesimpulan	.....	30
Daftar Pustaka	.....	31

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

1. Biodata Peneliti	.....	32
2. Data Mahasiswa Bimbingan Skripsi	.....	40
3. Artikel International Conference 1	.....	41
4. Artikel International Conference 2	.....	

## IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Usulan : Kajian Hidrologi dan Klimatologi pada daerah Kesatuan Hidrologi Gambut (KHG) di Sumatera Selatan: *Studi kasus di KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur.*

2. Ketua Peneliti

(a) Nama Lengkap : Drs. Muhammad Irfan, MT

(b) Bidang Keahlian : Geofisika Terapan (Sains Atmosfir)

3. Anggota Peneliti

No.	Nama dan Gelar	Keahlian	Institusi	Curahan Waktu (Jam/Minggu)
1.	Dr. Erry Koriyanti, S.Si., M.T.	Komputasi Lingkungan	Universitas Sriwijaya	10
2.	Dr. Siti Sailah, S.Si., M.T.	Geofisika	Universitas Sriwijaya	10

4. Isu Strategis : Kebakaran lahan gambut

5. Topik Penelitian : Karakteristik hidrologi dan klimatologi KHG

6. Objek Penelitian : *Ground Water Level (GWL)*, curah hujan, temperatur, kelembaban tanah, dan *hot spot* (titik api) pada KHG.

7. Lokasi Penelitian : Kesatuan Hidrologi Gambut (KHG) Sungai Saleh, Kab. MUBA, Prov. Sumsel, dan KHG Sungai Lumpur, Kab. OKI, Prov. Sumsel.

8. Hasil yang ditargetkan: diketahuinya karakteristik Hidrologi dan Klimatologi lahan gambut, dan diperolehnya pola hubungan antara curah hujan, temperatur, kelembaban tanah, dan GWL serta diperolehnya korelasi empiris antara GWL dengan Jumlah Titik Api di lahan rawa gambut.

9. Institusi yang terlibat : BPPT dan BRG (Badan Restorasi Gambut)

10. Sumber biaya lain : -

11. Keterangan lain yang dianggap perlu: -

## ABSTRAK

Hidrologi khususnya tata guna air memegang peranan penting dalam pengelolaan lahan rawa gambut. Karakteristik hidrologi suatu kawasan memiliki hubungan yang erat dengan tipe iklim yang mempengaruhi kawasan tersebut. Penelitian ini didesain untuk mengkaji karakteristik hidrologi dan klimatologi di lahan rawa gambut khususnya di Kesatuan Hidrologi (KHG) Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur. Hasil kajian karakteristik hidrologi dan klimatologi tersebut dapat digunakan untuk membangun relasi empiris antara variasi spasial dan temporal parameter hidrologi dan iklim dengan kejadian kebakaran lahan rawa gambut yang dalam hal ini diwakili oleh jumlah dan distribusi titik api. Penelitian ini mengkombinasikan data hasil pengukuran lapangan menggunakan satu system pengukuran yang diberi nama *SEnsory data transmission Service Assisted by Midori Engineering laboratory (SESAME)* dan dikombinasi dengan data hasil pengukuran satelit. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa data hasil pengukuran dengan sistem SESAME mempunyai korelasi yang cukup signifikan dengan data hasil pengukuran metoda lain dan tinggi muka air rawa mempunyai korelasi yang cukup signifikan juga dengan jumlah titik api. Diharapkan hasil penelitian ini nantinya dapat dijadikan sebagai salah satu referensi dalam pengelolaan lahan rawa gambut berkelanjutan, khususnya di wilayah Sumatera Selatan.

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Lahan gambut adalah suatu ekosistem yang terdiri dari komponen gambut, air dan tumbuhan. Sekitar 50% lahan gambut tropis di seluruh dunia berada di Indonesia, yakni memiliki luas sekitar 15 juta hektar. Pendekatan pengetahuan dan teknologi terhadap lahan gambut tujuannya adalah membuat lahan gambut agar tidak terbakar dan dibakar. Komponen utama penyusun lahan gambut adalah air sehingga tata kelola air merupakan syarat mutlak dalam mengelola lahan gambut baik untuk manfaat ekonomi maupun mempertahankan jasa lingkungan di lahan gambut.

Salah satu parameter kunci pengelolaan lahan gambut adalah air, yang dinyatakan dengan *Ground Water level* (GWL) lahan gambut. Naik turunnya GWL tergantung pada faktor internal dan eksternal. Faktor internalnya seperti dekomposisi material penyusun gambut, kondisi tutupan, kelembaban tanah dan hidrologisnya. Faktor eksternalnya berkaitan erat dengan parameter cuaca seperti kelembaban udara, temperatur, dan curah hujan (Sulaiman A., et al., 2017)

Saat ini telah terpasang beberapa stasiun pengamatan hidrologi dan klimatologi di beberapa KHG yang ada di Sumatera Selatan, khususnya di KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur. Sistem monitoring ini diberi nama *SEnsory data transmission Service Assisted by Midori Engineering laboratory* (SESAME). Adapun parameter-parameter yang dimonitor oleh system ini meliputi GWT, temperature permukaan, kelembaban tanah, dan curah hujan. Sejauh ini belum ada penelitian yang secara khusus memanfaatkan data-data hasil pengukuran tersebut untuk melihat bagaimana pola hubungan antara parameter-parameter tersebut dengan jumlah dan distribusi titik api kebakaran lahan rawa gambut. Oleh karena itu dipandang perlu untuk memanfaatkan data tersebut guna mengetahui karakteristik hidrologi dan klimatologi di lahan rawa gambut, khususnya di KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu rujukan dalam mengambil kebijakan pengelolaan lahan rawa gambut berkelanjutan.

## 1.2. Tujuan

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan gambaran yang lengkap tentang karakteristik hidrologi dan klimatologi di lahan rawa gambut khususnya di KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur.

Secara khusus tujuan penelitian ini adalah:

- a. mengkaji pola variasi *Ground Water Level* (GWL), temperatur permukaan, kelembaban tanah dan curah hujan di KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur,
- b. mencari korelasi antara data curah hujan, temperatur permukaan, dan kelembaban tanah hasil pengukuran SESAME dengan data curah hujan, temperatur permukaan, dan kelembaban tanah hasil pengukuran satelit,
- c. mencari relasi empiris antara GWL SESAME dengan jumlah titik api (*hot spots*).

## 1.3. Urgensi Penelitian

Prediksi kerentanan lahan terhadap kebakaran perlu dilakukan lebih dini agar dapat diupayakan pencegahan terhadap keberadaan titik api di lahan gambut. Penelitian ini diarahkan untuk mencari dan menganalisis korelasi antara GWL, temperatur permukaan, kelembaban tanah, dan curah hujan dengan jumlah dan distribusi titik api. Dari relasi empiris yang didapat diharapkan akan diketahui berapa nilai kritis dari masing-masing parameter hidrologi dan klimatologi sebelum munculnya titik api. Dengan demikian, jika kita dapat mengetahui berapa nilai kritisnya sebelum munculnya titik api, kita dapat memberikan peringatan dini tentang potensi terjadinya kebakaran lahan rawa gambut dengan memanfaatkan data hasil pengamatan SESAME.

## 1.4. Kaitan dengan Rencana Strategis (Renstra), RIP, dan Peta Jalan Penelitian Universitas Sriwijaya

Tujuan penelitian ini selaras dengan Renstra, RIP, dan Peta Jalan Penelitian Universitas Sriwijaya (Unsri) yaitu penelitian yang berbasis sumber daya alam (pangan, energi, lingkungan dan keanekaragaman hayati), khususnya bidang lingkungan dan keanekaragaman hayati. Keselarasannya dapat dilihat dari target penelitian ini yaitu diharapkan didapatkannya formula empiris baru tentang relasi antara GWL, temperature permukaan, kelembaban tanah, dan curah hujan dengan jumlah dan distribusi titik api. Terminal akhir dari penelitian ini adalah didapatkan satu persamaan empiris untuk membangun system peringatan dini kebakaran lahan rawa gambut.

## BAB II. PETA JALAN PENELITIAN

Usulan penelitian ini merupakan bagian dari kerangka besar penelitian tim peneliti, khususnya Ketua Peneliti. Adapun topik utama penelitian ini adalah *Dinamika Hidrologi dan Klimatologi di Kesatuan Hidrologi Gambut (KHG) Sumatera Selatan dan Pemanfaatannya untuk Penentuan Kerentanan Kebakaran Lahan Rawa Gambut*. Sebelum menampilkan Peta Jalan Penelitian, akan ditampilkan riwayat penelitian dan rencana penelitian ke depan seperti pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel. 2.1. Riwayat Penelitian dan Rencana Penelitian ke Depan

No	Th.	Judul Penelitian	Keterangan
1.	1988	Simulasi beberapa besaran fisika menggunakan bahasa turbo basic	Skripsi S1
2.	1990	Simulasi gelombang dengan menggunakan komputer mikro	OPF, UNSRI
3.	1991	Aplikasi Z-80 pada perhitungan percepatan gravitasi bumi melalui percobaan osilasi harmonik	OPF, UNSRI
4.	1992	Simulasi amplifier linier dengan menggunakan komputer mikro	OPF, UNSRI, 1992
5.	1993	Simulasi tentang watak dari beberapa rangkaian amplifier	Proyek PPD, HEDS
6.	1994	Simulasi secara grafis beberapa penyelesaian kasus rangkaian arus bolak-balik	Proyek PPD, HEDS
7.	1995	Pemrograman komputer untuk mencari solusi sistem bandul berayun menggunakan rumusan metoda numerik	OPF, UNSRI
8.	1996	Merancang software computer untuk menghitung nilai tahanan jenis yang layak untuk mendisipasikan energi pada rangkaian listrik dengan pendekatan metoda numerik	Penelitian Dosen Muda, Dikti, 1996
9.	1998	Penentuan korelasi antara antara konduktivitas panas dengan cepat rambat gelombang pada batuan	Tesis S2
10	1999	Penentuan relasi antara konduktivitas panas dengan kecepatan gelombang elastik	Penelitian Dosen Muda, Dikti, 1999
11	2003	Simulasi aliran fluida 2D yang tak termampatkan dengan menggunakan pendekatan numerik.	Proyek PKSM, Dikti
12	2004	Penentuan korelasi antara kecepatan sedimen dan ukuran butir batuan	OPF Unsri
13	2005	Penentuan jenis iklim Palembang menggunakan metoda Schmid-Ferguson	OPF Unsri



14	2006	Analisis terhadap data klimatologi untuk menentukan jenis iklim kota Palembang menggunakan metoda Thornthwaite	Mandiri
15	2007	Analisis sifat curah hujan kota Palembang berdasarkan data jumlah curah hujan rata-rata 30 tahunan	Mandiri
16	2015	Kajian Interaksi Laut-Atmosfer di Kawasan Indo-Pasifik dan Pengaruhnya terhadap Variasi Iklim di Wilayah Indonesia	Hibah Kompetisi UNSRI
17	2017	Studi Perubahan Karakteristik Parameter Fisika dan Kimia pada Sungai Komering Kawasan Gambut OKI	Sateks UNSRI
18	2018	Kajian hidrologi dan klimatologi di daerah Kesatuan Hidrolgi Gambut (KHG)	<b>Penelitian awal untuk Disertasi S3</b>
19	2019-2020	Simulasi komputer (pemodelan) dinamika tinggi muka air pada lahan gambut	<b>Rencana penelitian untuk Disertasi S3</b>
20	2020-.....	Dinamika tinggi muka air lahan gambut serta implikasinya terhadap masalah lingkungan.	<b>Pengembangan penelitian berikutnya</b>

Berdasarkan Tabel 2.1. di atas, maka dapat disimpulkan bahwa secara umum peta jalan penelitian ini dibagi menjadi 5 tahap, yaitu:

1. Tahap sebelum S2 (1988-1996), fokus penelitian adalah lebih kepada simulasi (pemodelan komputer) untuk beberapa karakteristik parameter fisika, khususnya dalam bidang Komputasi Fisika
2. Setelah S2 (1998-2004), fokus penelitian lebih kepada bidang geofisika terapan dengan memanfaatkan komputasi dan statistika untuk pengolahan dan interpretasi data penelitian.
3. (2005-2017), penelitian yang telah dilakukan lebih fokus pada bidang geofisika terapan terkait dengan sains atmosfer khususnya variasi iklim dan kaitannya dengan masalah lingkungan sesuai dengan RIP Unsri.
4. (2018-2020), peneliti akan lebih mempersempit bidang kajian yaitu khusus tentang model pendugaan *Ground Water Table (GWT)* di daerah rawa gambut sebagai indikator tingkat kerentanan kebakaran lahan gambut. Topik penelitian ini juga akan menjadi topik disertasi Ketua Peneliti.

5. (2020- dan seterusnya), penelitian akan dikembangkan ke topik dinamika GWT pada lahan gambut dan implikasinya terhadap masalah lingkungan.

Peta jalan penelitian secara terstruktur disajikan dalam Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Peta Jalan Penelitian

1988-1996	1998-2004	2005-2017	2018-2020	2021-...
Simulasi (pemodelan komputer) tentang karakteristik beberapa besaran fisika.	Penentuan relasi antara beberapa parameter geofisika dengan beberapa parameter geofisika lainnya.	Analisis terhadap beberapa parameter klimatologi dan kaitannya dengan lingkungan	- Kajian hidrologi dan klimatologi dan relasinya dengan titik api di daerah Kesatuan Hidrologi - Pemodelan GWT sebagai indikator kerentanan kebakaran lahan rawa gambut menggunakan <i>Weather Research and Forecasting</i> (WRF).	Dinamika GWT pada lahan gambut dan implikasinya terhadap masalah lingkungan.

## BAB III. STUDI PUSTAKA

### 3.1. *State-of-the-art* Bidang Kajian

Parameter penting dalam pengelolaan lahan gambut adalah *Ground Water Level* (GWL) yang terkait erat dengan parameter klimatologi. Pada saat GWL turun keadaan gambut akan menjadi kering dan menjadi bahan bakar yang siap terbakar ataupun dibakar. Pemerintah telah menetapkan PP No. 71 tahun 2014 jo PP No. 57 tahun 2016 tentang perlindungan dan pengelolaan ekosistem gambut, terutama kewajiban mempertahankan GWL atau tinggi muka air (TMA) pada tingkat 40 cm (*Sulaiman A., dkk., 2017*).

Penelitian terdahulu untuk mencari relasi antara parameter hidrologi khususnya TMA dengan parameter klimatologi khususnya kelembaban tanah pada lahan gambut telah dilakukan oleh Tsuji (*Hamada, et al., 2014*) Didapatkan bahwa adanya korelasi linier antara TMA dengan kelembaban tanah. *Rao et al. (2013)* juga telah mengembangkan formula empiris yang menghubungkan TMA dengan kelembaban tanah. Kedua penelitian ini telah membuktikan bahwa hidrologi berkaitan erat dengan klimatologi.

*Hidayat, H. et al., 2016* telah berhasil melakukan penelitian tentang karakteristik hidrologi dan variasi klimatologi pada lahan rawa gambut di sekitar Mahakam dan Kapuas. *Takeuchi, W., et al, 2009* juga telah melakukan penelitian tentang estimasi Ground Water Table (GWT) pada lahan gambut di Kalimantan untuk mengontrol kebakaran lahan gambut.

Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa metode analisis yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat digunakan untuk menganalisa parameter hidrologi dan klimatologi serta korelasinya dengan titik api pada lahan gambut. Dapat disimpulkan bahwa studi-studi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa metode analisis yang akan digunakan dalam penelitian ini terbukti akan dapat digunakan untuk menjelaskan dinamika hidrologi dan klimatologi serta kaitannya dengan titik api pada lahan gambut.

### 3.2. Lahan Rawa Gambut di Sumatera Selatan

Salah satu tipe ekosistem penting yang terdapat di Indonesia adalah lahan gambut. Lahan gambut merupakan ekosistem lahan basah yang dicirikan oleh tingginya akumulasi bahan organik dengan laju dekomposisi yang rendah. Lahan gambut tropis meliputi areal seluas sekitar 40 juta ha, dimana 50% diantaranya terdapat di Indonesia, yaitu sekitar 15 juta ha (atau sekitar 10,8% dari

luas daratan Indonesia). Lahan gambut di Indonesia tersebar di beberapa pulau, antara lain di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua. Dari jumlah total lahan gambut di Indonesia, sekitar 7,2 juta ha atau 35% nya diantaranya terdapat di Pulau Sumatera. Sebaran utama lahan gambut di Pulau Sumatera adalah di Provinsi Riau, Jambi dan Sumsel (*Sulaiman, A., 2017*).

Adapun sebaran luasan lahan gambut di Sumsel tercantum pada tabel 3.1. dan peta sebarannya terdapat pada gambar 3.1.

Tabel 3.1. Sebaran lahan gambut di Sumsel

No	Sebaran lahan gambut di Kabupaten	Luas	
		ha	%
1	Banyuasin	320.274	21,7
2	Muara Enim	46.972	3,2
3	Musi Banyuasin	275.644	18,7
4	Musi Rawas	39.834	2,7
5	Ogan Komering Ilir	792.720	53,7
	TOTAL	1.475.444	100,0

Sumber : Dinas Kehutanan Provinsi Sumatera Selatan (2015) dan WBH (2015)



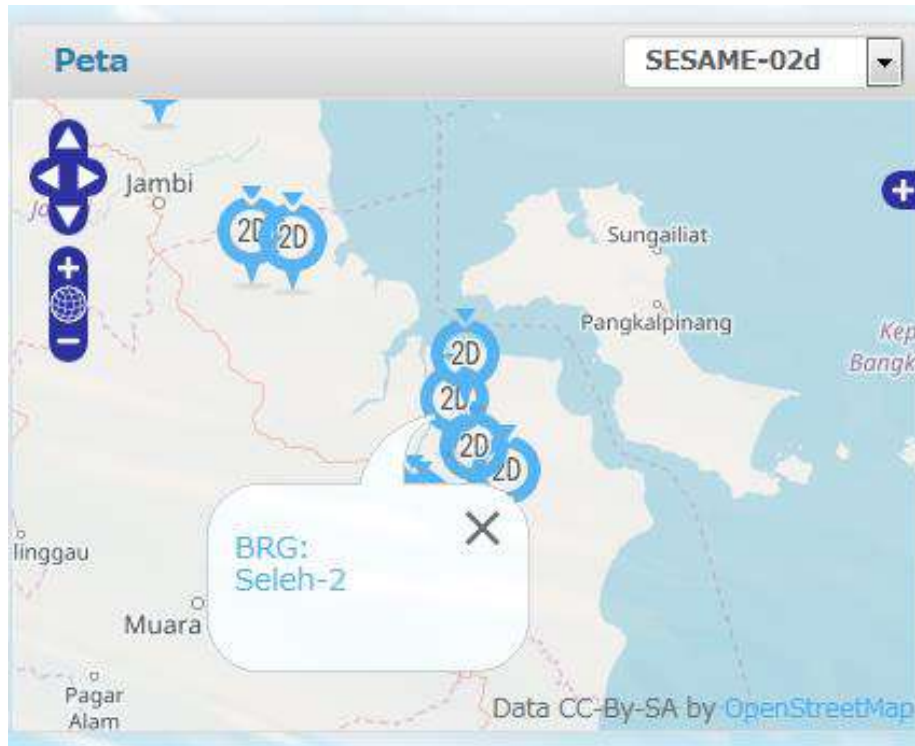
Gambar 3.1. Peta Sebaran Lahan Gambut di Provinsi Sumatera Selatan (*Sumber: JICA-Bappeda Provinsi Sumatera Selatan, 2014*).

### 3.3. KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur

KHG (Kesatuan Hidrologi Gambut) Sungai Saleh terdapat di Kabupaten Banyu Asin Provinsi Sumatera Selatan dan KHG Sungai Lumpur di Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan. Peta lokasinya terdapat pada gambar 3.2. dan 3.3.



Gambar 3.2. Peta lokasi KHG Sungai Lumpur  
(Sumber <http://web.sesame-system.com>)



Gambar 3.3. Peta lokasi KHG Sungai Saleh  
(Sumber <http://web.sesame-system.com>)

Pada kedua lokasi ini terdapat alat pengukur secara insitu milik SESAME. Alat ini mampu mengukur GWL, curah hujan, dan temperatur secara insitu (Sumber <http://web.sesame-system.com>).

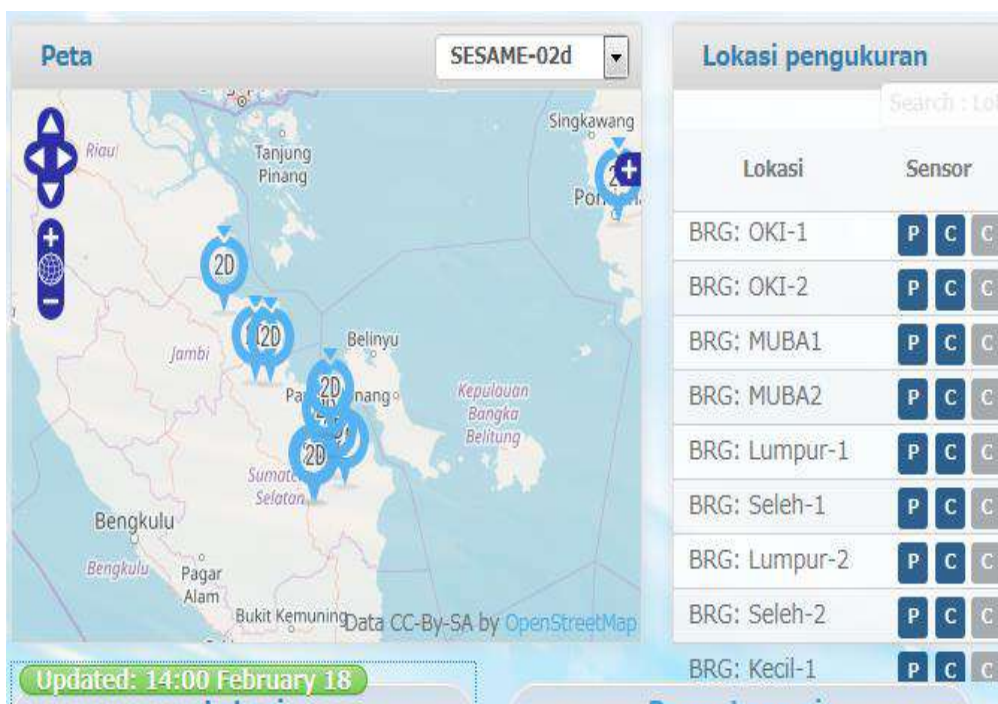
### 3.4. SESAME

SESAME adalah suatu system yang komprehensif yang dapat: mengumpulkan data menggunakan sensor, merekamnya *on the spot*, mentransmisikannya ke *remote* sensor melalui jaringan komunikasi *mobile*, memproses dan mentransmisikan data, memberikan *output* dalam format yang dapat dianalisis, dan mentransmisikan *output* ke komputer pengguna.

Aplikasi system SESAME terutama digunakan untuk kepentingan data yang terkait dengan variasi iklim. Jumlah titik pengukurannya berkisar sejumlah 14.000 titik yang dikategorikan untuk pengukuran yang berkaitan dengan: kontrol terhadap *Ground Water Level* (GWL) pada lahan gambut, estimasi jumlah karbon dioksida pada lahan gambut, peringatan dini terhadap banjir dan bencana alam, dan observasi cuaca.

Di Indonesia terdapat sekitar 17 lokasi tempat alat SESAME, dan di Sumatera Selatan ada 8 lokasi alat SESAME seperti terlihat pada Gambar 5.1 berikut. Penelitian ini akan dilakukan pada dua

lokasi di Sumatera Selatan, yaitu di KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur. Data yang akan diambil dari SESAME adalah *Ground Water Level (GWL)*, kelembaban tanah, temperatur permukaan tanah dan curah hujan.

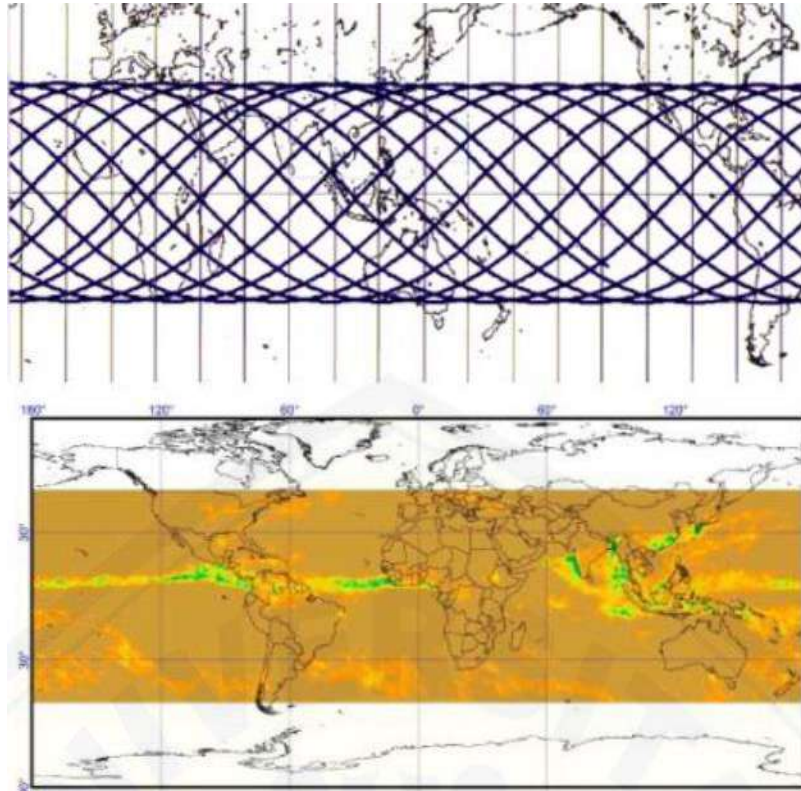


Gambar 5.1. Peta lokasi alat SESAME di Sumatera Selatan  
(Sumber <http://web.sesame-system.com>)

### 3.5. TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*)

TRMM dikembangkan oleh NASA dan JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*), yang menghasilkan data hujan (*precipitation*) yang didapat dari satelit meteorologi TRMM. Satelit TRMM mulai beroperasi tahun 1997. Satelit ini membawa 5 buah kanal yaitu PR (*Precipitation Radar*), TMI (*TRMM Microwave Channel*), VIRS (*Visible and the Infrared Channel*), CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*), dan LIS (*Lightning Imaging Sensor*). Secara khusus kanal PR dan TMI mempunyai misi dalam estimasi curah hujan. Kedua kanal ini mampu mengobservasi struktur hujan, jumlah dan distribusinya di daerah tropis dan sebagian sub tropis seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.2 serta berperan penting untuk mengetahui mekanisme perubahan iklim global dan monitoring variasi lingkungan.





Gambar 4.2. Orbit dan Jangkauan satelit TRMM  
(Sumber <http://trmm.gsfc.nasa.gov>)

Data hujan yang dihasilkan oleh TRMM memiliki tipe dan bentuk yang cukup beragam yang dimulai dari level 1 sampai level 3. Level 1 merupakan data yang masih dalam bentuk raw dan telah dikalibrasi dan dikoreksi geometrik. Level 2 merupakan data yang telah memiliki gambaran parameter geofisik hujan pada resolusi spasial yang sama, akan tetapi masih dalam kondisi asli keadaan hujan saat satelit tersebut melewati daerah yang direkam. Level 3 merupakan data yang telah memiliki nilai-nilai hujan, khususnya kondisi hujan bulanan yang merupakan penggabungan dari kondisi hujan dari level 2. Untuk mendapatkan data hujan dalam bentuk milimeter (mm) sebaiknya menggunakan level 3, dengan resolusi spasial  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  dan resolusi temporal setiap 3 jam. Data komprehensif tentang curah hujan pada TRMM telah tersedia sejak tahun 1998 (Hidayat, H. et al., 2016).



### 3.6. MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*)

MODIS adalah sensor utama pada satelit Terra dan satelit Aqua yang mengorbit bumi secara polar (arah utara selatan) pada ketinggian 705 Kilometer dan melewati garis khatulistiwa pada jam 10:30 dan pada jam 22:30 waktu lokal (Justice, et al., 2006). Lebar cakupan lahan pada permukaan bumi setiap putarannya sekitar 2330 Kilometer. Pantulan gelombang elektromagnetik yang diterima sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) sebanyak 36 kanal (36 interval panjang gelombang), mulai dari 0,620  $\mu\text{m}$  sampai 14,385  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m}$  = 1/1.000.000 meter).

Informasi kebakaran dengan deteksi titik api dapat dilakukan dengan memanfaatkan kanal-kanal yang ada pada data MODIS. MODIS dirancang untuk dapat memberikan informasi yang meyakinkan tentang lokasi titik api yang memiliki kemungkinan paling tinggi dan tepat dan dapat memberikan pemantauan kebakaran hutan secara multitemporal (Kaufman & Yustice, 1998 dalam Tjahjaningsih, dkk., 2005).

### 3.7. Titik Api (*hot spot*)

Thoha (2008) mengatakan bahwa *hotspot* merupakan titik-titik panas di permukaan bumi, dimana titik-titik tersebut merupakan indikasi adanya kebakaran hutan dan lahan. Titik-titik api didefinisikan sebagai titik-titik pada citra (pixel atau sub pixel) yang mempunyai suhu sangat tinggi dan berhubungan dengan *active fire* (*kobaran api*) di permukaan bumi. Suhu titik api tersebut dapat dihasilkan berdasarkan nilai suhu kecerahannya (*brightness temperature = Tb*) (Tjahjaningsih, dkk. 2005). Lebih lanjut Thoha (2008) mengatakan bahwa data sebaran titik api (*hotspot*) dari citra satelit dapat dijadikan sebagai indikasi kebakaran hutan/lahan, baik kebakaran tajuk (*crown fire*), kebakaran permukaan (*surface fire*) maupun kebakaran bawah (*ground fire*). Daerah sekitar lokasi *hotspot* merupakan daerah yang rawan terhadap kebakaran.

Penginderaan jauh merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mendapatkan informasi tentang objek atau wilayah, menganalisis data tersebut tanpa harus berhubungan langsung, salah satunya digunakan untuk mendapatkan informasi tentang *hotspot*.

Salah satu dari teknologi penginderaan jauh adalah satelit Terra MODIS. Menurut pendapat Prasasti, dkk. (2010), satelit Terra yang membawa sensor MODIS merupakan satelit pengamatan lingkungan yang dapat digunakan untuk ekstraksi data suhu permukaan yang bersifat regional.

Adapun sebaran jumlah titik api di Sumatera Selatan selama kurun waktu 2003 – 2015 disajikan pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2. Sebaran titik api di Sumatera Selatan

No	Kab/Kota	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015*
1	Banyuasin	267	722	140	1.624	227	126	372	40	646	799	57	436	1.404
2	Lahat	104	206	179	478	328	150	216	56	184	208	104	127	230
3	Lubuk Linggau	17	14	6	17	27	10	22	10	4	0	18	7	18
4	Muara Enim	330	289	298	1.196	569	432	534	150	932	936	252	494	809
5	Musi Banyuasin	483	1.078	275	1.731	476	326	648	139	1.166	1.320	339	617	4.669
6	Musi Rawas	380	452	312	1.614	561	423	803	136	581	1.105	413	317	647
7	OKU	107	186	148	526	208	115	187	26	214	278	81	215	356
8	OKUS	99	240	94	316	243	62	193	33	243	245	64	183	289
9	OKUT	59	135	48	425	120	39	126	19	115	154	21	57	254
10	Ogan Ilir	87	178	105	435	204	102	215	54	267	267	74	153	197
11	OKI	387	2.100	185	8.362	523	377	2.827	103	2.452	2.761	238	4.229	13.256
12	Pagar Alam	1	0	2	6	1	3	4	3	6	0	1	12	5
13	Palembang	3	6	2	17	5	5	8	4	11	4	0	6	11
14	Prabumulih	10	13	28	16	30	28	46	25	21	0	25	25	20
15	Empat Lawang	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	112
16	PALI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	192
17	Muratara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162	553
	TOTAL	2.334	5.619	1.822	16.763	3.522	2.198	6.201	798	6.842	8.077	1.662	7.234	23.022

Sumber: Satelit Terra Aqua MODIS NASA. \* = Data sampai Nopember 2015

#### **BAB IV. MANFAAT PENELITIAN**

Penelitian ini diharapkan mempunyai dua manfaat, yaitu:

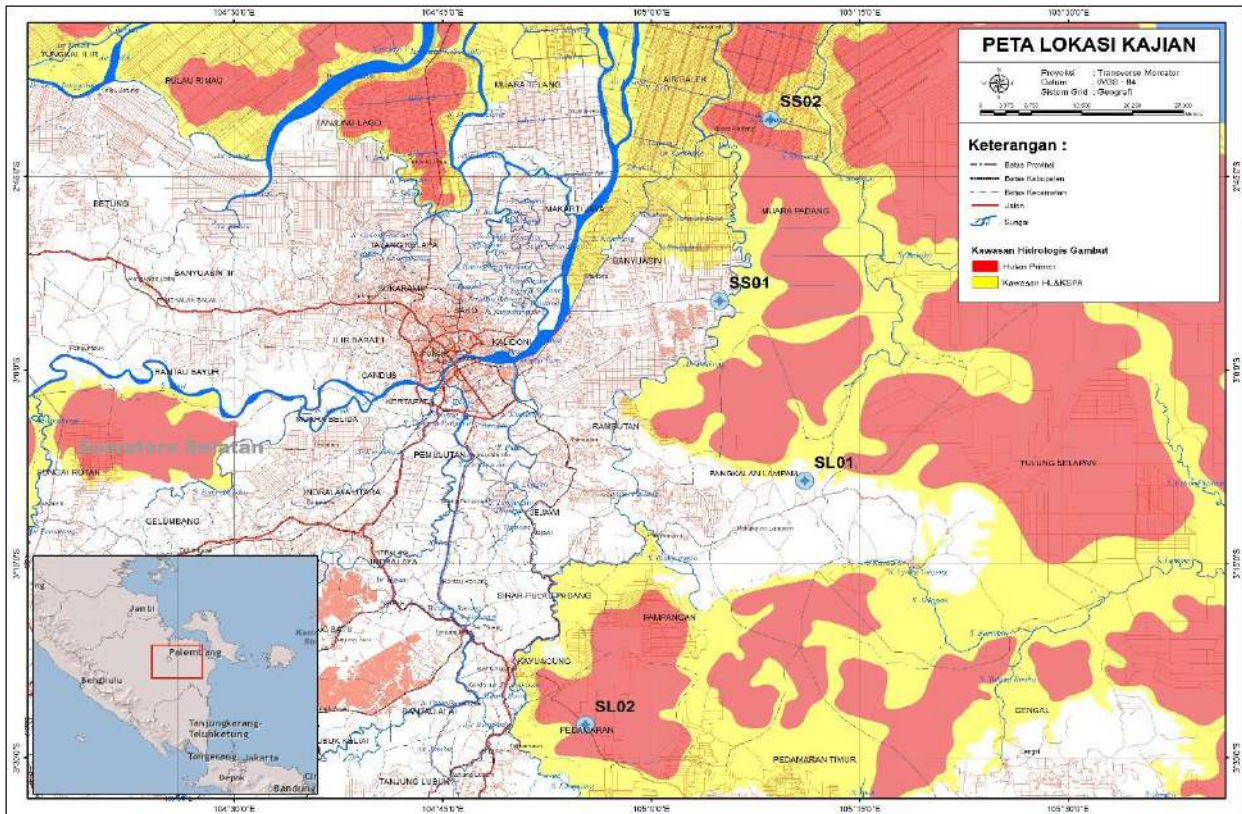
1. Dengan diketahuinya karakteristik hidrologi dan klimatologi pada lahan rawa gambut maka diharapkan akan menambah pengetahuan di bidang hidrologi, sains atmosfer dan lingkungan khususnya pada lahan rawa gambut.
2. Dengan didapatnya relasi empiris antara GWL, temperatur permukaan, kelembaban tanah, dan curah hujan dengan jumlah dan distribusi titik api (*hot spot*) diharapkan dapat diduga tingkat kerentanan lahan rawa gambut terhadap kebakaran.

## BAB V. METODA PENELITIAN

### 5.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Pebruari s.d. Maret 2018 bertempat di 4 lokasi Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG), yaitu: Sungai Lumpur 1, Sungai Lumpur 2, Sungai Saleh 1, dan Sungai Saleh 2.

Adapun peta lokasi penelitiannya adalah:



Gambar 5.1. Peta Lokasi Penelitian: Sungai Lumpur 1 (SL01), Sungai Lumpur 2 (SL02), Sungai Saleh 1 (SS01) dan Sungai Saleh 2 (SS02)

### 5.2. Data

Data yang akan diukur dan digunakan pada penelitian ini adalah berasal dari data lapangan (Data SESAME), data satelit TRMM, dan satelit MODUS.

Data SESAME terdiri atas Ground Water Level, Curah Hujan, Temperature Permukaan dan Kelembaban Tanah untuk 4 lokasi pengukuran (Sungai Lumpur 1 dan 2, dan Sungai Saleh 1 dan

2). Data yang berasal dari satelit TRMM adalah data tentang Curah Hujan, dan data dari satelit MODUS adalah data tentang Titik Api.

### 5.3. Analisis

Untuk menguji hipotesis hubungan antara GWT, curah hujan dan kelembaban tanah dengan titik api (*hot spots*) akan digunakan metode korelasi silang (*Emery and Thomson, 2004 dalam Iskandar, I., at all, 2011*). Nilai koefisien korelasi dua data time-series,  $X(t)$  and  $Y(t)$ , dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$r_{xy} = \frac{1}{N-1} \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{s_x s_y}, \quad (1)$$

dimana  $s_x$  dan  $s_y$  adalah nilai standar deviasi masing-masing time-series, yang didefinisikan sebagai,

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}. \quad (2)$$

Selanjutnya, untuk mengetahui pengaruh salah satu fenomena yang terpisah dengan pengaruh fenomena yang lain, maka akan digunakan metode analisis korelasi parsial (*Saji and Yamagata, 2003*), yang didefinisikan sebagai berikut:

$$r_{13,2} = (r_{13} - r_{12} \times r_{23}) / \sqrt{(1 - r_{12}^2)(1 - r_{23}^2)}, \quad (3)$$

dimana  $r_{13,2}$  adalah korelasi parsial antara variable 1 dan variable 3 tanpa ada pengaruh dari variable 2. Sedangkan  $r_{12}$ ,  $r_{13}$  dan  $r_{23}$  adalah koefisien korelasi antara masing-masing variable. dimaksud. Signifikansi korelasinya berdasarkan rentang nilai r tercantum pada tabel 5.1. berikut ini (*Irfan, M., 2005*).

Tabel 5.1. Kriteria signifikansi korelasi berdasarkan rentang nilai r

Rentang Nilai r	Kriteria Signifikansi Korelasi
1,00	Korelasi Sempurna
0,75 - 0,799	Korelasi Sangat Kuat
0,50 - 0,74	Korelasi Kuat
0,25 - 0,49	Korelasi Sedang
0,00 - 0,24	Korelasi Lemah

## 5.4. Langkah Penelitian

Tabel 5.2. Uraian langkah penelitian

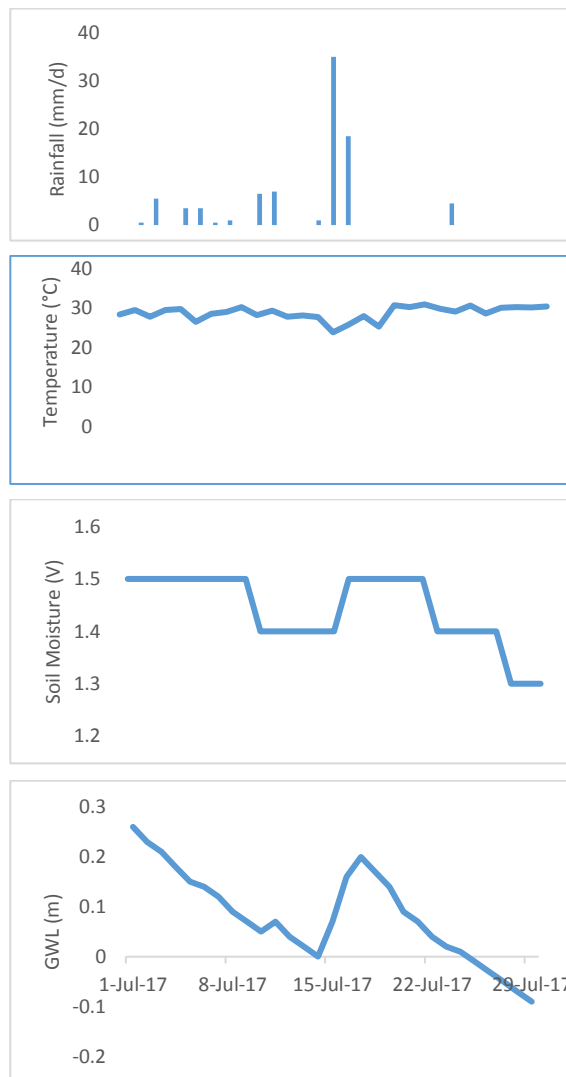
No.	Uraian Kegiatan
1.	<b>Persiapan:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Koordinasi Ketua Tim dan Anggota</li><li>- Diskusi penyusunan laporan</li></ul>
2.	<b>Pengukuran di lapangan/<i>field survey</i>:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Pengukuran curah hujan, temperatur, GWL, kelembaban; SESAME</li><li>- Kompilasi data curah hujan; TRMM</li><li>- Kompilasi data hotspot: MODIS</li></ul>
3.	<b>Analisis data in-situ:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Analisis data curah hujan, GWL, temperatur, kelembaban in-situ</li><li>- Submit <b>paper 1</b> ke seminar internasional di FMIPA UNSRI</li></ul>
4.	<b>Data processing, kalibrasi dan analisis korelasi:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Data curah hujan TRMM</li><li>- Data <i>Hotspots MODIS</i></li><li>- Data GWL SESAME</li><li>- Seminar/konferensi Internasional Geomate di Kuala Lumpur</li><li>- Submit <b>paper 2</b> ke International Journal of Geomate</li></ul>
5.	<b>Kompilasi hasil analisis:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Penulisan Laporan Kemajuan Penelitian</li><li>- Penulisan Laporan Hasil Penelitian</li><li>- Seminar Internasional</li><li>- Jurnal Internasional</li><li>- Draft Paten Sederhana</li></ul>

## BAB VI. HASIL PENELITIAN

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini maka telah berhasil diperoleh dan disusun hasil penelitian sebagai berikut:

### 6.1. Pola variasi curah hujan, temperatur permukaan tanah, kelembaban tanah, dan GWL di KHG Sungai Saleh dan KHG Sungai Lumpur.

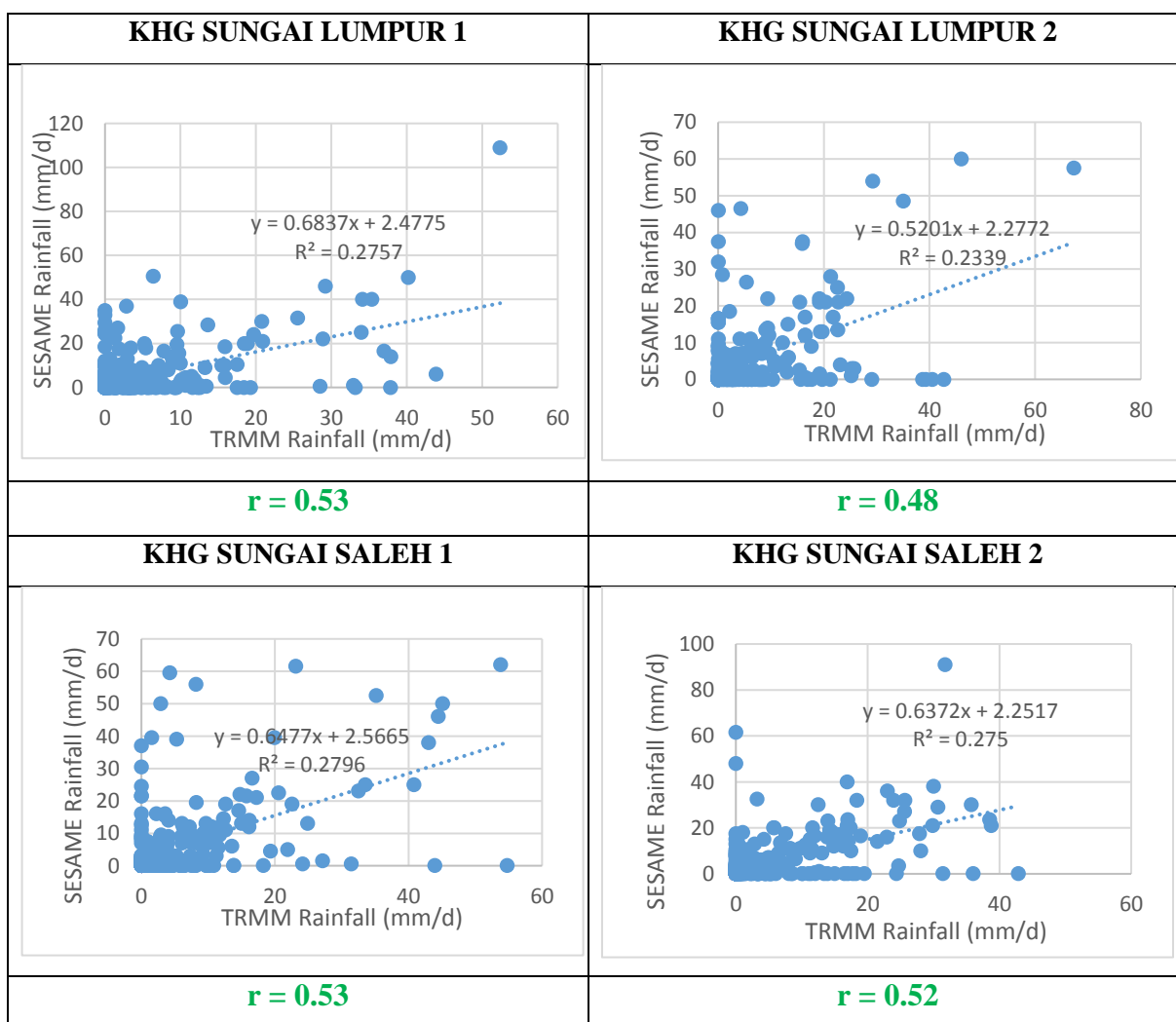
Data parameter curah hujan, temperature, kelembaban tanag dan GWL diambil untuk perioda 1 Juli 2017 s.d. 31 Juli 2017. Pola variasi keempat parameter tersebut terlihat pada Gambar 6.1. Dari Gambar 6.1 terlihat bahwa semakin tinggi curah hujan maka temperatur permukaan tanah turun, kelembaban tanah meningkat, dan GWL meningkat.



Gambar 6.1. Pola variasi parameter curah hujan maka temperatur permukaan tanah turun, kelembaban tanah meningkat, dan GWL

## 6.2. Korelasi antara data curah hujan SESAME dengan curah hujan TRMM

Data yang digunakan adalah data dalam perioda 1 Juli 2017 s.d. 31 Maret 2018. Grafik korelasinya terlihat pada Gambar 6.2. Nampak bahwa korelasi antar data curah hujan hasil pengukuran SESAME dengan data curah hujan hasil pengukuran satelit TRMM cukup signifikan dengan nilai  $r$  masing-masing KHG adalah 0.53, 0.48, 0.53, dan 0.52. Dapat disimpulkan bahwa data curah hujan SESAME dengan curah hujan TRMM mempunyai kaitan yang cukup erat.

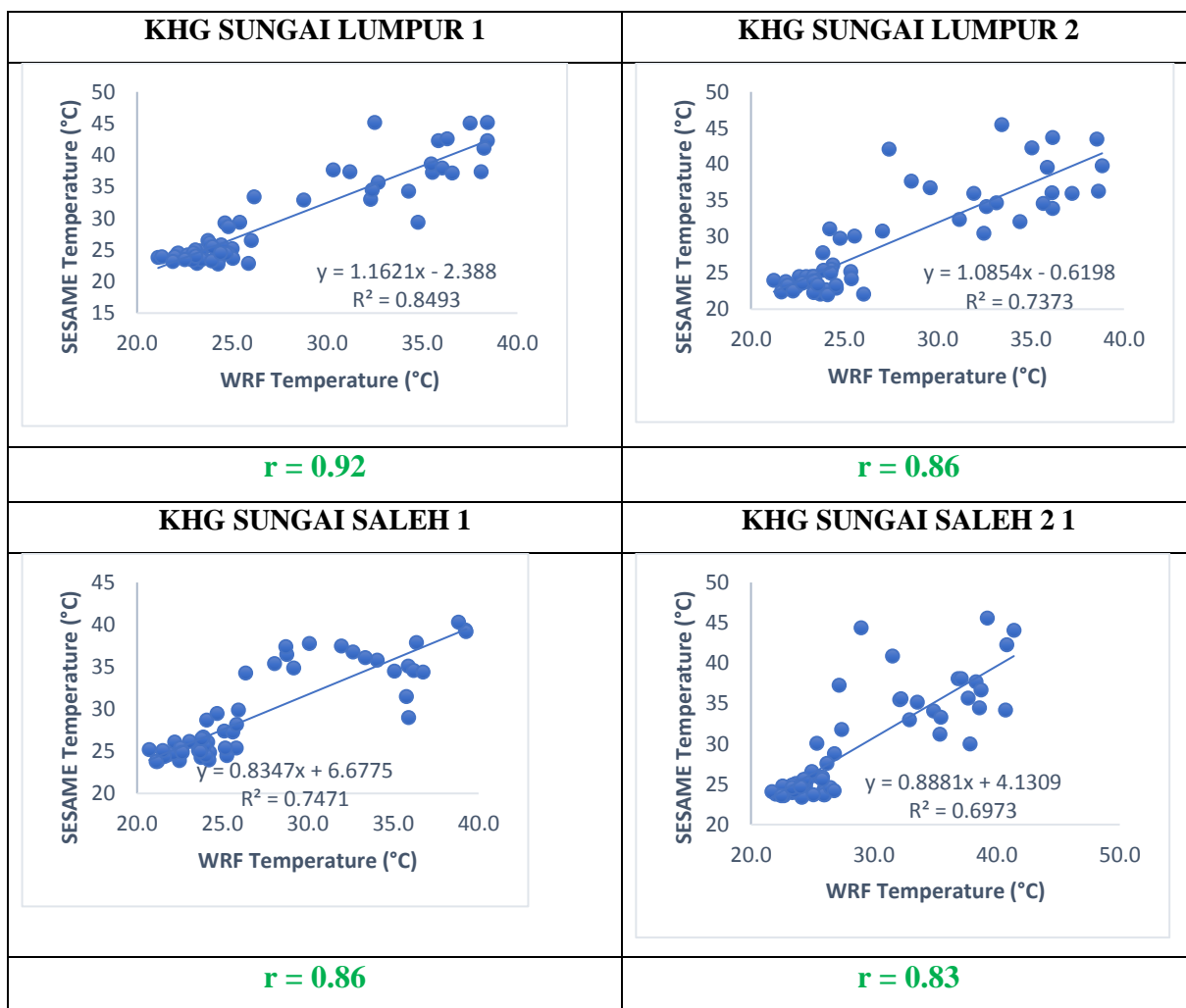


Gambar 6.2. Grafik regresi lenier antara data curah hujan SESAME dengan curah hujan TRMM



**6.3. Korelasi antara data temperatur permukaan tanah SESAME dengan temperatur permukaan tanah WRF.**

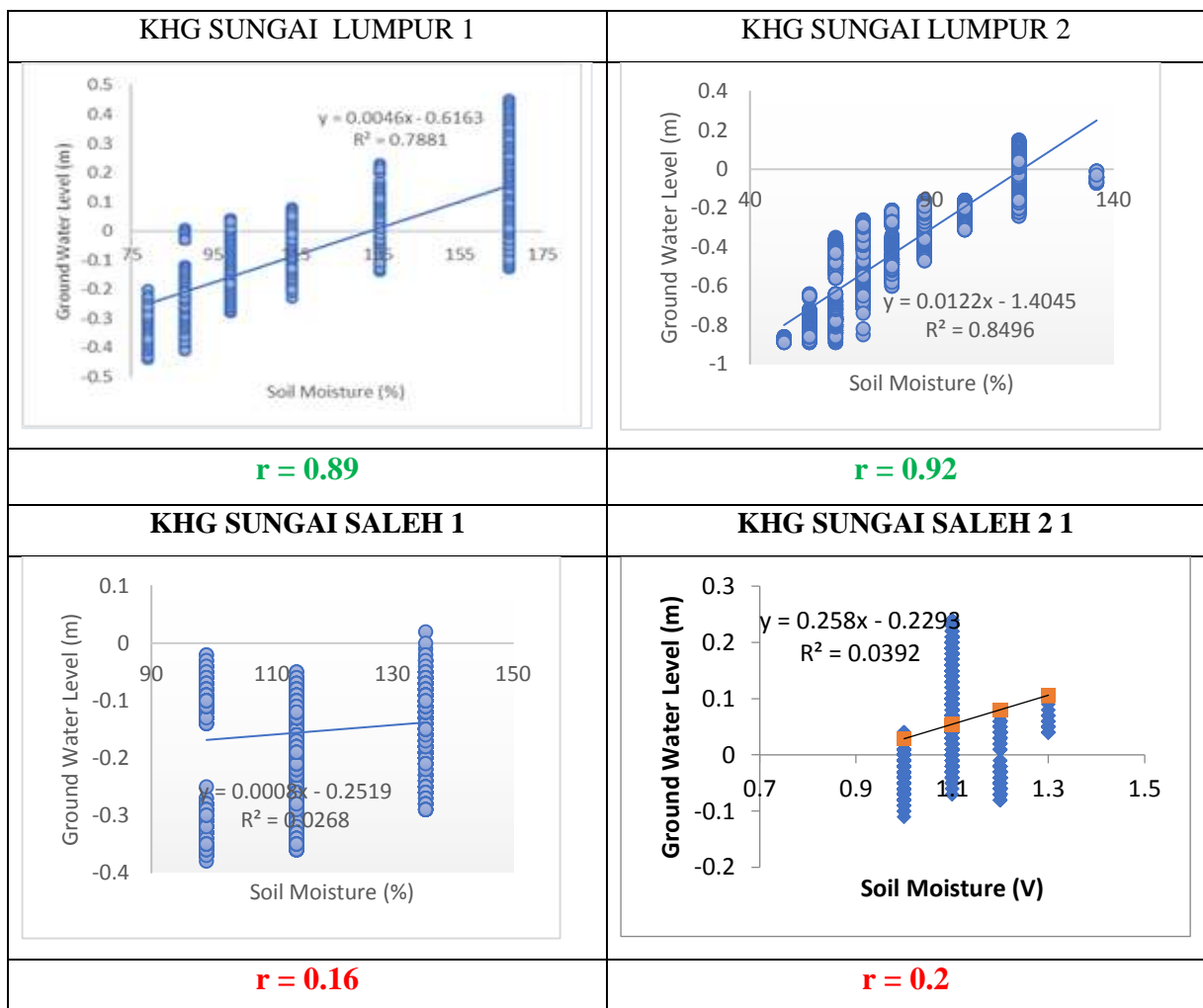
Pada Gambar 6.3. nampak bahwa korelasi antar data temperatur permukaan hasil pengukuran SESAME dengan data hasil Simulasi WRF cukup signifikan dengan nilai r masing-masing KHG adalah 0.92, 0.86, 0.86, dan 0.94. Dapat disimpulkan bahwa data hasil simulasi WRF untuk temperatur permukaan mempunyai kaitan yang erat dengan hasil pengukuran observasi langsung oleh WRF.



Gambar 6.3. Grafik regresi linier antara data temperatur permukaan SESAME dengan temperatur permukaan WRF

#### 6.4. Korelasi antara data kelembaban tanah SESAME dengan Ground Water Level SESAME

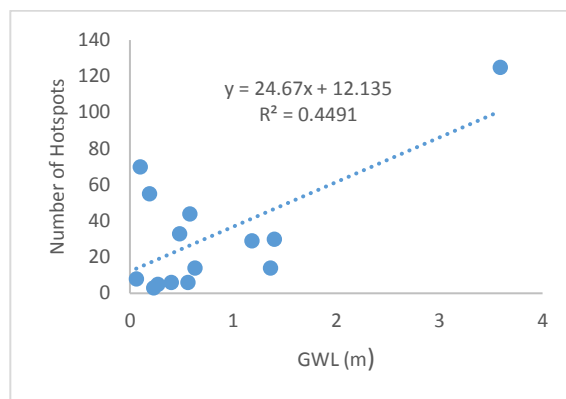
Pada Gambar 6.3. nampak bahwa korelasi antara data kelembaban tanah hasil pengukuran SESAME dengan data GWL hasil SESAME cukup signifikan KHG Sungai Lumpur ( $r = 0.89$  dan  $r = 0.92$ ) dan tidak signifikan untuk KHG Sungai Saleh ( $r = 0.16$  dan  $r = 0.2$ ). Ada kemungkinan sensor pengukur kelembaban tanah pada KHG Sungai Lumpur tidak bekerja dengan baik karena sensor pengukur GWL bekerja dengan baik.



Gambar 6.4. Grafik regresi lenier antara data kelembaban tanah SESAME dengan GWL SESAME

### 6.5. Korelasi antara data Ground Water Level (GWL) SESAME dengan jumlah titik api dari satelit MODIS.

Korelasi antara GWL SESAME dengan Jumlah titik api hanya dilakukan pada KHG Sungai Lumpur 1, karena pada KHG lainnya untuk perioda tahun 2015 tidak banyak ditemukan data jumlah titik api. Grafik korelasinya Nampak pada gambar 6.5 berikut ini. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi GWL maka semakin banyak jumlah titik api.



Gambar 6.4. Grafik regresi lenier antara data GWL SESAME dengan Jumlah titik api MODIS.

### 6.6. Artikel pada Seminar Internasional di Kuala Lumpur.

Artikel pada International Conference of Geomate 2018 di Kuala Lumpur pada tanggal 20-22 Nopember 2018 dapat dilihat pada Lampiran II. Artikel ini telah direview oleh reviewer Journal Geomate terindeks scopus (Q3) dan semoga saja dapat dimuat pada jurnal tersebut. Jadi target artikel ini adalah Jurnal Internasional Bereputasi.

### 6.7. Artikel pada Seminar Internasional di FMIPA Universitas Sriwijaya.

Artikel pada Sriwijaya International Conference of Basic Science (SICBAS) 2018 di FMIPA UNSRI yang telah dilaksanakan pada tanggal 20-22 Nopember 2018 di Hotel Horison Ultima Palembang dapat dilihat pada Lampiran II beserta bukti sertifikatnya sebagai presenter (oral speaker). Artikel ini nanti akan diterbitkan dalam Prosiding terindeks scopus.

## **BAB VII. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan:

1. Semakin tinggi Curah Hujan maka semakin rendah Temperatur, semakin tinggi Kelembaban Tanah dan semakin tinggi Muka Air pada daerah Kesatuan Hidrologi Gambut
2. Hasil pengukuran satelit TRMM dan alat SESAME terhadap Curah Hujan mempunyai korelasi yang cukup signifikan pada keempat lokasi penelitian.
3. Hasil pengukuran SESAME dan simulasi WRF terhadap Temperatur Permukaan mempunyai korelasi yang signifikan pada keempat lokasi penelitian.
4. Hasil pengukuran SESAME dan simulasi WRF terhadap Kelembaban Tanah mempunyai korelasi yang cukup untuk lokasi Sungai Lumpur 1 dan Sungai Lumpur 2 namun mempunyai korelasi yang tidak signifikan pada lokasi Sungai Saleh 1 dan Sungai Saleh 2.
5. Korelasi antara Tinggi Muka Air hasil pengukuran SESAME dan jumlah Titik Api hasil pengukuran satelit MODIS mempunyai korelasi yang cukup signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Emery, W. J., and R. E. Thomson (2004), *Data analysis method in physical oceanography*, 2<sup>nd</sup> Edition, Elsevier B. V., Amsterdam, The Netherlands, pp. 638.
- Hamada, Y., Tsuji, N., Kojima, Y., Qirom, M.A., Sulaiman, a., Sari, E.N.N., Firmanto, Jagau, Y., Irawan, D., Naito (2016). *Guidebook for estimating carbon emission from tropical peatland in Indonesia*, IJREED+ Project, 2016.
- Hidayat, H., A.J. Teuling, B. Vermeulen, M. Taufik, K. Kastner, T.J. Gersema (2016), *Hidrologi of inland tropical lowlands: The Kapuas and Mahakam wetlands*, Hidrol. Earth. Sci. Discuss, 388.
- Irfan, M.**, I. Iskandar (2012), *Temporal variability of rainfall in the Palembang City*, Prceeding 37<sup>th</sup> HAGI Annual Convention and Exhibition.
- Irfan, M.** (2005), *Analisis terhadap korelasi antara jumlah curah hujan dan temperatur udara*, Jurnal Penelitian Sains, ISSN 1410-7058, No. 17
- Iskandar, I., **M. Irfan**, F. Syamsuddin, A. Johan and P. Poerwono (2012), *Trend in precipitation over Sumatra under the warming Earth*, Int. Jour. of Remote Sensing and Earth Sci., Vol. 8, 19-24.
- Justice, C., Giglio, L., Boschetti L., Roy, D., Csiszar, I., Morisette, J & Kaufman, Y. (2006). *MODIS Fire Products, Algorithm Technical Background Document*, Version 2.3.
- Kaufman, Y and Yustice, C. (1998). *MODIS Fire Products, Algorithm Technical Background Document*, Version 2.2.
- Prasasti, I., Sambodo, K.A., Carolita, I. (2007), *Pengkajian Pemanfaatan Data Terra-Modis untuk Ekstraksi Data Suhu Permukaan Lahan (SPL) Berdasarkan Beberapa Algoritma*, Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital, Vol 4, No.1
- Rao, K.S., Raju, S., and Wang, J.R. (2012), *Estimation of soil moisture and surface roughness parameter form back scattering coefficient*. IEE transaction on geoscience and remote sensing, vol. 31 No.1, 196-201.
- Sulaiman, A., Sari, ENN., Saad, A. (2017), *Panduan teknis pemantauan tinggi muka air lahan gambut system telemetri*, Badan Restorasi Gambut Republik Indonesia.
- Takeuchi, W., T. Hirano, N. Anggraini, O. Roswintiarti (2009), *Estimation of Ground Water Table at Forested Peatland and in Kalimantan using Drought Index Towards Wildfire Controls*.
- Thoha, A.S, (2008), *Application of Remote Sensing On Peat Fire Detection In Bengkalis District Riau Province*, Peronema Forestry Science Journal, Vol.2, No.2, ISSN. 1829 6343
- Tjahjaningsih, A., Sambodo, K,A., & Prasasti I. (2005). *Analisis Sensitivitas Kanal-Kanal Modis Untuk Deteksi Titik Api dan Asap Kebakaran*, Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV
- Torrence, C., and G. P. Compo (1998), *A practical guide to wavelet analysis*, Bull. Amer. Meteorol. Soc., 79, 61-78.